



Manual de Engenharia da Iguá Saneamento

VOLUME 1

Projetos

Edição nº 02 • Janeiro de 2025



INTRODUÇÃO

É com grande alegria que apresentamos a edição atualizada do **Manual de Engenharia da Iguá Saneamento**. Trata-se da versão ampliada e aprimorada do material produzido em março de 2024, a partir da contribuição de diversas áreas internas e de parceiros. Em seu objetivo original, o Manual foi concebido para ser a principal referência de consulta a colaboradores e parceiros envolvidos em projetos, construções e renovações de infraestruturas da companhia e na oferta de equipamentos para nossas operações.

A atual versão do documento consolida diretrizes técnicas consideradas fundamentais para a adequada execução dos processos de engenharia. Além disso, por meio de recomendações detalhadas, disciplina procedimentos, precondição para contratações ainda mais seguras em qualidade, custos e resultados. O que temos, portanto, são recomendações bastante objetivas, que deverão ser seguidas com rigor, de modo a fazer com que os projetos e as infraestruturas da Iguá Saneamento ganhem, ainda mais, em padronização.

O conteúdo espelha as diretrizes em vigor da companhia, mas será, também, um documento “vivo”, o que significa ter potencial para aprimoramentos constantes, em sintonia com o dinamismo do saneamento e, em particular, da engenharia, como se pode ver na presente edição.

Nessa trajetória, será fundamental a continuada colaboração dos parceiros, para que o Manual de Engenharia siga cumprindo seus objetivos. Por isso, a Iguá Saneamento mantém o compromisso de acolher críticas e sugestões e promover os aperfeiçoamentos necessários, para que o documento exerça seu papel direcionador de boas práticas e processos de excelência.

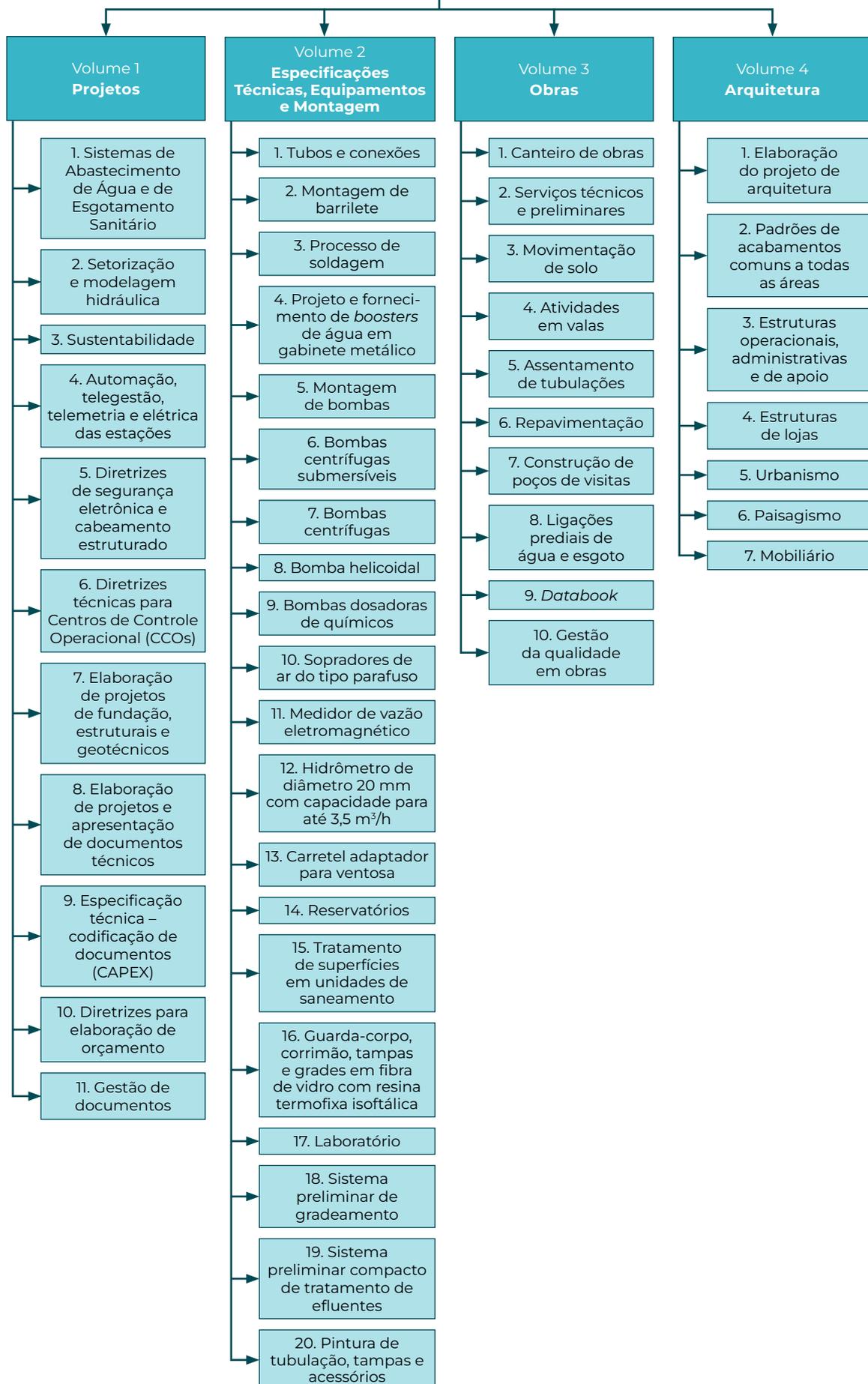
Desejamos a cada usuário uma leitura inspiradora, na confiança de que ela seja um recurso valioso ao dia a dia de trabalho e se torne instrumento da construção coletiva, não apenas de empreendimentos excepcionais, mas, acima de tudo, da melhor empresa de saneamento para o Brasil.



A Iguá reafirma seu compromisso com a excelência neste manual, que reflete nossa jornada e orienta nossa evolução. Diante dos desafios que nos aguardam, estamos determinados a sermos protagonistas na melhoria da qualidade de vida de nossos clientes.”

Pericles Weber, Diretor Executivo de Operações

Manual de Engenharia da Iguá (MEI)



ÍNDICE

Glossário • 7

Normas técnicas abrangidas por este Manual • 17

Referências bibliográficas • 32

1 Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário • 33

1.1 Objetivo • 34

1.2 Itens gerais • 35

1.3 Estudos de concepção • 37

1.4 Projeto básico de engenharia • 50

1.5 Projeto executivo de engenharia e projetos complementares • 115

2 Setorização e modelagem hidráulica • 127

2.1 Setorização e gestão de perdas • 128

2.2 Modelagem hidráulica • 140

3 Sustentabilidade • 153

3.1 Introdução • 154

3.2 Avaliação de impacto ambiental e social • 154

3.3 Eficiência e inovação • 156

3.4 Gestão responsável de resíduos • 158

3.5 Conformidade com padrões e normas • 159

3.6 Documentação e transparência • 159

4 Automação, telegestão, telemetria e elétrica das estações • 161

4.1 Objetivo • 162

4.2 Referências • 162

4.3 Áreas envolvidas • 162

4.4 Atribuições e responsabilidades • 162

4.5 Descrição e caracterização das atividades • 162

4.6 Diretrizes e critérios para os painéis elétricos • 193

4.7 Programação dos CLPs • 204

4.8 Programação e configuração dos *softwares* SCADA • 208

5 Diretrizes de segurança eletrônica e cabeamento estruturado • 229

- 5.1 Objetivo • 230
- 5.2 Áreas envolvidas • 230
- 5.3 Atribuições e responsabilidades • 231
- 5.4 Circuito fechado de televisão (CFTV) • 231
- 5.5 Generalidades – Câmeras de segurança Hikvision • 232
- 5.6 Generalidades – Câmera ANPR Hikvision • 233
- 5.7 Generalidades – Gravador de vídeo em rede (NVR) Hikvision • 235
- 5.8 Controle de acesso • 236
- 5.9 Prevenção e detecção de incêndio • 241
- 5.10 Cabeamento estruturado • 242
- 5.11 Programação e configuração dos *softwares*, VMS e controle de acesso • 244

6 Diretrizes técnicas para Centros de Controle Operacional (CCOs) • 245

- 6.1 Objetivo • 246
- 6.2 Áreas envolvidas • 246
- 6.3 Atribuições e responsabilidades • 246
- 6.4 Descrição e caracterização das atividades (padronização e implementação de CCOs), com definições e critérios • 246
- 6.5 Sumário de eventos • 274
- 6.6 Modelos de históricos e relatórios • 274
- 6.7 Comunicação entre estações e os CCOs • 275
- 6.8 Especificações de equipamentos para os CCOs • 275
- 6.9 Comissionamento, *start-up* e treinamentos • 279
- 6.10 Formulários/modelos • 279
- 6.11 Anexos • 279

7 Elaboração de projetos de fundação, estruturais e geotécnicos • 281

- 7.1 Objetivo • 282
- 7.2 Descrição e caracterização do processo • 282
- 7.3 Formulários/modelos • 312
- 7.4 Anexos • 312

8 Elaboração de projetos e apresentação de documentos técnicos • 313

- 8.1 Objetivo • 314
- 8.2 Descrição e caracterização do processo • 314
- 8.3 Formulários/modelos • 328

9 Especificação técnica – codificação de documentos (CAPEX) • 329

- 9.1 Objetivo • 330
- 9.2 Descrição e caracterização das atividades • 330

10 Diretrizes para elaboração de orçamento • 345

- 10.1 Objetivo • 346
- 10.2 Orçamento • 346
- 10.3 Processo de elaboração de orçamento • 346
- 10.4 Organização das unidades construtivas • 347
- 10.5 Composição de custos unitários • 349
- 10.6 Memória de cálculo • 349
- 10.7 Cotações e mapa de cotações • 350
- 10.8 Definição da taxa BDI • 350
- 10.9 Planilha orçamentária e planilha resumo • 351
- 10.10 Curva ABC • 352
- 10.11 Apresentação e entrega do orçamento • 353

11 Gestão de documentos • 355

- 11.1 Introdução • 356
- 11.2 Acesso no Colaborativo • 356
- 11.3 Planejamento do Colaborativo • 357
- 11.4 Cadastro de documentos técnicos • 357
- 11.5 Fluxo de trabalho e validação de documentos • 358
- 11.6 Interface e funcionalidades • 359
- 11.7 Emissão de relatórios de análise • 360
- 11.8 Boas práticas • 360

GLOSSÁRIO

Siglas e abreviações utilizadas neste Manual

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ADM – Edificações Administrativas.

ANA – Agência Nacional de Águas.

ANX – Anexo.

APR – Aprovação.

ART – Anotação de Responsabilidade Técnica.

AutoCAD – *Software*.

BDI – Budget Difference Income (benefícios e despesas indiretas).

BIM – Building Information Modeling (modelagem da informação da construção).

CAD – Computer Aided Design (desenho auxiliado por computador).

CAPEX – Capital Expenditure (custos de capital).

CFT – Conselho Federal dos Técnicos.

CCM – Centro de Controle de Motores.

CCO – Centro de Controle Operacional.

CLP – Controlador Lógico Programável.

COM – Comentário.

CP – Caixas de Passagem.

CPF – Cadastro de Pessoa Física.

CPM – Extensão de Arquivo de Penas.

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia.

CRT – Conselho Regional dos Técnicos.

DMC – Distrito de Medição e Controle.

DN – Diâmetro Nominal.

DOC ou **DOCX** – Extensão de documento de texto.

DUP – Decreto de Utilidade Pública.

DXF – Extensão de arquivo de alguns *softwares* para projeto.

DWG – Extensão de arquivo de alguns *softwares* para projeto.

EEAT – Estação Elevatória de Água Tratada.

EEE – Estação Elevatória de Esgoto.

EEEB – Estação Elevatória de Esgoto Bruto.

EIA – Estudo de Impacto Ambiental.

ELS – Estado-Limite de Serviço.

ELU – Estado-Limite Último.

ENG – Engenharia.

ETA – Estação de Tratamento de Água.

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto.

EP – Erro Ponderado. Parâmetro de avaliação de desempenho obtido pela associação entre o perfil de consumo e o erro relativo apresentado pelo medidor de água, em faixas de vazões previamente definidas. É alcançado pela expressão $EP(\%) = \sum [(ERRO Qx) X (PESO Qx)]$.

FCK – Feature Compression Know (resistência característica à compressão do concreto).

GAP – Galeria de Águas Pluviais.

GED – Gerenciamento Eletrônico de Documentos.

GRD – Guia de Remessa de Documento.

IDM – Índice de Desempenho da Medição.

IEC – International Electrotechnical Commission.

IHM – Interface Homem-Máquina.

I/O – Inputs and Outputs (entradas e saídas).

JPG – Extensão de arquivo de imagem

K₁ – Coeficiente do dia de maior consumo de água potável.

K₂ – Coeficiente da hora de maior consumo de água potável.

MAT – Materiais.

MND – Método Não Destrutivo.

NBR – Norma Brasileira.

NFPA – National Fire Protection Association (associação nacional para proteção contra o fogo).

NPSH – Net Positive Suction Head (carga positiva e efetiva na sucção).

OD – Outside Diameter (diâmetro externo).

OS – Ordem de Serviço.

PDF – Extensão de arquivo para leitura e impressão.

PGR – Programa de Gerenciamento de Risco.

PLT – Extensão de arquivo de plotagem.

PMF – Concreto Betuminoso Pré-Misturado a Frio.

QGDF – Quadro Geral de Distribuição de Força.

QGDL – Quadro Geral de Distribuição de Luz.

RAP – Relatório Ambiental Preliminar.

RDO – Relatório Diário de Obra.

REV – Revisão.

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental.

RTM – Regulamento Técnico Metrológico (referente às especificações estabelecidas pelo Inmetro para os medidores utilizados para medição de consumo de água potável fria e água quente).

RTM antigo – Portaria nº 246:2000 RTM (estabelecia as condições a que devem satisfazer os medidores de águas para água fria de vazão nominal de 0,6m³/h à 15,0m³/h).

RTM novo – Portaria nº 295:2018 (estabelece as condições a que devem satisfazer os medidores para água potável fria e água quente, doravante denominados medidores de água).

SAA – Sistema de Abastecimento de Água.

SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition (Sistema de supervisão e aquisição de dados).

SE – SoftExpert (*software* de soluções para a excelência na gestão).

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário.

SF6 – Hexafluoreto de enxofre.

SPDA – Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas.

SPT – Standard Penetration Test (teste padrão de penetração).

TAG – Etiqueta de identificação do instrumento e/ou equipamento.

TC – Transformadores de Corrente.

TCU – Tribunal de Contas da União.

TIL – Terminal de Inspeção e Limpeza.

TL –Terminal de Limpeza.

TOTEX – Total Expenditure (gastos totais).

TP – Transformadores de Potencial.

TR –Termo de Referência.

VRP – Válvula Redutora de Pressão.

Termos e definições utilizados neste Manual

Adutora – Tubulação que conduz a água da captação até a ETA (adutora de água bruta), e da ETA até os reservatórios (adutora de água tratada). Da adutora principal podem partir ramificações (subadutoras) para alimentar diferentes pontos do sistema.

Alcance do plano – Ano previsto para o sistema planejado passar a operar com a utilização plena de sua capacidade.

Alma – Núcleo metálico de um eletrodo revestido.

Amanteigamento – Soldagem sem o objetivo de unir partes. O amanteigamento tem como objetivo ajustar e/ou corrigir as dimensões de um chanfro.

Altura manométrica – Soma da altura geométrica entre os níveis de sucção e descarga do fluido com as perdas de carga distribuídas e localizadas ao longo de todo o sistema.

Arco elétrico – Feixe elétrico responsável por transferir calor entre o metal de adição e a peça que está sendo soldada.

Bacia de esgotamento – Conjunto de áreas esgotadas e esgotáveis, cujo esgoto flui para um único ponto de concentração.

Bitola – Nomenclatura de medida que geralmente é associada ao diâmetro interno ou externo de determinados materiais.

Caixa de Passagem (CP) – Câmara sem acesso localizada em pontos singulares por necessidade construtiva.

Campo de medição – Intervalo que comporta vazões compreendidas entre a vazão mínima e a vazão máxima, dentro do qual os hidrômetros não devem apresentar erros superiores aos máximos admissíveis. Divide-se em 2 campos (superior e inferior), separados pela vazão de transição.

Campo inferior de medição – Intervalo que comporta vazões compreendidas entre a vazão mínima (inclusive) e a vazão de transição (exclusive).

Campo superior de medição – Intervalo que comporta vazões compreendidas entre a vazão de transição (inclusive) e a vazão máxima.

Capacidade resistente – Segurança à ruptura.

Captação – Conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto a um manancial, para a retirada de água destinada a um sistema de abastecimento.

Cavitação – Vaporização parcial ou completa que ocorre em um líquido confinado, resultante da ocorrência de pressões abaixo da sua pressão de vapor.

Cimbramento – Conjunto de elementos que constituem uma estrutura de suporte, utilizada até que o concreto armado esteja totalmente pronto.

Classe metrológica dos hidrômetros – Os hidrômetros são classificados metrologicamente de acordo com a vazão mínima e a vazão de transmissão, por sua sensibilidade no registro de pequenas vazões. Para hidrômetros de vazão igual ou menor do que 15 m³/h, as normas preveem 3 classificações: classes A, B e C, sendo que os de maior sensibilidade à marcação de pequenas vazões são da Classe C, seguidos pela Classe B, e, por fim, pela Classe A. Os mais utilizados, atualmente, são os da Classe B.

Coefficiente de retorno – Relação média entre os volumes de esgoto produzido e de água efetivamente consumida.

Coletor de esgoto – Tubulação da rede coletora que recebe contribuição de esgoto dos coletores prediais em qualquer ponto ao longo de seu comprimento.

Coletor principal – Coletor de esgoto de maior extensão dentro de uma mesma bacia.

Coletor tronco – Tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores.

Consumível – Consumíveis são produtos utilizados no processo de soldagem e que têm sua vida útil relacionada à utilização.

Cordão de solda – É um processo a arco elétrico produzido entre um eletrodo revestido e a peça a ser soldada.

Corpo receptor – Qualquer coleção de água natural ou solo que recebe o lançamento de esgoto em seu estágio final.

Cortina verde – Vegetações plantadas, eucalipto ou da espécie conhecida como cerca-viva, que servem para delimitar a área da ETE, bem como atuar como quebra-vento, evitando os efeitos negativos de poeira e odores malcheirosos na área vizinha. Além de promover melhoria de aspectos arquitetônicos e ambientais.

Corrimão – Barra, tubo ou peça similar, com superfície lisa, arredondada e contínua, localizada junto às paredes ou guardas de escadas, rampas ou passagens para as pessoas nela se apoiarem ao subir, descer ou se deslocar.

Desempenho em serviço – Capacidade de a estrutura de se manter em condições plenas de utilização durante sua vida útil, não podendo apresentar danos que comprometam, em parte ou totalmente, o uso para o qual foi projetada.

Desempenho metrológico – Capacidade do equipamento de medição registrar os volumes consumidos em cada faixa de vazão, de acordo com o perfil de consumo médio da Iguá Saneamento.

Diâmetro nominal – Número que serve para diversificar a dimensão de tubulações e acessórios.

Dispositivos de ancoragem – Chumbadores, parafusos, porcas e arruelas utilizadas para fixar o suporte do guarda-corpos ao piso.

Durabilidade – Capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas na etapa de elaboração do projeto.

Edificação – Objeto do espaço construído, coberto e fechado, constituído de um conjunto de sistemas, elementos e componentes estabelecidos e integrados em conformidade com os princípios e normas técnicas vigentes.

Eletrodo revestido – Eletrodo metálico consumível revestido por um composto de matérias orgânicas ou minerais.

Eletrodo de tungstênio – Eletrodo metálico feito principalmente de tungstênio e não consumível, normalmente usados em soldagem TIG.

Emissário – Tubulação que recebe esgoto exclusivamente na extremidade de montante.

Empreendimento – Ação realizada com múltiplos participantes e profissionais habilitados, com o objetivo de realização de obra, produto de construção ou atividade comercial.

Empuxo hidrostático – Força vertical exercida por um fluido sobre todo objeto mergulhado total ou parcialmente nele.

Erro absoluto do hidrômetro – Diferença entre o volume indicado e o volume do líquido efetivamente escoado através do hidrômetro.

Erro relativo de hidrômetro – Quociente do erro absoluto pelo valor do volume efetivamente escoado através do hidrômetro, expresso em porcentagem (%).

Escada – Elemento destinado ao deslocamento de pessoas no sentido vertical, visando possibilitar o acesso a vários níveis e/ou acionamentos e controles de equipamentos.

Escora – Peça estrutural para amparar ou sustentar. Trabalha fundamentalmente à compressão.

Escoramento – Operação que impede o processo de desarticulação ou desabamento de uma construção.

Esgoto doméstico – Despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas.

Esgoto industrial – Despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos.

Esgoto sanitário – Despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária.

Estado limite de serviço – Critérios de segurança que estão relacionados ao conforto para os usuários, como durabilidade da estrutura, aparência e boa utilização.

Estado limite último – Estado-limite relacionado ao colapso ou a qualquer outra forma de ruína estrutural, que determine a paralisação do uso da estrutura.

Fator de trabalho (*work factor*) – Fator de utilização efetiva do equipamento de soldagem durante a soldagem de uma peça. Pode ser calculado pela divisão entre o tempo de arco aberto e o tempo total de soldagem.

Ficha – Trecho da prancha/estaca que fica enterrada no solo abaixo da cota máxima de escavação em contato com a cortina.

Gás ativo – Gás de proteção que faz a proteção da soldagem e atua metalurgicamente na fusão.

Gás de apoio – Gás de proteção utilizado, principalmente, para proporcionar uma atmosfera protetora, e que é empregado nas soldas MIG/MAG.

Gás de proteção – Gás utilizado para prevenir contaminação por impurezas que estejam na atmosfera do ambiente ou que possam ser levadas pelo ar até a peça que está sendo soldada.

Gás inerte – Gás de proteção que não reage quimicamente com os materiais chamados de metal de base ou metal de adição em fusão.

Goivagem – Processo empregado para remoção de metais indesejados por meio do aquecimento do local, fazendo com que o metal fundido seja expelido.

Grade de piso – Estrutura matricial fabricada em resina termofixa reforçada com fibras, composta de perfis moldado pelo processo de pultrusão.

Guarda-corpos – Barreira protetora vertical, maciça ou não, delimitando as faces laterais abertas de escadas, rampas, patamares, terraços, balcões, galerias e assemelhados, servindo como proteção contra eventuais quedas de um nível para outro.

Hidrômetro – Instrumento destinado a medir continuamente, memorizar e exibir o volume de água que escoar através do transdutor de medição.

Início do movimento – Vazão a partir da qual o hidrômetro começa a dar indicação de volume, sem submissão aos erros máximos admissíveis.

In loco – Expressão em latim que significa “no lugar” ou “no próprio local”, e que é equivalente à expressão *in situ*.

Insumo – Cada elemento, matéria-prima, equipamento, mão de obra e quaisquer outros itens usados para a produção de bens de consumo, serviços, obras ou mercadorias.

Manancial – Corpo d’água superficial ou subterrâneo.

Metal de base – Liga ou metal que será soldado e/ou cortado.

Módulo – Conjunto de todos os elementos presentes nos guarda-corpos dispostos entre os montantes de apoio da estrutura, inclusive estes.

Montante principal – Perfil que constitui os elementos verticais de guarda-corpos destinado ao apoio da estrutura, em que é acoplado o suporte de fixação ao piso.

Montante intermediário – Perfil que constitui os elementos verticais de guarda-corpos posicionado entre os montantes principais.

Nível de circulação – Piso adjacente ao guarda-corpos onde circulam as pessoas.

Órgãos acessórios – Dispositivos fixos desprovidos de equipamentos mecânicos.

Oxicorte – Processo de corte térmico de materiais onde um gás combustível, como o acetileno, e um comburente, o oxigênio, geram uma chama que permite iniciar e manter o corte.

Padrão Munsell – Sistema de ordenamento de cores, de percepção uniforme, que possibilita um arranjo tridimensional das cores num espaço cilíndrico de 3 eixos e a especificação de uma determinada cor através de 3 dimensões.

Perda de carga – Perda de pressão na linha de abastecimento decorrente da inserção do hidrômetro na mesma.

Perfil de consumo – Característica proveniente do consumo de água potável de um determinado consumidor, relacionando a vazão instantânea de operação e os volumes escoados em cada faixa de vazão por um período significativo.

Poço de visita – Câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, intercalado em tubulação, destinada à execução de trabalhos de manutenção.

Pressão de serviço – Pressão existente na linha de abastecimento, em condições normais, a montante do hidrômetro.

Projeto arquitetônico – Representação do conjunto dos elementos conceituais, concebida, desenvolvida e elaborada por profissional habilitado, necessária à materialização de uma ideia arquitetônica, realizada por meio de princípios técnicos e científicos, visando à consecução de um objetivo ou meta, adequando-se aos recursos disponíveis, leis, regramentos locais e às alternativas que conduzam à viabilidade da decisão.

Projeto executivo arquitetônico – Etapa destinada à concepção e à representação final das informações técnicas dos projetos arquitetônicos, realizada por profissional habilitado, e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas, necessárias e suficientes à execução dos serviços e de obras correspondentes.

Projeto executivo – Etapa destinada à concepção e à representação final das informações técnicas dos projetos arquitetônicos, urbanísticos e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas, necessárias e suficientes à execução dos serviços de obra correspondentes.

Pultrusão – Processo de fabricação contínuo na qual as fibras de vidro são tracionadas após sua impregnação por uma resina termo fixa, com posterior processo de cura.

Rampa – Parte inclinada de uma passagem destinada a unir 2 níveis de pavimento. Suporte: estrutura metálica, secundária, soldada ou aparafusada à estrutura principal.

Recobrimento – Diferença de nível entre a superfície do terreno e a geratriz superior externa do coletor.

Rede coletora – Conjunto constituído por ligações prediais, coletores de esgoto, e seus órgãos acessórios.

Rede de distribuição – Parte do sistema de abastecimento formada de tubulações e órgãos acessórios, destinada a colocar água potável à disposição dos consumidores de forma contínua, em quantidade e pressão recomendadas.

Respingo – Metal proveniente do processo de soldagem (que pode ser tanto o metal base quanto o metal de adição) derretidos na poça de fusão que respingam no entorno do cordão de solda.

Revestimento – A aplicação de um material de revestimento superficial e tem como objetivo melhorar a resistência à corrosão ou ao calor.

Setor de manobra – Menor subdivisão da rede de distribuição, cujo abastecimento pode ser isolado, sem afetar o abastecimento do restante da rede.

Setor de medição – Parte da rede de distribuição perfeitamente delimitada e isolável, com a finalidade de acompanhar a evolução do consumo e avaliar as perdas de água na rede. Sifão invertido: trecho rebaixado com escoamento sob pressão, cuja finalidade é transpor obstáculos, depressões do terreno ou cursos d'água.

Sifão invertido – Trecho rebaixado com escoamento sob pressão, cuja finalidade é transpor obstáculos, depressões do terreno ou cursos d'água

Singularidade – Qualquer órgão acessório, mudança de direção, seção ou declividade ou, quando significativa, de vazão.

Talude – Superfície inclinada do terreno natural, de uma escavação ou aterro.

Tag – Etiqueta de identificação do instrumento e/ou equipamento.

Terminal de limpeza – Dispositivo que permite introdução de equipamentos de limpeza, localizado na cabeceira de qualquer coletor.

Transiente hidráulico – Fenômeno gerado em conduto forçado caracterizado pela ocorrência de ondas de pressão propagadas ao longo da tubulação, por interferência ou por manobra no escoamento do fluido, pela variação de pressões de trabalho, que podem ou não gerar um golpe de aríete dependendo da amplitude da onda. Ocorre na passagem de um regime permanente a outro regime permanente, variando até estabilizar.

Travessa – Perfil que constitui os elementos horizontais ou inclinados de guarda-corpos.

Travessa inferior – Travessa situada na parte inferior do guarda-corpos.

Travessa intermediária – Travessa situada entre as travessas inferior e superior.

Travessa superior – Travessa situada na parte superior do guarda-corpos.

Tubo de inspeção e Limpeza (TIL) – Dispositivo não visitável que permite inspeção e introdução de equipamentos de limpeza.

Tubo de queda – Dispositivo instalado no poço de visita quando a diferença de cota entre o conduto afluente e efluente, é igual ou superior a 60 cm, protegendo a canaleta ou fundo do poço, contra impacto da queda d'água.

Tubo FoFo – Tubo em ferro fundido.

Tubo PVC DEFoFo – Tubo em PVC com diâmetro equivalente ao ferro fundido.

Vão interno – Distância entre 2 perfis paralelos internos ao módulo na qual não há obstrução à passagem.

Vão livre – Distância entre painéis (módulos) consecutivos ao longo da qual não há obstrução à passagem.

Vazão (Q) – Quociente do volume de água escoado através do hidrômetro pelo tempo do escoamento deste volume, expresso em metros cúbicos por hora (m^3/h).

Vazão máxima ($Q_{m\acute{a}x}$) – Vazão mais elevada na qual o hidrômetro, em escoamento uniforme é solicitado a funcionar, por curto período, mantendo seu desempenho metrológico em uso normal e na qual a perda de carga é no máximo 0,1 MPa.

Vazão nominal (Q_n) – Vazão, que identifica o hidrômetro, correspondente a 50% da vazão máxima, na qual a perda de carga é no máximo 0,025 MPa.

Vazão de transição (Q_t) – Vazão, em escoamento uniforme, que define a separação dos campos de medição inferior e superior.

Vazão mínima ($Q_{m\acute{i}n}$) – Menor vazão, na qual o hidrômetro fornece indicações que não possuam erros superiores aos erros máximos admissíveis.

Zona de pressão – Área abrangida por uma subdivisão da rede, na qual a pressão estática obedece a limites prefixados.

NORMAS TÉCNICAS ABRANGIDAS POR ESTE MANUAL

Normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

NBR 5037:1983 – Eletrodutos de aço carbono.

NBR 5410:2004 – Norma técnica para instalações de baixa tensão.

NBR 5419-1:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas -
Parte 1: princípios gerais.

NBR 5419-2:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas -
Parte 2: gerenciamento de risco.

NBR 5419-3:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas -
Parte 3: danos físicos a estruturas e perigos à vida.

NBR 5419-4:2015 – Proteção contra descargas atmosféricas -
Parte 4: sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.

NBR 5431:2008 – Caixas e invólucros para acessórios elétricos para instalações
elétricas fixas domésticas e análogas - Dimensões.

NBR 5580:2015 – Tubo de condução ASTM-A106.

NBR 5626:1998 – Instalação predial de água fria.

NBR 5626:2020 – Sistemas prediais de água fria e água quente (projeto, execução,
operação e manutenção).

NBR 5648:2018 – Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas
prediais de água fria (requisitos).

NBR 5667-1:2006 – Hidrantes urbanos de incêndio de ferro fundido dúctil -
Parte 1: hidrantes de coluna.

NBR 5667-2:2006 – Hidrantes urbanos de incêndio de ferro fundido dúctil -
Parte 2: hidrantes subterrâneos.

NBR 5667-3:2006 – Hidrantes urbanos de incêndio de ferro fundido dúctil -
Parte 3: hidrante de colunas com obturação própria.

NBR 5681:2015 – Controle tecnológico da execução de aterros em obras de
edificações.

NBR 5688:2018 – Tubos e conexões de PVC-U para sistemas prediais de água
pluvial, esgoto sanitário e ventilação (requisitos).

NBR 5738:2016 – Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou
prismáticos de concreto.

NBR 5739:2018 – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos
(concreto).

- NBR 6024:2012** – Informação e documentação - numeração progressiva das seções de um documento (apresentação).
- NBR 6118:2014** – Projeto de estruturas de concreto (procedimento).
- NBR 6120:2019** – Ações para o cálculo de estruturas de edificações.
- NBR 6122:2022** – Projeto e execução de fundações (procedimento).
- NBR 6123:1988** – Forças devidas ao vento em edificações (procedimento).
- NBR 6136:2016** – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria (requisitos).
- NBR 6158:1995** – Sistema de tolerâncias e ajustes.
- NBR 6167:1991** – Símbolos gráficos para instalações hidrossanitárias prediais (procedimento).
- NBR 6235:1987** – Sistemas de detecção e alarme de incêndio.
- NBR 6323:2016** – Galvanização por imersão a quente.
- NBR 6400:1989** – Bombas hidráulicas de fluxo (classe C) - ensaios de desempenho e de cavitação (substituiu a MB 1032).
- NBR 6484:2001** – Sondagens de simples reconhecimento com SPT (método de ensaio).
- NBR 6489:2019** – Solo - Prova de carga estática em fundação direta (procedimento).
- NBR 6492:1994** – Representação de projetos de arquitetura (procedimento).
- NBR 6493:2019** – Emprego de cores para identificação de tubulações.
- NBR 6502:2022** – Rochas e solos.
- NBR ISO 6817:1999** – Medidores eletromagnéticos para líquidos condutivos (requisitos de desempenho e ensaios).
-
- NBR 7180:2016** – Determinação do limite de plasticidade.
- NBR 7181:2016** – Solo - análise granulométrica.
- NBR 7182:2016** – Solo (ensaio de compactação).
- NBR 7187:2022** – Solo (ensaio de permeabilidade em laboratório).
- NBR 7190:1997** – Projeto de estruturas de madeira.
- NBR 7191:1989** – Projeto de estruturas de concreto armado.
- NBR 7200:1998** – Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas (procedimento).
- NBR 7207:1982** – Determinação da viscosidade de asfaltos.
- NBR 7256:2005** – Projeto e execução de instalações de tratamento de ar em estabelecimentos de saúde (requisitos).
- NBR 7286:2022** – Sistemas de alarme de incêndio.
- NBR 7288:2018** – Sistemas de proteção contra incêndio.

- NBR 7362:2023** – Sistemas enterrados para condução de esgoto (requisitos para tubos com parede maciça e conexões de PVC).
- NBR 7367:1988** – Projeto e assentamento de tubulações de PVC rígido para sistemas de esgoto sanitário.
- NBR 7480:2022** – Barras e fios de aço destinadas à armaduras para concreto armado (especificação).
- NBR 7481:2022** – Tela de aço soldada – armadura para concreto.
- NBR 7482:2020** – Fios de aço para estruturas de concreto protendido (especificação).
- NBR 7560:2022** – Tubo de tubo de ferro fundido dúctil centrifugado, com flanges roscados ou soldados (especificação).
- NBR 7663:1991** – Tubo de tubo de ferro fundido dúctil centrifugado para canalizações sob pressão.
- NBR 7665:2020** – Sistemas de transporte de água ou de esgoto sob pressão.
- NBR 7675/DIN PN 10** – Flanges DN50/D500 - bombas hidráulicas de fluxo (classe C) - ensaios de desempenho e de cavitação (substituiu a MB 1032).
- NBR 7680:2015** – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto (procedimento).
- NBR 7968:1983** – Diâmetros nominais em tubulações de saneamento nas áreas de rede de distribuição, adutoras, redes coletoras de esgoto e interceptores (padronização).
- NBR 8036:1983** – Investigação geotécnica - amostragem de solos (procedimento).
- NBR 8037:1983** – Investigação geotécnica - amostragem de solos (procedimento).
- NBR 8039:1983** – Investigação geotécnica - sondagens de simples reconhecimento com SPT (procedimento).
- NBR 8044:1983** – Sondagens de simples reconhecimento com SPT (método de ensaio).
- NBR 8160:1999** – Sistema prediais de esgoto sanitário (projeto e execução).
- NBR 8402:1994** – Execução de caráter para escrita em desenho técnico.
- NBR 8403:1984** – Aplicação de linhas em desenhos – tipos de linhas – larguras das linhas (procedimento).
- NBR 8545:1984** – Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos (procedimento).
- NBR 8681:2004** – Ações e segurança nas estruturas (procedimento).
- NBR 8800:2008** – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios (procedimento).
- NBR 8890:2020** – Tubo de concreto armado de seção circular para esgoto sanitário.
- NBR 8953:2015** – Concreto para fins estruturais (classificação por grupos de resistência).

NBR 9050:2015 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

NBR 9054:1985 – Tubo de PVC rígido coletor de esgoto sanitário (verificação da estanqueidade de juntas elásticas submetidas à pressão hidrostática externa).

NBR 9061:1985 – Segurança de escavação a céu aberto (procedimento).

NBR 9077:2001 – Saídas de emergência em edifícios.

NBR 9441:1998 – Execução de sistemas de detecção e alarme de incêndio

NBR 9575:2010 – Impermeabilização - seleção e projeto.

NBR 9575:2010 – Tubos de concreto e junta flexível para sistemas enterrados de esgoto sanitário e drenagem pluvial (requisitos).

NBR 9603:2023 – Sondagem a trado (procedimento).

NBR 9648:1986 – Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário (procedimento).

NBR 9649:1986 – Projetos de redes coletoras de esgoto sanitário (procedimento).

NBR 9650:2022 – Verificação da estanqueidade hidrostática no assentamento de tubulações pressurizadas.

NBR 9653:2018 – Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivo nas minerações em áreas urbanas.

NBR 9781:2013 – Peças de concreto para pavimentação (especificação).

NBR 9813:2016 – Solo - determinação da massa específica aparente *in situ*, com emprego de cilindro de cravação.

NBR 9814:1987 – Execução de rede coletora de esgoto sanitário (procedimento).

NBR 9822:2012 – Manuseio, armazenamento e assentamento de tubulações de poli (cloreto de vinila) não plastificado (PVC-U) para transporte de água e de tubulações de poli (cloreto de vinila) não plastificado orientado (PVC-O) para transporte de água ou esgoto sob pressão positiva.

NBR 9895:2017 – Solo Índice de Suporte Califórnia (método de ensaio).

NBR 10067:1995 – Princípios gerais de representação em desenho técnico.

NBR 10068:1987 – Folha de desenho – *layout* e dimensões (padronização).

NBR 10126:1987 – Cotagem em desenho técnico (procedimento).

NBR 10131:2015 – Bombas hidráulicas de fluxo.

NBR 10151:2019 – Acústica - medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas (aplicação de uso geral).

NBR 10152:2017 – Acústica - níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações.

NBR 10443:2023 – Tintas e vernizes - determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas (método de ensaio).

- NBR 10569:1988** – Conexões de PVC rígido com juntas elásticas para coletor de esgoto.
- NBR 10570:1988** – Tubos e conexões de PVC rígido com junta elástica para coletor predial e sistema condominial de esgoto sanitário (tipos e dimensões).
- NBR 10582:1988** – Apresentação da folha para desenho técnico (procedimento).
- NBR 10669:1989** – Isoladores de linha.
- NBR 10844:1989** – Instalações prediais de águas pluviais (procedimento).
- NBR 10848:1988** – Assentamento de tubulação de poliéster reforçado com fibras de vidro.
- NBR 10897:2020** – Sistemas de *sprinklers* automáticos para proteção contra incêndio.
- NBR 10930:2016** – Colar de tomada de PVC rígido para tubos de PVC rígido.
-
- NBR 11003:2023** – Tintas - determinação da aderência.
- NBR 11305:2017** – Registro para bloqueio de vazão de cavaletes de polipropileno (verificação da resistência ao uso).
- NBR 11306:1990** – Registros de PVC rígidos para ramal predial.
- NBR 11579:2018** – Estabilidade de encostas (procedimento).
- NBR 11682:2009** – Muros de arrimo (procedimento).
- NBR 11682:2009** – Estabilidade de Taludes (procedimento).
- NBR 11682:2010** – Contensões de estruturas de solo.
- NBR 11702:2019** – Tinta para edificações não industriais.
- NBR 11782:1990** – Registro de broca de polipropileno para ramal predial.
- NBR 11821:1991** – Colar de tomada de polipropileno para tubos de PVC rígido.
- NBR 11822:1991** – Registro broca de PVC rígido para ramal predial.
- NBR 11885:2017** – Grade de barras retas, de limpeza manual (requisitos gerais).
- NBR 11905:2015** – Argamassa polimérica industrializada para impermeabilização.
-
- NBR 12023:2012** – Solo de cimento (ensaio de compactação).
- NBR 12102:2020** – Solo (controle de compactação pelo método Hilf).
- NBR 12118:2013** – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria (métodos de ensaio).
- NBR 12170:2017** – Materiais de impermeabilização (determinação da potabilidade da água após o contato).
- NBR 12207:2006** – Projeto de interceptores de esgoto sanitário.
- NBR 12208:1992** – Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário (procedimento).

- NBR 12209:2011** – Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários.
- NBR 12211:1992** – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água (procedimento).
- NBR 12212:2017** – Poço tubular - projeto de poço tubular para captação de água subterrânea (procedimento).
- NBR 12213:1992** – Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público (procedimento).
- NBR 12214:1992** – Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público (procedimento).
- NBR 12215-1:2017** – Projeto de adutora de água - Parte 1: conduto forçado.
- NBR 12216:1992** – Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público (procedimento).
- NBR 12217:1994** – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público (procedimento).
- NBR 12218:2017** – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público (procedimento).
- NBR 12266:1992** – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana (procedimento).
- NBR 12266:1992** – Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana.
- NBR 12288:1992** – Representação simplificada de furos de centro em desenho técnico.
- NBR 12298:1995** – Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico.
- NBR 12554:2022** – Tinta para edificações não industriais.
- NBR 12560:1992** – Bombas dosadoras de diafragma (especificação).
- NBR 12586:1992** – Cadastro de sistema de abastecimento de água (procedimento).
- NBR 12587:1992** – Cadastro de sistema de esgotamento sanitário (procedimento).
- NBR 12655:2015** – Concreto de cimento Portland - preparo, controle e recebimento (procedimento).
- NBR 12655:2015** – Concreto de cimento Portland (preparo, controle, recebimento e aceitação).
- NBR 12694:1992** – Especificação de cores de acordo com o sistema de notação Munsell.
- NBR 12696:2015** – Aditivos para concreto de cimento Portland (especificação).
- NBR 12770:2022** – Solo coesivo - determinação da resistência à compressão não confinada (método de ensaio).
- NBR 12949:1993** – Concreto betuminoso usinado a quente.

- NBR 13059:1993** – Grade fixa de barras retas com limpeza mecanizada (especificação).
- NBR 13133:2021** – Execução de levantamento topográfico (procedimento).
- NBR 13160:1994** – Grade fixa de barras curvas com limpeza mecanizada.
- NBR 13211:1994** – Dimensionamento de ancoragens para tubulação (procedimento).
- NBR 13281-1:2023** – Argamassas inorgânicas (requisitos e métodos de ensaios) - Parte 1: argamassas para revestimento de paredes e tetos).
- NBR 13292:2021** – Solo - determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante (método de ensaio).
- NBR 13434:2018** – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico (formas, dimensões e cores).
- NBR ISO 13359** – Medição de vazão em condutos fechados (medidores eletromagnéticos).
- NBR 13532:1995** – Elaboração de projetos de edificações (arquitetura).
- NBR 13749:2013** – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas (especificação).
- NBR 13755:2017** – Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante (projeto, execução, inspeção e aceitação e procedimento).
- NBR 13848:1997** – Acionador manual para utilização em sistemas de detecção e alarme de incêndio.
- NBR 14039:2021** – Instalações elétricas de média tensão de 1kV a 36,2kV.
- NBR 14081-2:2015** – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas.
- NBR 14465:2016** – Tubos e conexões plásticas – união por solda de eletrofusão em tubos e conexões de polietileno PE 80 e PE 100 (procedimento).
- NBR 14486:2000** – Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário (projeto de redes coletoras com tubos de PVC).
- NBR 14545:2021** – Solo – determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos a carga variável.
- NBR 14611:2000** – Desenho técnico – representação simplificada em estruturas metálicas.
- NBR 14718:2019** – Esquadrias – Guarda-corpos para edificação (requisitos, procedimentos e métodos de ensaio).
- NBR 14724:2011** – Informação e documentação - trabalhos acadêmicos (apresentação).
- NBR 14725:2023** – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente relativas ao uso de produtos químicos.

- NBR 14762:2010** – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio.
- NBR 14863:2012** – Reservatório de aço inoxidável para água potável.
- NBR 14910:2003** – Misturas asfálticas (ensaio de resistência pelo método Marshall).
- NBR 14931:2004** – Execução de estruturas de concreto (procedimento).
- NBR 14932:2003** – Armaduras para concreto - detalhamento de armaduras (procedimento).
-
- NBR 15112:2004** – Tratamento de resíduos da construção civil.
- NBR 15158:2016** – Limpeza de superfícies de aço por produtos químicos.
- NBR 15183:2020** – Ensaio não destrutivo (estanqueidade para saneamento básico) e procedimento para tubulações pressurizadas.
- NBR 15215:2005** – Iluminação natural em projetos arquitetônicos.
- NBR 15270:2023** – Componentes cerâmicos (blocos e tijolos).
- NBR 15280-1:2017** – Dutos terrestres - Parte 1 (projeto).
- NBR 15420:2006** – Tubos, conexões e acessórios de ferro dúctil para canalizações de esgotos (requisitos).
- NBR 15527:2019** – Aproveitamento da água da chuva nas edificações.
- NBR 15561:2017** – Tubulação de polietileno PE 80 e PE 100 para transporte de água e esgoto sob pressão (requisitos).
- NBR 15575:2013** – Edificações habitacionais (desempenho e procedimento).
- NBR 15645:2020** – Execução de obras com o uso de tubos e aduelas pré-moldados em concreto.
- NBR 15696:2009** – Formas e escoramentos para estruturas de concreto.
- NBR 15708-1:2021** – Indústrias do petróleo e gás natural - perfis pultrudados (materiais, método de ensaio e tolerância dimensionais).
- NBR 15750:2020** – Tubulações de PVC para sistemas de transportes de água ou esgoto sob pressão.
- NBR 15802:2010** – Sistemas enterrados para distribuição e adução de água e transporte de esgotos sob pressão (requisitos para projetos em tubulação de polietileno PE 80 e PE 100 de diâmetro externo nominal entre 63 mm e 1600 mm).
- NBR 15812:2017** – Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos.
- NBR 15938:2016** – Via Férrea (travessia de tubulação).
- NBR 15952:2011** – Sistemas para redes de distribuição e adução de água e transporte de esgoto sob pressão.
- NBR 15961:2011** – Alvenaria estrutural – Blocos de concreto.
- NBR 15999:2008** – Gestão de continuidade de negócios.

NBR 16072:2012 – Argamassa impermeável.

NBR 16085:2020 – Poços de visita e inspeção pré-moldados em concreto armado para sistemas enterrados.

NBR 16172:2023 – Revestimentos anticorrosivos - determinação de descontinuidades em revestimentos anticorrosivos aplicados sobre substratos metálicos.

NBR 16280:2015 – Reformas de prédio ou unidade (requisitos).

NBR 16522:2016 – Alvenaria de blocos de concreto (métodos de ensaio).

NBR 16537:2024 – Acessibilidade - Sinalização tátil no piso (diretrizes para elaboração de projetos e instalação).

NBR 16584:2017 – Galeria técnica pré-moldada em concreto para compartilhamento de infraestrutura e ordenamento do subsolo (requisitos e métodos de ensaios).

NBR 16590:2017 – Composto polimérico para assentamento em alvenaria de vedação.

NBR 16636-1:2017 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 1: diretrizes e terminologia.

NBR 16636-2:2017 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 2: projeto arquitetônico.

NBR 16636:2023 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 3: projeto de arquitetura paisagística.

NBR 16636:2023 – Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos - Parte 4: projeto urbanístico.

NBR 16648:2018 – Argamassas inorgânicas decorativas para revestimento de edificações (requisitos e métodos de ensaios).

NBR 16682:2018 – Projeto de linha de recalque para sistema de esgotamento sanitário (requisitos).

NBR 17007:2021 – Soldagem de aços para emendas de estacas de fundações.

NBR 17015:2022 – Execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis.

NBR 17094-1:2018 – Máquinas elétricas girantes - Parte 1: motores de indução trifásicos (requisitos).

NBR 17094-2:2016 – Máquinas elétricas girantes - Parte 2: motores de indução monofásicos (requisitos).

NBR 17094-3:2018 – Máquinas elétricas girantes - Parte 3: motores de indução trifásicos (métodos de ensaio).

NBR 17094-4:2016 – Máquinas elétricas girantes - Parte 4: motores de indução monofásicos (métodos de ensaios).

NBR 17240:2010 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio (projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio).

NBR 62676-1-1:2013 – Sistemas de videomonitoramento para uso em aplicações de segurança.

CEB – Comité Européen du Béton (Comitê Europeu do Concreto).

ACI – American Concrete Institute (Instituto Norte-americano do Concreto).

DIN – Deutsche Industrie Norm (Norma da Indústria Alemã).

AISI – American Iron and Steel Institute (Instituto Norte-americano do Ferro e do Aço).

ANSI – American National Standards Institute (Instituto Nacional Norte-americano de Padrões).

ASME – The American Society of Mechanical Engineers (Sociedade Norte-americana de Engenheiros Mecânicos).

ASTM – American Society for Testing and Material (Associação Norte-americana de Testes e Materiais).

Normas Regulamentadoras (NR)

NR 10 – Segurança e serviços em eletricidade.

NR 12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.

NR 17 – Ergonomia.

NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.

NR 19 – Explosivos.

NR 23 – Proteção contra incêndio para locais de trabalho (Portaria nº 3.214, do Ministério do Trabalho).

NR 24 – Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho.

Diretrizes e especificações técnicas da Iguá Saneamento

DT-COR-AUT-001 – Diretriz Técnica para automação, telegestão, telemetria e elétricas das estações.

DT-COR-CPX-001 – Diretriz Técnica de engenharia para os Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário.

DT-COR-CPX-007 – Diretriz Técnica para a elaboração de projetos e a apresentação de documentos técnicos.

- ET-COR-CPX-001** – Especificação Técnica para a codificação de documentos.
- FO-COR-SEG-010** – Formulário de permissão de trabalho para escavação.
- FO-COR-SEG-007** – DTS – Formulário de discussão sobre trabalho seguro.
- MO-COR-CPX-004** – Modelo passo a passo para a elaboração de cronograma.
- PR-COR-CPX-001** – Procedimentos de gestão de tempo.
- PR-COR-SEG-005** – Procedimento para a discussão sobre trabalho seguro.
- PR-COR-SEG-006** – Procedimento para a abertura e o escoramento de vala.
- PR-COR-STB-009** – Procedimento para a sinalização de obra em via pública.

Normas ISO

- ISO 9001:2015** – Sistema de Gestão da Qualidade (requisitos).
- ISO 9906:2012** – *Rotodynamic pumps – hydraulic performance acceptance tests - grades 1, 2 and 3.*
- ISO 5389:2005** – Turbocompressores (*performance e testes*).
- ISO 1217** – Compressores de deslocamento positivo (ensaios de aceitação).
- ISO 2151** – *Noise test code for compressors and vacuum pumps* (código de teste de ruído para compressores e bombas a vácuo).
- ISO 7240** – Sistemas de alarme e detecção de incêndio.
- ISO 14520** – Sistemas de extinção de incêndio com agentes gasosos.
- ISO/IEC 11801** – Cabeamento genérico para instalações de telecomunicações.
- ISO/IEC 27001** – Requisitos para um sistema de gestão de segurança da informação, incluindo controle de acesso.
- ISO/IEC 61156-5** – Norma para cabos simétricos com características de transmissão até 1.000 MHz.

Outras normas

- NBR NM 133** – Aços inoxidáveis (classificação, designação e composição química).
 - NBR NM 247-1** – Cabos elétricos - Parte 1: requisitos gerais.
 - NBR NM 247-2** – Cabos elétricos - Parte 2: métodos de ensaio.
 - NBR NM 247-3** – Cabos elétricos - Parte 3: requisitos específicos.
-
- ANSI/AWWA D 103** – *Standard for Factory-Coated Bolted Steel Tanks for Water Storage* (padrão para tanques de aço aparafusados revestidos de fábrica para Armazenamento de água).
 - ANSI/TIA/EIA 310 E** – Gabinetes, *racks*, painéis e equipamentos associados.

ANSI/EIA/TIA 568 A/B e seus adendos – Cabeamento de telecomunicações em edifícios comerciais.

ANSI/EIA/TIA-568-B.2-1 – Especificações de desempenho de transmissão para cabeamento de 4 pares de 100Ω Categoria 6.

ANSI/TIA/EIA 568 C – Cabeamento de telecomunicações em edifícios comerciais e seus componentes.

ANSI/TIA/EIA 569 – Caminhos e espaços de telecomunicações.

ANSI/TIA/EIA T11.2 – Norma para *fiber channel* (canal de fibra).

ANSI/UL1666-2002 – Altura de propagação de chamas de cabos elétricos e de fibra óptica instalados verticalmente em *shafts*.

AISI – *Specification for the design of cold formed steel structural members* (especificação para o projeto de membros estruturais de aço formados a frio).

API 650 – *Welded tanks for oil storage* (tanques soldados para armazenamento de óleo).

API STD 1104 – *Standard for welding pipelines and related facilities* (padrão para soldagem de tubulações e dutos na área de petróleo).

ASME – *Boiler and pressure vessel code* (código para caldeiras e vasos de pressão).

ASTM D1785 – *Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe, Schedules 40, 80, and 120*. (Especificação Padrão para Tubos Plásticos de Policloreto de Vinila (PVC), Programas 40, 80 e 12).

ASTM 1498 – *Standard Specification for Taper Pipe Threads 60° for Thermoplastic Pipe and Fittings*. (Especificação Padrão para Roscas Cônicas de 60° para Tubos e Conexões Termoplásticos).

ASTM 1784 – *Standard Classification System and Basis for Specification for Rigid Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Compounds and Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds*. (Sistema de Classificação Padrão e Base para Especificação de Compostos Rígidos de Policloreto de Vinila (PVC) e Compostos de Policloreto de Vinila Clorado (CPVC)).

ASTM 2467 – *Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 80*. (Especificação Padrão para Conexões de Tubos Plásticos de Policloreto de Vinila (PVC), Programação 80).

ASTM D-4388 – Especificação-padrão para fita de vedação de juntas.

ATM-155 (UTP), AF-PHY-0015.000 e AF-PHY-0018.000 – Transmissão ATM sobre UTP.

AWS D1.1 – *Structural welding code - steel* (código para soldagem estrutural em aço carbono).

AWS D1.2 – *Structural welding code - aluminum* (código para soldagem estrutural em alumínio).

AWWA D108 – *Aluminum dome roof for water storage facilities* (telhado em cúpula de alumínio para instalação de armazenamento de água).

AWWA E200 – *Progressive cavity chemical metering pumps* (bombas de dosagem química de cavidade progressiva).

CSA 22.2 – Padrão para equipamentos elétricos.

DNV – *Rules for design, construction and inspection of offshore structures* (regras para projeto, construção e inspeção de estruturas marítimas).

EN 1993-1-6 – *Design of steel structures* (projeto de estruturas de aço) - *Part 1-6: strength and stability of shell structures* (resistência e estabilidade de estruturas em casca).

EN 1993-4-2 – *Design of steel structures* (projeto de estruturas de aço) - *Part 4-2: tanks* (tanques).

EN 54 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio (Europa).

EN 50173-3 – Norma europeia para sistemas de cabeamento genérico em instalações industriais.

FCC 68.5 – Interferência eletromagnética (EMI).

IEC 998-2 – Requisitos para sistemas de detecção de incêndio.

IEC 998-4 – Sistemas de alarme de incêndio.

IEC 60268 – Requisitos para equipamentos de áudio, incluindo sistemas de alta voz.

IEC 60754-2 – Acidez da fumaça.

IEC 61034-2 – Densidade da fumaça.

IEEE 802.3ae – Norma para Ethernet de 10 Gigabits.

NFPA 72 – National Fire Alarm and Signaling Code (Código Nacional Norte-americano de Alarme e Sinalização de Incêndio).

TP-PMD, ANSI X3T9.5 – Transmissão de dados a 100 Mbps.

UL 444 – Cabos de comunicação.

UL 486C – Padrão para conectores de fio.

UL 510 – Padrão para fita isolante elétrica.

Gigabit Ethernet, IEEE 802.3z – Ethernet de 1 Gigabit.

100Base-TX, IEEE 802.3u – Norma para Ethernet de 100 Mbps sobre par trançado.

100Base-T4, IEEE 802.3u – Norma para Ethernet de 100 Mbps sobre quatro pares trançados.

10BASE-T, IEEE 802.3 – Norma para Ethernet de 10 Mbps.

100vg-AnyLAN, IEEE 802.12 – Norma para LAN de 100 Mbps.

3X-AS400, IBM – Norma para conectividade AS/400 da IBM.

Power Over Ethernet, IEEE 802.3af – Norma para alimentação elétrica sobre ethernet.

Token Ring, IEEE 802.5 – Norma para redes Token Ring.

10Gigabit Ethernet, IEEE 802.3an – Norma para Ethernet de 10 Gbps.

Resolução Conama nº 307:2002 – Destinação final de resíduos da construção civil.

DER/PR ES nº 05:2005 – Pavimentação (brita graduada).

DER/PR ES - P 13:2005 – Reparo profundo.

DNIT nº 031:2006 – Especificação de serviço: pavimentos flexíveis (concreto asfáltico).

DNIT nº 137:2010 – Especificação de serviço: pavimentação (regularização do subleito).

DNIT nº 138:2010 – Especificação de serviço: pavimentação (reforço do subleito).

DNIT nº 139:2010 – Especificação de serviço: pavimentação (sub-base estabilizada granulometricamente).

DNIT nº 141:2010 – Especificação de serviço: pavimentação (base estabilizada granulometricamente).

DNIT nº 145:2015 – Especificação de serviço: pavimento asfáltico (pintura de ligação com ligante asfáltico).

DNIT nº 154:2010 – Especificação de serviço: pavimentação asfáltica (recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos).

DNIT IPR nº 738 – Manual de sinalização de obras e emergências em rodovias.

NSF/ANSI Standard & 61 Drinking Water System Components – *Health effects by most governmental agencies that regulate drinking water supplies* (componentes do sistema de água potável – efeitos sobre a saúde, segundo a maioria das agências governamentais que regulam o abastecimento de água potável).

Norma Técnica Sabesp (NTS) nº 282.

Instrução Técnica nº 11:2019 (Polícia Militar do Estado de São Paulo e Corpo de Bombeiros) – Saídas de emergência.

NORMAM-11/DPC:2018 (Normas da Autoridade Marítima) – Procedimentos para obras, dragagens, pesquisa e lavra de minerais sob/sobre as margens das águas jurisdicionais brasileiras.

Leis, decretos e portarias

Lei nº 9.433:1997 – Instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos, criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamentação do inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal e alteração do artigo 1º da Lei nº 8.001:1990 (que modificou a Lei nº 7.990:1989).

Lei nº 9.605:1998 – Sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Lei nº 13.303:2016 – Estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios.

Lei nº 13.425:2017 – Diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público.

Lei nº 13.709: 2018 – Instituição da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

Decreto nº 11.868:2018 – Regulamentação da Lei nº 19.449:2018, dispondo sobre o exercício do poder de polícia administrativa pelo Corpo de Bombeiros Militar do Paraná, e instituição das normas gerais para a execução de medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres.

Decreto nº 38.069:1993 – Instruções técnicas válidas para o estado de São Paulo, incluindo proteção contra incêndio para estruturas metálicas, procedimentos simplificados para aprovação e vistoria, e sistemas de alarme de incêndio em edificações.

Decreto nº 40.637:2020 – Instituição do regulamento de segurança contra incêndio e pânico das edificações e áreas de risco em Sergipe, em conformidade com a Lei nº 8.151:2016.

Decreto nº 42:2018 – Regulamentação do Decreto-Lei nº 247, de 21 de julho de 1975, dispondo sobre o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico (COSCIP) no Rio de Janeiro.

Portaria nº 36:2008, da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – Critérios técnicos para a outorga de direito de uso de recursos hídricos para a captação de água superficial em rios de domínio de Santa Catarina.

Portaria nº 518:2004, do Ministério da Saúde – Responsabilidades de quem produz água, exercício do controle de qualidade e vigilância da qualidade da água para o consumo humano.

Resolução Conama nº 001:1986 – Critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.

Resolução Conama nº 015:2001 – Apresentação de Estudos de Impacto Ambiental (EIA), pela Petrobras, sobre o uso de metanol como combustível.

Resolução Conama nº 237:1997 – Aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.

Resolução Conama nº 357:2005 – Classificação dos corpos d'água e das diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como condições e padrões de lançamento de efluentes.

Resolução Conama nº 430:2011 – Condições e padrões de lançamento de efluentes (alteração da Resolução nº 357).

Resolução nº 27:2009 (Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Mato Grosso) – Critérios técnicos para a análise dos pedidos de outorga de captação superficial (disponibilidade hídrica, uso racional da água e garantia de usos múltiplos).

Acórdão nº 2.622:2013 (Tribunal de Contas da União).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEM SOBRINHO, Pedro. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. São Paulo, Escola Politécnica da USP, 2ª edição, 1999.
- ANA. Diagnóstico da outorga de direito de uso de recursos hídricos no Brasil. Caderno de Recursos Hídricos. Volume 6. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Brasília.
- AZEVEDO NETTO, José RICHTER, Carlos. Tratamento de água: tecnologia atualizada. reimpressão São Paulo: Blucher, 2013.
- DER-SP – Manual de Sinalização Rodoviária (obras, serviços de conservação e emergências).
- Roteiro para elaboração de projeto sistemas de esgotos sanitários - CETESB, novembro de 2007.
- FERNÁNDEZ, Miguel. Manual de Hidráulica. São Paulo: Blucher, 9ª edição, 2015
- NUVOLARI, Arioaldo. Et al. Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola. São Paulo: Blucher, 2ª edição, 2011.
- TSUTIYA, Milton. Abastecimento de Água. São Paulo, Escola Politécnica da USP, 3ª edição, 2006.

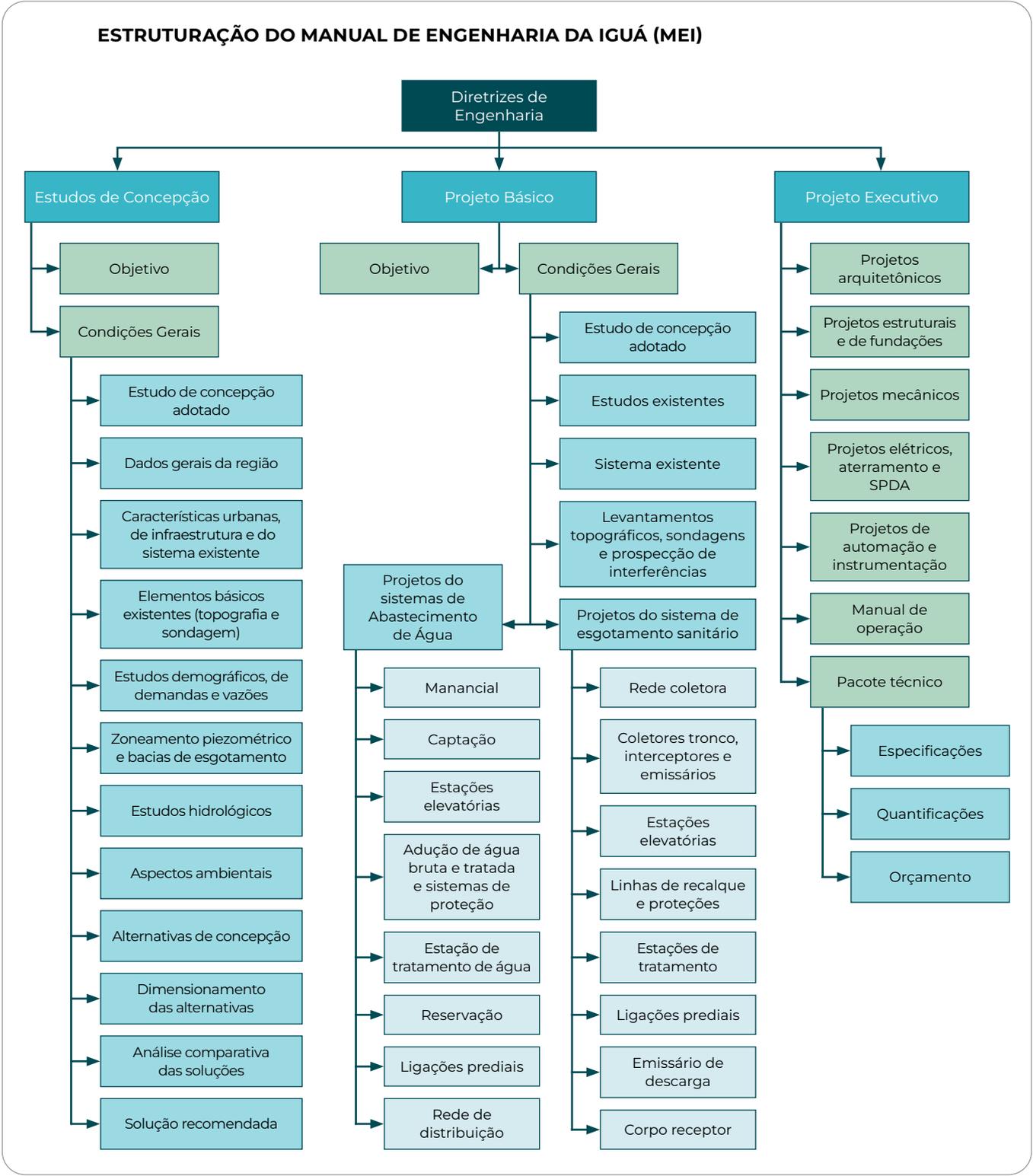
1

SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

1.1 OBJETIVO

Este documento visa orientar sobre os processos de contratação, de acompanhamento e de fiscalização da execução de projetos (concepção, projeto básico e projeto executivo) dos Sistemas de Água e Esgoto (SAEs), com padronizações para a escolha da melhor técnica.

ESTRUTURAÇÃO DO MANUAL DE ENGENHARIA DA IGUÁ (MEI)



1.2 ITENS GERAIS

1.2.1 Plano de trabalho

O plano de trabalho faz parte de todo e qualquer tipo de contratação, como ETC, projeto básico de engenharia, projeto executivo e serviços de campo (entre eles, construção civil, montagem hidromecânica e elétrica). Ele deverá conter, no mínimo, os seguintes elementos:

- Breve descrição sobre como a execução do contrato será realizada, incluindo a listagem de elementos e dos materiais necessários para a condução dos estudos.
- Resumo com o número de frentes de trabalho, conforme indicado pela proposta técnica no quadro de alocação dos profissionais da equipe.
- Detalhes sobre como a contratada irá gerenciar os serviços terceirizados (se existirem, conforme especificado na proposta técnica).
- Assuntos discutidos e acordados na reunião de kick-off, e que serão relevantes para o plano de trabalho.
- Relação e documentos que comprovem o vínculo empregatício dos profissionais da equipe própria, conforme exigido no contrato.
- Relação e documentos das empresas e/ou dos profissionais envolvidos na prestação de serviços técnicos especializados que necessitarão de terceirização (sujeitos à apreciação e aprovação, quando isso for aplicável). Também será necessária a apresentação dos comprovantes de vínculo, conforme exigido no Termo de Referência (TR), caso sejam aprovados.
- Cronogramas físico e financeiro para cada unidade (se houver várias unidades envolvidas no contrato).
- Cronogramas físico e financeiro gerais da contratação, com os marcos intermediários do projeto.

1.2.2 Mobilização inicial: levantamento de dados e reunião de *kick-off*

A mobilização do contrato visará atender ao objeto da contratação. Ela compreenderá todos os eventos administrativos e técnicos necessários para o início dos trabalhos. Essa dinâmica incluirá, no mínimo:

- A coleta de informações sobre os serviços contratados.
- A verificação e a validação das informações fornecidas pela Iguá Saneamento.
- O levantamento dos dados cadastrais de todas as unidades e o aprimoramento/validação dos cadastros iniciais.
- A preparação, a apresentação e a correção dos documentos (quando isso for necessário).
- A apresentação resumida do conhecimento técnico dos sistemas.
- A realização de reunião de *kick-off* para o início do contrato.

- A realização de visita técnica inicial ao sistema, com datas previamente acordadas entre a contratada e a contratante.
- Execução de outras atividades necessárias para o início dos serviços contratados.

1.2.3 Serviços de campo

Se o Termo de Referência apontar para a obrigatoriedade de a contratada efetuar serviços de campo, os levantamentos deverão fornecer suporte aos componentes do estudo ou dos projetos.

LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS

Os levantamentos topográficos têm por finalidade mapear a superfície terrestre. O levantamento dos elementos existentes no terreno deverá ser realizado em planta, com a variação de cotas no local, e contemplando todas as unidades existentes, como, no mínimo, árvores, postes, caixas, limite de curso d'água, limite de edificações, cercas e detalhes de arruamento. Os arquivos digitais (DWG e DXF) e os croquis deverão ser entregues para validação

A qualidade de um levantamento topográfico é definida pela precisão e por sua exatidão. Assim, os dados coletados terão de representar, fielmente, a realidade do terreno, possibilitando aos engenheiros tomar decisões embasadas em informações confiáveis. A precisão deverá assegurar a consistência das medidas.

O levantamento topográfico terá de ser georreferenciado no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), com coordenadas UTM. O marco utilizado como referência para a base, ou seja, para a correção das coordenadas, deverá ter relatório de processamento do IBGE (IBGE PPP).

Deverão ser levados em consideração os seguintes serviços (não se limitando a eles):

- Cadastro de unidade existente.
- Transporte de cota.
- Levantamento planialtimétrico da área.
- Locação e nivelamento de linha.
- Seções batimétricas (secas e molhadas).
- Mapa cadastral.
- Mapa altimétrico.

Todos os levantamentos deverão seguir a norma NBR 13.133 (execução de levantamento topográfico).

SONDAGEM

O serviço envolve a determinação e a marcação do posicionamento e da altitude de onde será conduzida a sondagem geológica do terreno. A localização e o levantamento dos furos de sondagem deverão ser realizados a partir de pontos (placas metálicas, piquetes ou marcos) implementados durante o levantamento topográfico (controle básico ou imediato).

Na ausência desses pontos, o nivelamento deverá ser feito de acordo com o item de transporte de altitude (cota) e de transporte de coordenadas (conforme o item de monumentação de vértices de controle básico ou imediato, referindo todo o trabalho ao DATUM utilizado pela Iguá Saneamento). Será permitido o uso da metodologia RTK na execução do serviço, respeitando-se uma precisão mínima de 0,2 m.

Cada ponto locado deverá ser materializado por meio de piquete e de estaca-testemunha. Sua identificação se dará por um número pintado com tinta indelével vermelha. O topo do piquete deverá ser nivelado. A critério da Iguá Saneamento, será possível a utilização de detalhes físicos existentes na área (postes, cantos de muros etc.) como referência para a locação, desde que possam ser vinculados ao levantamento topográfico da área.

1.3 ESTUDOS DE CONCEPÇÃO

Os Estudos de Concepção (ETC) consistem numa análise qualitativa e quantitativa das diversas partes dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Seu objetivo é oferecer uma abordagem integrada de critérios técnicos, econômicos, financeiros e ambientais, fatores determinantes para a melhor estruturação dos projetos.

Em relação aos Sistemas de Abastecimento de Água, será crucial que o pré-dimensionamento e a integração de suas partes assegurem um fornecimento contínuo, sanitariamente seguro e de operação funcional, desde a implementação dos projetos. No que se refere aos Sistemas de Esgotamento Sanitário, será necessária a observação das diretrizes estabelecidas pelas normas da ABNT, para que sejam garantidas a separação adequada e/ou a implementação da coleta de tempo seco – desde que justificadas.

Quando se trata de expandir ou melhorar sistemas existentes, com a introdução de novas unidades ou equipamentos, o ETC examinará o impacto dessas mudanças nas demais partes do sistema.

A equipe técnica da Iguá Saneamento escolherá a abordagem apropriada, com base no escopo do contrato descrito no Termo de Referência e na complexidade do sistema. Isso poderá envolver a contratação de terceiros para a execução do ETC ou, até mesmo, a inclusão do projeto básico de engenharia na mesma contratação, se isso for necessário.

O TR poderá incluir atividades comuns a um Estudo de Concepção, como estudos populacionais e cálculos de demanda, mesmo que a contratação não seja especificamente para essa finalidade.

O ETC abrangerá todas as atividades mencionadas no Manual de Engenharia, mas poderá haver exceções em relação ao tamanho, à complexidade do sistema e a justificativas técnicas. No caso de dúvidas sobre o escopo da contratação, a contratada deverá consultar a equipe técnica da Iguá Saneamento responsável pelo contrato.

1.3.1 Componentes do estudo de concepção

O ETC poderá ter os seguintes itens, conforme orientações destacadas no Termo de Referência:

- Dados da comunidade e da região.
- Estudo de população.
- Estudos ambientais.
- Sistemas de Abastecimento de Água.
- Sistemas de Esgotamento Sanitário.
- Estudos de viabilidade.

DADOS DA COMUNIDADE E DA REGIÃO

DADOS GERAIS DA REGIÃO A SEREM APRESENTADOS

Os dados do estudo deverão ser objetivos e limitados à abordagem do ETC, compreendendo, apenas, as informações que possam, efetivamente, intervir na implementação do sistema. Deverão, também, apresentar, no mínimo, as informações a seguir:

- Características físicas da região.
- Mapa com a localização da área abrangente.
- Hidrografia e hidrogeologia.
- Informações climáticas (temperatura, pluviometria, umidade relativa, ventos, evapotranspiração etc.).
- Vegetação.
- Topografia, relevo e geologia.
- Características sociais e econômicas, incluindo:
 - Atividades econômicas mais relevantes e caracterização do mercado de trabalho e da mão de obra disponível.
 - Distribuição de renda.
 - Indicadores socioeconômicos.

CARACTERÍSTICAS URBANAS, DE INFRAESTRUTURA E DO SISTEMA EXISTENTE

Será fundamental que sejam levantadas e apresentadas as seguintes informações:

- Características urbanas.
- Planos diretores.
- Plano Municipal de Saneamento Básico.
- Planos de implementação de obras públicas.
- Identificação das zonas de conservação ambiental ou com restrições à ocupação.
- Uso e ocupação do solo.

- Demografia.
- Sistemas de infraestrutura e condições sanitárias, contendo:
 - Índice de cobertura do Sistema de Abastecimento de Água e do Sistema de Esgotamento Sanitário (população atendida, índices de atendimento de abastecimento, coleta e tratamento, volumes produzidos, coletados e tratados etc.).
 - Planta com a indicação da área atendida.
 - Resíduos sólidos urbanos, industriais, hospitalares e dos sistemas de saneamento: coleta, tratamento e destinação final.
 - Verificação sobre se há alguma restrição, perante o município, quanto à aceitação, no aterro sanitário, do lodo gerado nas ETAs, do material retido no processo e do lodo de esgoto da ETE e/ou das EEEs.
 - Abordagem sobre a situação do licenciamento ambiental e da outorga dos sistemas de saneamento do município ou de propostas de regularização ambiental (caso existam).
 - Sistema de drenagem e contenção de cheias: canalizações, barragens etc.
 - Saúde: índice de mortalidade infantil e ocorrência de internações e de óbitos por patologias de disseminação hídrica.
 - Sistema viário.
 - Sistema de fornecimento de energia elétrica.
- Identificação e apresentação de todos os elementos do sistema existente:
 - Planta geral e croqui esquemático do sistema atual.
- Descrição de todas as unidades do sistema:
 - Em SAA: manancial, captação, caixa de areia, estação elevatória de água bruta, adutora de água bruta, ETA, estação elevatória de água tratada, adutora de água tratada, reservatório, rede de distribuição e ligação de água.
 - Em SEE: ligação de esgotos, rede coletora, coletor-tronco, interceptor, estação elevatória, linha de recalque e emissário, por sub-bacia de esgotamento e ETE.
- Características principais das unidades (processo, diâmetro, capacidade, potência, estado de conservação etc.).
- Análise de todos os estudos, projetos e planos existentes que interfiram nesse estudo, visando alcançar a melhor alternativa para a solução proposta.
- Diagnóstico das condições atuais dos sistemas, da cobertura, da capacidade, do estado de conservação das unidades e equipamentos e das dificuldades operacionais, tendo em vista a exploração das edificações e instalações existentes:
 - **Sistemas de Abastecimento de Água** – Análise da situação da fonte de água bruta, da região e da população atendida, do nível de atendimento, da regularidade de abastecimento de água por setor, do consumo *per capita* e por economia, da quantidade de ligações e do consumo por categoria, das perdas excessivas e do baixo rendimento (vazamentos, ligações irregulares, incrustações etc.), do manejo dos lodos e demais resíduos gerados nas unidades de tratamento e na estação elevatória e da qualidade da água tratada, com base em dados históricos.

- **Sistemas de Esgotamento Sanitário** – Região e população atendidas, nível de atendimento com coleta e tratamento, vazões de esgoto coletado e tratado, quantidade de ligações e consumo por categoria, infiltração no sistema coletor-tronco, manejo dos lodos e outros resíduos produzidos nas unidades de tratamento e estações elevatórias, designação dos esgotos bruto e tratado e da situação do corpo receptor, inclusive com base em dados históricos.

ZONAS DE PRESSÃO E BACIAS DE ESGOTAMENTO

O zoneamento é necessário quando os desníveis nas cotas do terreno e na área a ser atendida (entre as áreas mais altas e as mais baixas) ultrapassam a pressão estática máxima proposta pelas normas. Nesses casos, torna-se necessária a subdivisão da área em zonas de pressão, resultando em zonas de baixa, média e alta pressão. Cada um desses setores deverá ter uma rede de distribuição independente.

As interligações entre as zonas de pressão poderão ser feitas (unicamente) para atender a emergências. Nessas situações, normalmente, os registros deverão permanecer fechados. Para a delimitação de um setor de abastecimento, será preciso considerar (além das condições topográficas), o perfil dos consumidores da área a ser atendida.

Definidos esses critérios, poderão ser presumidas a localização dos reservatórios, estimadas as linhas de distribuição e determinados todos os acessórios necessários ao abastecimento.

Deverá ser feita visita técnica ao local para análise do cenário operacional, observando-se o zoneamento piezométrico e as áreas de influência das partes do sistema. Além disso, será necessário evidenciar os principais problemas, como vazamentos, fraudes, extravasamentos, alto consumo mínimo noturno, ponto crítico, ar nas tubulações, estado de conservação das tubulações, bombas operando em sua capacidade-limite, reclamações em relação à qualidade da água e à falta d'água etc.

Para um melhor controle do abastecimento e a diminuição das perdas de água no sistema, deverá ser verificada a possibilidade de divisão dos setores em subsetores independentes, com alimentação controlada por macromedidores (os DMCs) e controle da pressão de entrada por válvulas redutoras de pressão (as VRPs), sempre sendo simulado (previamente e posteriormente) o funcionamento do abastecimento, por meio de modelo hidráulico (abastecido com medições em pontos específicos).

Os estudos das bacias de esgotamento serão iniciados pelo levantamento da condição da área a ser atendida, identificando-se como são realizados a coleta e o processo de tratamento ou disposição atual, além do perfil dos consumidores e das estruturas de esgotamento da bacia e de seu entorno, visando suportar a decisão de transposições, a adoção do conjunto de bacias ou o tratamento local individualizado.

Inicialmente, por meio de estudo, deverá ser realizado o levantamento das características locais da região, com a apresentação da planialtimetria da base cartográfica e as características geotécnicas.

1.3.2 Estudo de população

O crescimento vegetativo projetado deverá considerar as especificidades da região. Isso porque, muitas vezes, a curva de crescimento populacional sofre redução para anos posteriores. Assim, é recomendável que essa questão seja avaliada em função das projeções dos planos diretores (e revisadas com base na expansão urbana ocorrida e projetada para a região). Para a definição da estimativa de população, deverá ser utilizado o maior número possível de elementos, como:

- Dados do IBGE (domicílios e populações urbanas/rurais/residenciais, industriais e públicos).
- Estudos demográficos existentes.
- Pesquisa de campo.
- Dados fornecidos por órgãos oficiais.
- Tendência de ocupação.
- Projeção populacional.
- População atendida atualmente pelo sistema de saneamento.
- Estudo da demanda (análise do consumo e distribuição por categoria).
- Cálculo das demandas (média e máxima diária e horária), distribuído por tipo de consumidor).
- Nível de atendimento.

A utilização de dados estatísticos não oficiais exige comprovação de confiabilidade. Nos estudos dos SAA, para a determinação das demandas de água, deverão ser considerados o consumo das ligações medidas e não medidas e o volume de perdas no sistema. Os volumes faturados não servirão como parâmetro de cálculo da demanda de água.

Para os SES, deverá ser apresentado o estudo de vazões e cargas orgânicas. Os cálculos terão de ser apresentados ano a ano.

1.3.3 Estudos ambientais

ASPECTOS AMBIENTAIS

Este item deve abordar todas as questões ambientais relevantes relativas ao empreendimento proposto, com a finalidade de analisar os impactos ambientais nas alternativas propostas.

A Resolução nº 1:1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) instituiu a indispensabilidade do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de práticas modificadoras do meio ambiente. Os processos, contudo, são definidos pela legislação estadual. Assim, no Estudo de Concepção, deverá ser verificado o processo de licenciamento ambiental do estado correspondente.

No estado de São Paulo, onde o processo é mais rigoroso, a Resolução SMA 42:1994 instituiu 2 instrumentos que precedem o EIA e o RIMA – o Relatório Ambiental Preliminar (RAP) e o Termo de Referência TR) – e estabeleceu que o licenciamento ambiental deverá ser realizado em 3 etapas, que são definidas a seguir:

- **Licença Prévia (LP)** – Deverá ser requerida na fase de planejamento das atividades visando à aprovação de sua localização e concepção. Será expedida com as premissas básicas a serem acatadas nas etapas de instalação e operação. A Licença Prévia garantirá a viabilidade ambiental do sistema a ser implementado.
- **Licença de Instalação (LI)** – Deverá ser requerida após a emissão da Licença Prévia, na fase de detalhamento do projeto, devendo satisfazer às demandas e às exigências do órgão ambiental na Licença Prévia.
- **Licença de Operação (LO)** – Deverá ser requerida após a implementação do empreendimento. Ela permitirá a operação do empreendimento após a comprovação do efetivo cumprimento das premissas solicitadas nas licenças anteriores, como as providências de controle ambiental e as imposições definidas para a operação.

O RAP é fundamental para originar o processo do licenciamento ambiental. Trata-se de estudo técnico concebido por profissionais de áreas distintas e que propicia elementos para a avaliação da viabilidade ambiental de empreendimentos ou de práticas potencialmente poluidoras. A composição do relatório deverá estar em conformidade com a legislação ambiental.

A função do RAP será sustentar a necessidade ou não de EIA-RIMA para a obtenção da Licença Prévia. O órgão ambiental analisará o RAP. Na avaliação, poderá indeferir o pedido de licença por razões técnicas ou legais ou, então, exigir/dispensar o EIA-RIMA.

A exigência da outorga preventiva terá de ser verificada de acordo com a região na fase do Estudo de Concepção. A de outorga de uso dos recursos hídricos deverá acontecer na fase de projeto para captação.

Para as captações superficiais, haverá a necessidade de apresentação das vazões de referência mínimas, visando garantir água no manancial sem prejudicar as retiradas. Isso será determinado por meio de cálculos de alocação de água.

No estado de São Paulo, o órgão gestor adota com vazão máxima outorgável os 50% da Q_{7,10}, na seção, por bacia. Em Santa Catarina, a portaria SDS nº 36, de 29 de julho de 2008, estabelece vazão de referência Q₉₈, (vazão outorgável de 50% da vazão de referência). Já no Mato Grosso, a vazão máxima outorgável estabelecida pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos é de 70% da Q₉₅, índice também adotado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Quando o objeto for a extração de águas subterrâneas, será necessária uma autorização para a perfuração do poço. No pedido, deverão ser informados a localidade da perfuração, a expectativa de vazão e o tipo de aquífero esperado.

A outorga não autoriza o lançamento de efluentes em corpos d'água, mas permite a prática de diluição dos efluentes. Assim, será necessário avaliar a disponibilidade hídrica para a diluição dos efluentes em corpos d'água sem haver a alteração da classe de enquadramento do corpo receptor.

Outros usos de recursos hídricos que alteram o regime, a quantidade ou a qualidade da água em um corpo d'água também estão sujeitos à outorga. Para esse fim, os documentos exigidos habitualmente são os seguintes:

- Fluxograma de uso da água.
- Relatórios fotográficos.
- Estudos hidrológicos.
- Memorial de cálculo (tempo de concentração, período de retorno, equação de chuva, vazões de cheia, entre outros itens).
- Dimensionamento hidráulico.
- Formulários.
- Parecer técnico de companhia ambiental.
- Planta de locação e do trecho onde acontecerão os serviços.

Cada estado tem uma legislação e particularidades a serem seguidas. No *site* da ANA, estão disponíveis os *links* para as páginas dos órgãos estaduais responsáveis pelas outorgas.

CAPTAÇÃO DE ÁGUA

Os mananciais a serem analisados no Estudo de Concepção deverão apresentar condições sanitárias satisfatórias, em atendimento à NBR 12.216 (Projeto de ETA para abastecimento público) e com vazão suficiente para suprir a demanda máxima esperada.

Se os corpos hídricos selecionados forem de domínio estadual, os estudos deverão ser submetidos à análise dos órgãos competentes locais. Se forem de domínio da União, a avaliação deverá ser da ANA.

MANANCIAIS SUPERFICIAIS

Para esses corpos hídricos, deverão ser apresentadas análises sobre os seguintes itens:

- **Caracterização dos aquíferos** – Caracterização e definição das alterações sofridas pelo fluxo subterrâneo no período de estiagem e no período chuvoso.
- **Monitoramento da qualidade da água** – Coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. Análises físico-químicas, bacteriológicas e toxicológicas das águas do manancial. A caracterização da qualidade da água possibilitará a definição da melhor alternativa de tratamento, visando alcançar a eficiência para o processo.
- **Determinação das vazões mínimas e máximas do aquífero** – Coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre os dados históricos de vazão.
- **Estudo de enquadramento dos rios** – Um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, é responsável pela definição da classe de qualidade da água para seus usos preponderantes. Abrange a qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos seus principais usos (sistema de classes) atuais e futuros.

- **Avaliação de transporte e deposição de sedimentos** – Os processos de erosão provocados pela urbanização estão relacionados ao transporte de sedimentos. Para a solução ou a minimização eficaz de problemas associados à deposição de sedimentos, serão fundamentais o entendimento do transporte e a avaliação da carga de sedimentos transportados. Também será decisiva a verificação dos sólidos suspensos totais e granulométricos, que servirão para diagnosticar a possibilidade e/ou necessidade de alteração do processo de captação ou instalação de desarenadores ou pré-sedimentadores.
- **Gestão de recursos hídricos, diagnóstico e plano de manejo** – Assegurará às gerações atuais e futuras a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. O plano de manejo é um documento elaborado a partir de diversos estudos, incluindo diagnósticos do meio físico, biológico e social. Ele estabelece as normas, as restrições para o uso e as ações a serem desenvolvidas em seu entorno.
- **Modelagem e simulação hidrodinâmica** – É o mapeamento de zonas de inundação, medidas de controle de inundações, estudos de cota de inundação, escoamento por estruturas hidráulicas, ondas de rompimento de barragens, transporte e diluição de poluentes e sedimentos. Serve também para avaliar os impactos relacionados.

MANANCIAIS SUBTERRÂNEOS

Para esses corpos hídricos, deverão ser apresentados os seguintes itens:

- Relação dos poços existentes.
- Dados geológicos sobre o aquífero.
- Zoneamento da região com maior capacidade explorável.
- Histórico da exploração dos recursos hídricos na região.
- Caracterização ambiental da bacia de contribuição e de recarga.
- Levantamento sanitário da bacia, incluindo-se a interpretação de ensaios físico-químicos e bacteriológicos das águas dos poços da região em estudo, informações de monitoramento e orientações existentes, em conformidade com as legislações pertinentes.
- Uso e ocupação atual do solo, tendências futuras ou outras intervenções que possam prejudicar os aspectos qualitativos e quantitativos da água dos mananciais.
- Informações técnicas sobre o equipamento empregado para a retirada da água.
- Tratabilidade das águas do manancial.
- Conformidade com os procedimentos estabelecidos pelo Plano Diretor da Bacia Hidrográfica.
- Na hipótese de o manancial ter outorga existente ou requerida, deverão ser apresentadas as seguintes informações:
 - Tipo da outorga.
 - N° portaria/protocolo.
 - Vazão outorgada/solicitada (m³/h).
 - Data de vencimento/protocolo.
 - Tempo de bombeamento outorgado/protocolado (h/dia).

LANÇAMENTO DE EFLUENTES

ÁGUAS INTERIORES

Em relação a este item, deverão ser apresentados as seguintes informações:

- Levantamento dos estudos hídricos relativos à bacia hidrográfica dos possíveis corpos receptores.
- Determinação das condições sanitárias dos corpos receptores para a região do lançamento até o campo de influência de suas características (considerando-se as disposições legais sobre a classe do corpo receptor, seus padrões de qualidade e os lançamentos).
- Estabelecimento das concepções sanitariamente comparáveis para o direcionamento do esgoto da área em análise aos corpos receptores.
- Determinação das vazões mínimas e máximas.
- Avaliação da capacidade autodepuradora do corpo receptor, da necessidade de tratamento do esgoto e das eficiências requeridas, bem como a indicação das implicações aos usos da água e as exigências de qualidade.
- Análise dos efeitos possíveis relativos a outros usuários outorgados e empreendimentos hidrelétricos, principalmente, outras captações e/ou lançamento de efluentes.

ÁGUAS COSTEIRAS

A abordagem sobre o corpo receptor costeiro que compreende também as baías, estuários, lagunas e deltas deverá abranger, entre outras particularidades, as seguintes:

- Análise, com a Marinha e órgãos ambientais, das restrições sobre as autorizações para a implementação das obras.
- Determinação das condições sanitárias e ambientais, observando-se a balneabilidade e análises da qualidade das águas.
- Estudos batimétricos atualizados da região.
- Estudos de correntes.
- Análise do processo de autodepuração.
- Vazões de lançamento para início e final do plano.

1.3.4 Sistemas de Abastecimento de Água (SAA)

CAPTAÇÃO

Deverão estar previstas as seguintes informações:

- Localização.
- Descrição e pré-dimensionamento hidráulico da tomada d'água, com identificação do tipo e da forma.
- Identificação das redes de energia elétrica e de telefonia compatíveis com o porte do sistema proposto (e indicação de suas características). Deverão ser apresentados estudo e os respectivo custo de implementação até o local das redes de energia elétrica e de telefonia (se necessário).

- Caracterização topográfica, batimétrica e geotécnica das áreas analisadas.
- Delimitação da área de inundação e seus impactos.
- Identificação da área de desapropriação.
- Ponderação sobre a disponibilidade de área para a ampliação/modificação do local adotado.
- Para a captação superficial no espaço aquaviário, será importante o conhecimento da Norma da Autoridade Marítima NORMAM-11/DPC, que visa garantir a ordem e a segurança da navegação.

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA E TRATADA

Deverão estar previstas as seguintes informações:

- Localização.
- Identificação da cota de inundação.
- Pré-dimensionamento dos conjuntos elevatórios.
- Definição de dispositivos de proteção e operação.
- Pré-dimensionamento hidráulico de tubulações, peças e acessórios.
- Identificação das tubulações, das peças e dos acessórios (definição do material).
- Identificação de travessias de rios, rodovias, ferrovias, faixas de servidão/desapropriação e de áreas de proteção ambiental.
- Identificação das redes de energia elétrica e telefonia e das condições de acesso.
- Identificação de interferências e pontos notáveis.
- Identificação de áreas de desapropriação e de proteção ambiental.

ADUTORA DE ÁGUA

- Deverão estar previstas as seguintes informações:
- Alternativas e definição de traçado, levando-se em consideração as interferências, os pavimentos, as, larguras das vias e o alinhamento predial.
- Análise técnica e econômica das alternativas.
- Pré-dimensionamento hidráulico e identificação de tubulações, peças, acessórios e equipamentos.
- Definição do material empregado e da classe de pressão.
- Especificar o tipo de ancoragem e de “envelopamento”.
- Pré-dimensionamento de travessias e obras especiais, considerando-se as interferências com os sistemas de infraestrutura existentes.
- Consideração do custo com energia elétrica consumida e a eficiência energética na elevatória.
- Identificação de interferências e pontos notáveis.

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Deverão estar previstas as seguintes informações:

- Estudo de alternativas tecnológicas e locacionais.
- Pré-dimensionamento hidráulico das unidades da ETA e das unidades para o tratamento e a disposição final dos efluentes.
- Avaliação preliminar do perfil hidráulico.
- Caracterização geotécnica das áreas estudadas por meio das sondagens existentes.
- Caracterização físico-química e microbiológica da água.
- Avaliação da variabilidade dos parâmetros de cor, turbidez, ferro, manganês e outros que forem necessários, para a verificação do tipo de tratamento necessário a ser implementado de acordo com as características da água bruta do manancial, considerados, inclusive, os aspectos de sazonalidade (quantidade e qualidade).
- Identificação das redes de energia elétrica e de telefonia, indicando suas características.

RESERVATÓRIOS

Deverão estar previstas as seguintes informações:

- Estudo de alternativas tecnológicas e locacionais, de tipo e de capacidade.
- Caracterização geotécnica das áreas estudadas por meio das sondagens existentes.
- Identificação das redes de energia elétrica e de telefonia, indicando suas características.

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Deverão estar previstas as seguintes informações:

- Estudo de setorização.
- Pré-dimensionamento hidráulico de tubulações principais e secundárias.
- Pré-dimensionamento de travessias e obras especiais, considerando-se as interferências com os sistemas de infraestrutura existentes.

1.3.5 Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES)

REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Deverão estar previstas as seguintes informações:

- Definição das bacias de contribuição e população a ser atendida.
- Pré-dimensionamento hidráulico da rede e seus acessórios.
- Tipo de material, diâmetro, extensão, profundidade média da rede, características do solo e do tipo de pavimento.
- Pré-dimensionamento de travessias e obras especiais, considerando-se as interferências com os sistemas de infraestrutura existentes.

COLETORES, COLETORES TRONCO, INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS DE ESGOTO

Deverão estar previstas as seguintes informações:

- Caracterização topográfica e geotécnica.
- Alternativas de traçado.
- Pré-dimensionamento hidráulico de tubulações, peças, acessórios e equipamentos.
- Definição do material empregado e da classe de pressão.
- Especificação do tipo de ancoragem e o “envelopamento”.
- Pré-dimensionamento de travessias e obras especiais, considerando-se as interferências com os sistemas de infraestrutura existentes.

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E LINHA DE RECALQUE

Deverão estar previstas as seguintes informações:

- Localização.
- Identificação da cota de inundação.
- Pré-dimensionamento dos conjuntos elevatórios.
- Pré-dimensionamento do poço de sucção da elevatória, das dimensões e das formas geométricas.
- Definição de dispositivos de proteção e de operação.
- Pré-dimensionamento hidráulico de tubulações, peças e acessórios.
- Identificação das tubulações, das peças e dos acessórios (definição do material).
- Identificação de travessias de rios, rodovias, ferrovias, faixas de servidão/desapropriação e de áreas de proteção ambiental.
- Identificação das redes de energia elétrica e de telefonia e as condições de acesso.
- Identificação de interferências e pontos notáveis.
- Identificação de áreas de desapropriação e de proteção ambiental.

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Deverão estar previstas as seguintes informações:

- Estudo de alternativas tecnológicas e locacionais.
- Caracterização geotécnica e topográfica.
- Identificação da cota de inundação na área da ETE.
- Pré-dimensionamento hidráulico das unidades da ETE.
- Determinação da eficiência e do grau de tratamento, verificando-se o atendimento à eficiência requerida.
- Identificação das redes de energia elétrica e de telefonia, indicando-se suas características.
- Verificação das características exigidas do efluente final com as companhias ambientais e as legislações municipais e da bacia.
- Características do afluente.
- Definição do curso d'água receptor do efluente da ETE, considerando-se sua capacidade de autodepuração. Será importante a definição do melhor ponto de lançamento para a mitigação das questões relacionadas à necessidade de eficiência da ETE. Deverá ser apresentada a análise da capacidade de depuração

do curso de água receptor, com a indicação da quantidade de efluentes que poderá ser lançada (quanto menos caudaloso for o corpo receptor, maior a eficiência da ETE será exigida).

- Tratamento e disposição final do lodo.
- Definição de vias de acesso ao futuro empreendimento.

1.3.6 Estudos de viabilidade

O processo de condução de estudos de viabilidade em projetos de engenharia é uma etapa crítica que envolve a análise de custos do Capital Expenditure (CAPEX) e de Operação e Manutenção (OPEX), para a determinação da viabilidade econômica e financeira do empreendimento. As etapas são as seguintes:

- **Definição do escopo** – O primeiro passo será definir, claramente, o escopo do projeto, identificando os objetivos, os requisitos técnicos e as especificações.
- **Levantamento de dados** – Na sequência, será essencial a coleta de informações detalhadas sobre os recursos necessários ao projeto, como terrenos, materiais, equipamentos e mão de obra. Essa fase incluirá a identificação de custos de CAPEX, que representarão os gastos iniciais de investimento.
- **Análise de custos de CAPEX** – Uma análise minuciosa dos custos de Capex é realizada, considerando todos os elementos necessários para a construção e implementação do projeto. Isso inclui custos de aquisição de terrenos, construção, equipamentos, licenças, e outros investimentos iniciais.
- **Estimativa de custos de OPEX** – Paralelamente, serão estimados os custos de Opex (que representam os gastos operacionais e de manutenção após a conclusão do projeto). Isso envolverá as despesas contínuas (com pessoal, manutenção, energia, insumos etc.)
- **Cálculo de indicadores financeiros** – Com base no fluxo de caixa, serão calculados indicadores financeiros como o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Payback Period. Esses indicadores auxiliam na avaliação da viabilidade econômica do projeto.
- **Análise de riscos** – Etapa de identificação e avaliação dos riscos que poderão afetar os custos de CAPEX e OPEX, bem como das projeções de receitas. Isso deverá incluir a avaliação sobre incertezas econômicas, mudanças regulatórias e fatores externos.
- **Tomada de decisão** – Com base na análise de custos de CAPEX e OPEX, juntamente com os indicadores financeiros e a análise de riscos, a contratante tomará a decisão para a definição da Alternativa Ótima de Projeto.
- **Documentação e relatórios** – Todo o processo do estudo de viabilidade deverá ser apresentado num documento formal, que servirá como referência para a tomada de decisão. Ele deverá ser compartilhado com as partes interessadas.

Em resumo, a realização de um estudo de viabilidade em projetos de engenharia envolverá a análise criteriosa dos custos de CAPEX e OPEX, bem como a avaliação de indicadores financeiros e de riscos. Isso ajudará a garantir que os projetos serão economicamente viáveis e financeiramente sólidos, gerando base de informações para a tomada de decisões.

1.4 PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA

Este tópico tem como objetivo fixar elementos essenciais para a elaboração de projeto básico para Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e Sistema de Esgotamento Sanitário (SES). Na apresentação dos estudos e dos projetos, deverão ser observadas as leis e as normas técnicas vigentes, em suas versões atualizadas, e as diretrizes internas da Iguá Saneamento.

No que diz respeito à ampliação e a melhorias de sistemas (incorporação de novas unidades e/ou de equipamentos), deverão ser examinados os impactos das intervenções nas demais unidades integrantes do sistema.

O artigo 42 (inciso VIII) da Lei nº 13.303:2016, que dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, define o projeto básico como “conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para, observado o disposto no § 3º, caracterizar a obra ou o serviço, ou o complexo de obras ou de serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegure a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução”.

Segundo o texto, o projeto básico deverá ter os seguintes elementos:

- O desenvolvimento da solução escolhida, de forma a fornecer visão global sobre a obra e a identificar, com clareza, todos os seus elementos constitutivos.
- As soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e da montagem.
- Identificação dos tipos de serviços e dos materiais e equipamentos a ser incorporados à obra e de suas especificações, de modo a assegurar os melhores resultados para o empreendimento, sem frustrar o caráter competitivo para sua execução.
- Informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para sua execução.
- Subsídios para a montagem do plano de licitação e de gestão da obra, compreendendo a programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso.

Conforme o tipo de empreendimento e as exigências do município e dos demais órgãos governamentais, deverão ser apresentados os seguintes projetos básicos:

- Projeto hidráulico.
- Projeto de arquitetura, urbanismo e paisagismo.
- Projeto mecânico.
- Projeto elétrico.
- Projeto de instrumentação/automação.
- Projeto de estruturas e fundações.
- Projeto geotécnico.

- Projeto de drenagem.
- Projeto de travessias e interligações.
- Projeto de desvios de tráfego e sinalização.
- Projeto para aprovação de utilização de vias públicas, onde isso for requerido.
- Projeto das instalações hidráulicas, sanitárias e elétricas prediais.
- Estudo de transientes hidráulicos e projeto dos elementos de proteção a golpe de aríete.
- Projeto de tratamento e destinação de resíduos.
- Projeto de combate a incêndio.
- Projeto do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas.
- Projeto de proteção catódica.

Juntamente com os projetos básicos deverão ser entregues:

- Os memoriais descritivo, justificativo e de cálculo.
- As especificações dos serviços, materiais e equipamentos.
- As listas de materiais e equipamentos (devidamente identificados nos projetos).
- O orçamento, com a indicação das referências e da data-base.
- O manual de operação, controle e manutenção.
- O resumo do projeto (com a descrição clara e sucinta do sistema).

Todos os projetos deverão ser entregues nas versões DWG, GIS e PDF. Caso o escopo da contratação preveja o uso de processo Building Information Modeling (BIM), deverão ser entregues os arquivos editáveis, bem como o modelo ifc compatibilizado entre as disciplinas do projeto. Cabe dizer que o BIM é um processo de planejamento, processo, execução e manutenção de uma construção ou um modelo virtual do empreendimento.

1.4.1 Revisão do estudo de concepção

Em alguns casos, o Termo de Referência poderá prever a elaboração de estudo de revisão da concepção de um projeto específico. Dentre suas responsabilidades, destaca-se a necessidade de realização de investimentos prudentes, garantindo-se a *performance* dos contratos praticados pela Iguá Saneamento.

Nesse contexto, será fundamental que os estudos populacionais e de demandas realizados no ETC sejam cuidadosamente analisados. Isso incluirá a revisão das taxas de crescimento populacional, dos consumos per capita e dos índices adotados de perdas.

Deverão ser avaliados novos dados que possam influenciar essas grandezas para que se evite a utilização de valores subestimados ou superestimados e, portanto, incompatíveis com a realidade dos sistemas.

Se, durante a elaboração do projeto básico de engenharia, forem obtidos dados mais precisos que possibilitem a adoção de uma solução otimizada em relação às características ou aos parâmetros definidos no ETC, a contratada deverá elaborar justificativa e uma avaliação da solução alternativa proposta.

A análise dessa solução deverá seguir as diretrizes estabelecidas para o ETC. Com base nos resultados, a decisão de se adotar ou não a alternativa proposta no projeto básico de engenharia deverá ser tomada em conjunto com a Iguá Saneamento, considerando-se a viabilidade e a eficácia da solução.

1.4.2 Recomendações de projeto

A seguir, estão listadas algumas recomendações essenciais a serem consideradas no planejamento e desenvolvimento do projeto básico de engenharia. Essas recomendações visam assegurar que as soluções propostas sejam tecnicamente sólidas e economicamente viáveis e garantam a segurança, a preservação do patrimônio e o atendimento às normas regionais aplicáveis.

RECOMENDAÇÕES GERAIS

JUSTIFICATIVA TÉCNICA E ECONÔMICA DA SOLUÇÃO

- Apresentar justificativa técnica sólida para a solução proposta, considerando-se os critérios de desempenho, eficiência e sustentabilidade.
- Realizar análise econômica abrangente que leve em conta o custo total de propriedade (CAPEX e OPEX) da solução ao longo de sua vida útil.

MEDIDAS DE SEGURANÇA E PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO

- Incorporar medidas de segurança que garantam a integridade das instalações, bem como a proteção do patrimônio da organização, o que poderá incluir sistemas de alarme, cercas de proteção, entre outros.

PROTEÇÃO CONTRA EROSÃO E INUNDAÇÕES

- Avaliar e incorporar soluções que minimizem os riscos de erosão em áreas vulneráveis.
- Desenvolver estratégias para lidar com inundações, incluindo-se a drenagem eficaz e o uso de barreiras de contenção, se necessário.

ACESSOS SEGUROS E TRANSITÁVEIS

- Projetar acessos seguros e transitáveis para pessoas e equipamentos, em atendimento aos requisitos de segurança e operacionais.
- Considerar a facilidade de acesso às instalações, quadros elétricos, bombas, motores, válvulas e outras instalações críticas.

AFASTAMENTOS HORIZONTAIS MÍNIMOS

- Respeitar os afastamentos horizontais mínimos entre unidades projetadas e divisas, de acordo com as normas regionais aplicáveis.

MEMORIAIS DE DESAPROPRIAÇÃO

- Elaborar memoriais detalhados de desapropriação, fornecendo-se informações precisas sobre os imóveis afetados e sua matrícula.
- Incluir justificativas para a desapropriação e garantir que todos os procedimentos legais sejam seguidos.

INSTALAÇÕES PREDIAIS E DRENAGEM

- Projetar instalações prediais de acordo com as normas técnicas e regulamentações pertinentes, abrangendo água potável, coleta de esgoto e sistemas de incêndio.
- Garantir drenagem adequada das áreas para a prevenção de problemas de acúmulo de água.

ESPAÇOS ADEQUADOS PARA EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

- Alocar espaços adequados para a instalação de equipamentos elétricos, assegurando proteção contra intempéries.
- Considerar o acesso para a manutenção e o cumprimento das regulamentações elétricas.

FASEAMENTO DE OBRA

- Apresentar um plano de faseamento de obras que possibilite a continuidade das operações durante a execução dos trabalhos.
- Evitar interrupções significativas e minimizar impactos operacionais.

PROJETO DE SINALIZAÇÃO

- Desenvolver projeto de sinalização que atenda às normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho.
- Incluir sinalizações de segurança e informações relevantes para os operadores e o pessoal de manutenção.

SUSTENTABILIDADE E MEIO AMBIENTE

- Abordar as práticas e os requisitos relacionados à sustentabilidade e de respeito ao meio ambiente em projetos de engenharia, incluindo o cumprimento de regulamentações ambientais.

ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS

A NBR 17505 estabelece os requisitos para a proteção ambiental e a segurança operacional. Ela especifica que todos os produtos químicos deverão ser armazenados em contenções secundárias. Tais contenções deverão ser feitas com material impermeável, de revestimento adequado ao produto armazenado. Além disso, o volume mínimo de uma contenção secundária deverá ser 110% do volume do maior recipiente envolvido por ela, garantindo-se, assim, a contenção de possíveis vazamentos ou derramamentos.

A seguir, estão listadas orientações adicionais para que seja garantida a segurança no armazenamento de produtos químicos:

- **Contenções para líquidos inflamáveis** – Quando houver a presença de líquidos inflamáveis, as contenções secundárias deverão ser apropriadas para o manuseio desses líquidos, incluindo a instalação de bombas pneumáticas e estruturas adequadas, como sistemas de aterramento.
- **Contenções em áreas externas/tanques** – As contenções secundárias em áreas externas ou em tanques que tenham sistemas de bombas de drenagem de líquidos ou válvulas de descarte deverão ser mantidas travadas com cadeado.

- **Ventilação adequada** – Todos os locais de armazenamento e estocagem deverão possuir ventilação geral ou, quando isso for necessário, exaustão local, para controlar a exposição a gases e a vapores perigosos.
- **Equipamentos de emergência** – Todos os locais de armazenamento de produtos químicos e os laboratórios deverão ser equipados com chuveiros de emergência e equipamentos lava-olhos, para que seja garantida a segurança dos colaboradores em caso de acidente.

Essas medidas são fundamentais à segurança no armazenamento de produtos químicos e ao atendimento dos requisitos legais e ambientais.

ESCOPO DE CONTRATAÇÃO

- Estar ciente de prazos e requisitos contratuais para evitar penalidades ou atrasos no projeto.
- Manter uma comunicação aberta e eficaz entre todas as partes envolvidas (terceiros e subcontratados) para mitigar desvios de contrato, garantindo que todas as partes estejam alinhadas com os termos contratuais.

ESTUDO DE TRANSIENTES HIDRÁULICOS

Os estudos de transientes hidráulicos desempenham papel fundamental na análise de projeto de sistemas hidráulicos, sendo essenciais para compreender os impactos de variações abruptas de fluxo e pressão. Esta diretriz visa estabelecer os procedimentos e as diretrizes para a realização de estudos de transientes hidráulicos, fornecendo uma abordagem sistemática e consistente para a engenharia.

CERTIFICAÇÕES

Os fabricantes de equipamentos e a fornecedora de projeto e serviços deverão ter as certificações de processo ISO 9.001, 9.004 e 14.001.

SOFTWARES RECOMENDADOS

Para a condução eficaz dos estudos de transientes hidráulicos, serão aceitos os *softwares* Allievi, Hammer e KYPipe (surge). A escolha está baseada na comprovada eficácia dos *softwares*, bem como em sua versatilidade e na capacidade de modelagem precisa dos fenômenos hidráulicos transientes, cabendo à contratada a escolha do respectivo *software*. Caso a contratada opte por outro programa, deverá buscar a aprovação prévia da Igua Saneamento.

MEMORIAL DE CÁLCULO

Para o memorial de cálculo, espera-se, no mínimo, a apresentação dos seguintes itens:

Dados de entrada

- Caracterização geral do sistema, incluindo:
 - Localização.
 - Ponto a montante.
 - Ponto a jusante.
 - Líquido a recalcar.
 - Desnível geométrico máximo.

- Desnível geométrico mínimo.
- Caracterização completa do conjunto motobomba, incluindo:
 - Vazão.
 - Altura manométrica.
 - Eficiência.
 - Rotação.
 - Potência instalada.
 - Potência consumida.
 - Frequência de operação.
 - Inércia do motor.
- Caracterização da linha de recalque (por trecho), incluindo:
 - Material.
 - Coeficiente de Hazen-Williams.
 - Extensão.
 - Diâmetro externo.
 - Espessura.
 - Diâmetro interno.
 - Classe de pressão (flanges/bolsas/tubulação).
 - Celeridade.

Cenários estudados

- **Sistema sem proteção** (colapso).
- **Sistema com proteção existente** – Para casos em que será necessária a análise de linhas existentes com sistemas de proteção implantados).
- **Sistema com proteção projetada** – A quantidade de cenários a serem avaliados dependerá do sistema de recalque (combinação de bombas, linhas de recalque), com prévia definição entre contratante e contratada.

Simulação

- **Tipo** – Poderão ser previstos estudos de simulação de parada abrupta de conjuntos motor-bomba, de fechamento de válvulas e de abertura de válvulas.
- **Tempo de simulação** – O tempo deverá ser suficiente para a identificação da estabilização do regime transitório.
- **Dispositivos de proteção** – Deverá ser apresentado o posicionamento de cada dispositivo de proteção projetado, relacionando-se, no mínimo, os seguintes itens:
 - Ventosas – Posição, modelo de referência, diâmetro de conexão (em mm), área de entrada (em mm²), área de saída (em mm²), área-orifício Non-Slam (se houver).
 - Válvula de retenção – Diâmetro, tipo, tempo de fechamento.
 - Válvula de alívio – Diâmetro, plano de operação (pressão de abertura, tempo para abertura, tempo Aberta, tempo de fechamento, vazão máxima de descarga e velocidade máxima).

- Tanques de compensação – Posição, tipo, caracterização completa da unidade (diâmetro, altura, volumes etc.), perda de carga-ramal e níveis operacionais.
- Volante de inércia – Envoltórias de pressões e tempo de retardo.

Dados de saída

- Envoltórias de pressão da linha em estudo, contendo:
 - Regime permanente – linha piezométrica.
 - Sobrepressão.
 - Subpressão.
- Caracterização dos pontos notórios, apresentando-se as respectivas curvas de pressão durante a simulação:
 - Ponto sobrepressão máxima.
 - Ponto subpressão mínima.
- Caracterização dos dispositivos de proteção:
 - Curvas de pressão.
 - Curvas de volume.
 - Curvas de vazão.

Conclusões

- **Estabilidade da linha** – A empresa projetista deverá garantir a estabilização da linha após o início dos eventos transitórios.
- **Sobrepressão** – As classes de pressões assimiladas das tubulações projetadas deverão estar de acordo com as sobrepressões registradas na simulação, respectivamente, para cada trecho analisado.
- **Subpressão** – Deverão ser seguidas todas as normas vigentes e/ou as recomendações dos fornecedores para os efeitos de subpressão resultantes da simulação.
- Qualquer ocorrência em que a empresa projetista tenha optado pela manutenção de algum resultado diverso do resultado da simulação deverá ser justificada e ter a aprovação da Iguá Saneamento.

Plano de operação

O plano de operação da linha deverá conter todas as definições de equipamentos e/ou de peças especiais que possam provocar efeitos transitórios, bem como a dos equipamentos projetados para reduzir este efeito. Também deverão ser apresentados os seguinte itens (mas não se limitando a eles):

- **Válvulas** – Tempo de fechamento, tempo de abertura (associados ao percentual da manobra de abertura ou fechamento).
- **Tanques de compensação** – Níveis operacionais e volumes.
- **Conjuntos de motobomba** – Rampa de acionamento/desaceleração.
- Caracterização de todo e qualquer dispositivo projetado para a atenuação do transiente hidráulico.

ENTREGÁVEIS

- Memória de cálculo.
- Arquivo digital da simulação.
- Peças gráficas:
 - **Linha de Recalque/adutora** – Planta-chave com articulação das pranchas e planta e perfil (em escala adequada).
 - **Dispositivos de proteção** – Plantas de localização e situação, cortes e especificações técnicas.

TRAVESSIAS E SIFÕES INVERTIDOS

Este tópico visa estabelecer diretrizes técnicas fundamentais para o planejamento, o projeto e a implementação de travessias aéreas e subterrâneas em obras de saneamento. Comprometida com a excelência em serviços, a Iguá Saneamento reconhece a importância dessas infraestruturas para assegurar a qualidade e a eficiência de seus sistemas.

O Manual de Engenharia foi elaborado para fornecer aos profissionais da Iguá Saneamento, bem como aos parceiros e aos demais interessados, uma referência técnica consolidada sobre os desafios específicos relacionados às travessias aéreas e subterrâneas em projetos de saneamento. O documento incorpora as melhores práticas, normas e regulamentações do setor, alinhando-se com a visão da Iguá Saneamento de ser uma referência em inovação e sustentabilidade no saneamento.

Ao longo deste item, serão abordadas diretrizes técnicas consagradas, detalhando-se critérios essenciais para o sucesso da concepção e da implementação dessas infraestruturas vitais. Isso inclui de estudos preliminares e seleção de materiais a práticas operacionais seguras e sustentáveis. Cada seção foi elaborada para garantir a qualidade, a segurança e a eficiência das travessias aéreas e subterrâneas nas operações da Iguá Saneamento.

O presente documento servirá como recurso valioso, não apenas para orientar os profissionais da Iguá Saneamento em suas atividades diárias, mas, também, para contribuir com a excelência global do saneamento.

Por meio de seu comprometimento com as diretrizes aqui apresentadas, a Iguá Saneamento reafirma seu propósito de oferta de serviços de alta qualidade, promoção do bem-estar das comunidades atendidas e contribuição para o desenvolvimento sustentável.

RECOMENDAÇÕES DE PROJETO

A seguir, estão apresentadas as recomendações para a elaboração do projeto de travessias. São elas:

Normas e regulamentações

- Toda e qualquer obra deverá estar em conformidade com as normas locais e nacionais de engenharia.
- A empresa deverá estar ciente da obrigatoriedade de cumprimento das regulamentações ambientais e de segurança do trabalho.
- Deverá ser praticada a observância das normas específicas para travessias aéreas e subterrâneas.

Estudos preliminares

- Deverá ocorrer a realização de estudos geotécnicos para avaliação das condições do solo.
- Será obrigatória a análise dos impactos ambientais e sociais da obra.
- Deverá ser produzido relatório detalhado sobre a viabilidade técnica, econômica e ambiental do projeto, incluindo a análise das alternativas de travessias.
- Espera-se a produção de estudo hidrológico para o dimensionamento adequado das estruturas.

Seleção de tecnologias e materiais

- Deverão ser escolhidas tecnologias adequadas para as travessias aéreas (suporte adequada, tipo de material) e subterrâneas (materiais de revestimento, métodos de escavação, resiliência e subpressão).
- Deverão ser utilizados materiais resistentes à corrosão e duráveis.
- Deverão ser adotadas tecnologias que facilitem a manutenção e inspeção.

Projeto estrutural

- Deverá haver o dimensionamento preciso das estruturas, considerando-se, para tal, as cargas aplicadas.
- Deverão ser usados métodos de análise estrutural avançados.

Gestão de riscos

- Deverão ser feitas a identificação e a avaliação dos riscos associados às travessias (construção, operação e manutenção), incluindo-se riscos geotécnicos, ambientais, operacionais e de segurança.
- Se necessário, deverão ser desenvolvidos planos de contingência para situações adversas.

Sustentabilidade

- Deverão ser incorporadas práticas sustentáveis no projeto e na execução da obra.
- Deverá ocorrer a minimização do impacto ambiental durante e após a construção.
- Espera-se o uso eficiente de recursos naturais e energéticos.

Segurança operacional

- Deverá ocorrer a implementação de procedimentos operacionais seguros.
- Será fundamental a implementação de sinalização adequada e de medidas de segurança para a prevenção de acidentes.

Documentação e manuais

- Terão de ser elaborados manuais detalhados de operação e manutenção.
- Serão obrigatórios o registro e o arquivamento de todos os documentos relativos à obra.

Ambiental

- Será fundamental a adoção de práticas que minimizem os impactos nas áreas circunvizinhas.
- Deverá haver o compromisso com a recuperação ambiental pós-obra.

Testes

- Será necessária a realização de testes de carga.
- O monitoramento regular da integridade estrutural e de sua funcionalidade deverá ser constante.
- Será obrigatória a implementação de medidas corretivas baseadas nos resultados das inspeções.

ESCOLHA DO MÉTODO CONSTRUTIVO

Em situações em que não exista objeção da Iguá Saneamento quanto ao método construtivo, a empresa projetista deverá priorizar a abordagem não destrutiva de cravação, considerando, além das diretrizes já citadas, os seguintes fatores:

- Facilidade de implementação da tecnologia.
- Custos de investimento.
- Tempo necessário para a conclusão da obra.
- Impactos ao entorno a obra.
- Logística.

Método destrutivo

O uso deste método só será permitido mediante a autorização expressa da Iguá Saneamento. Nesse caso, deverá ser seguido o procedimento convencional de assentamento de tubulação em vala a céu aberto.

Para travessias subterrâneas sob cursos d'água, quando a implementação envolver desvio temporário do corpo hídrico, serão necessários os seguintes estudos:

- Determinação da vazão máxima durante cheias, conforme as diretrizes do Manual de Engenharia.
- Documentação de solicitação de outorga para intervenções e obras de canalização ou desvio de corpo hídrico, conforme a demanda do órgão regulador.

Método não destrutivo

Ao se optar pelo método de cravação, serão essenciais as seguintes ações:

- **Tipo de solo**
 - Realizar sondagens a montante e a jusante da travessia nos pontos de vertente (PVs) para a verificação do tipo de solo.
 - Definir alternativas de método de cravação com base no solo.
 - Evitar o método do tipo perfuratriz direcional horizontal para solo arenoso.
- **Nível do lençol freático**
 - Prever o rebaixamento do lençol em locais com o nível de lençol freático acima da cota da travessia.
 - Reservar espaço adequado aos poços de ataque de montante e jusante para o posicionamento das bombas de esgotamento.

- **Escoramento**
 - Prever o escoramento dos poços de ataque.
 - Utilizar o escoramento de madeira tipo contínuo ou com chapas de aço, conforme as diretrizes apontadas no Manual de Engenharia.
 - Compatibilizar o tamanho e comprimento do poço de ataque, o tipo de material, a junta do tubo transportador, o tubo-camisa e o equipamento de cravação. Por exemplo: se o tubo-camisa for fornecido em barras de 3 m, deverá ser previsto tubo transportador com a mesma extensão e juntas específicas para cada um deles.
- **Espaço na obra**
 - Prever espaço para o posicionamento de caçambas utilizadas na retirada do material escavado (quando necessário).
- **Espaçamento entre tubos**
 - Prever os espaços entre os tubos-camisas e os tubos transportadores, considerando-se o tipo da junta e do material.
 - Apresentar detalhes construtivos de fixação e posicionar as juntas ao longo da travessia.
 - Levantar em consideração, no dimensionamento, os esforços aos quais as tubulações estão submetidas.
- **Travessias subterrâneas**
 - Para travessias sob cursos d'água, prever laje de fechamento de vala, envelopamento do duto em concreto armado ou tubo-camisa.
- **Linhas de alta tensão**
 - Para as travessias sob linhas de alta tensão, prever proteção adequada caso a tubulação seja metálica.

PROJETO DE ENGENHARIA

Memorial descritivo

- Método construtivo e equipamentos a serem utilizados na execução da obra.
- Justificativa da travessia.
- Identificação da travessia.
- Descrição da obra, incluindo o local e a posição quilométrica para rodovias e ferrovias (no caso de ferrovias, deverão ser indicadas as estações ferroviárias anteriores e posteriores, com referências quilométricas).
- Características da travessia, indicando-se o fluido a ser conduzido (água/esgoto).
- Ângulo da travessia com a rodovia/ferrovia/avenida/curso d'água etc.
- Especificação da tubulação, da conexão e dos acessórios.
- Espessura dos materiais empregados na tubulação.
- Revestimento interno e externo do tubo-camisa e do tubo condutor.
- Cálculo dos esforços (internos e externos) na tubulação.

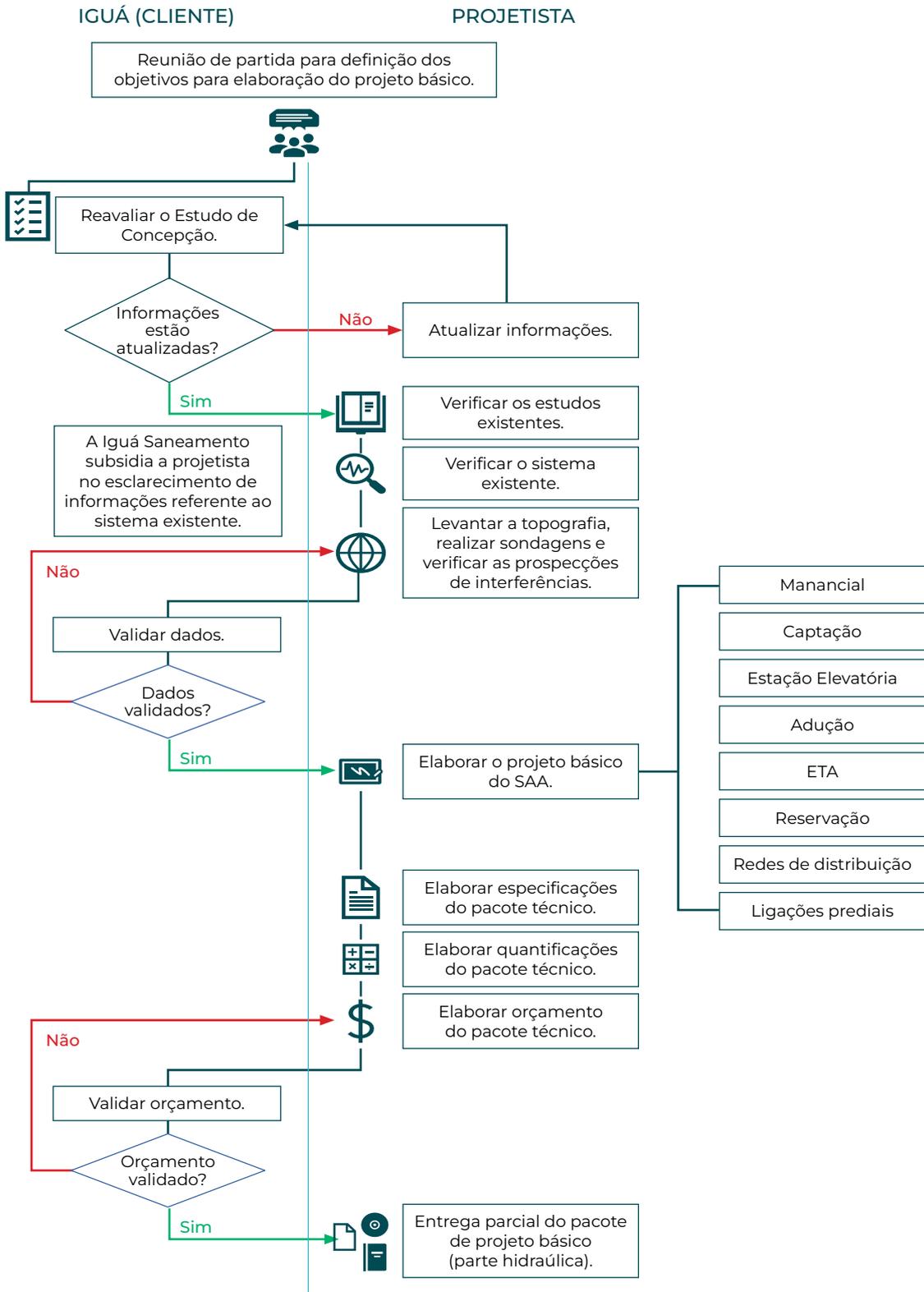
- Tipos de juntas.
- Extensão total e largura da travessia em metros.
- Especificação do método utilizado para o isolamento da travessia (válvulas e registros, comportas, sistema automatizado etc.)
- Largura da faixa de domínio no local da travessia (rodovia/ferrovia/gasoduto).
- Relatório de sondagem geotécnica (quando aplicável).
- Valor estimativo da obra.
- Entregáveis:
 - Planta baixa.
 - Planta de situação da travessia.
 - Localização na escala 1:1.000 ou 1:2.000, com posição quilométrica, ferroviária ou rodoviária (no eixo de cruzamento da tubulação com a via).
 - Em relação a corpos hídricos, as margens do leito fluvial deverão ser representadas. Também deverá ser indicado o sentido do fluxo da água.
 - Coordenadas geográficas ou georreferenciadas no ponto do cruzamento da tubulação com a via.
 - Ângulo da travessia.
 - Locação dos furos de sondagens.
 - Nomes dos logradouros, como ruas, avenidas e travessas próximas do local da travessia.
 - Faixa de domínio da via no local do projeto.
 - Identificação de detalhes do projeto de construção da travessia, como diâmetros do tubo-camisa e do tubo condutor, poços de visita, caixas de inspeção e cotas planialtimétricas.
 - Local de instalação das placas de identificação da travessia.
 - Seção transversal e perfil longitudinal.
 - Detalhamento da planta, contendo, no mínimo, os dados do perfil da OSE.
 - Cronograma físico executivo.
 - Projeto de sinalização horizontal e vertical.

No encerramento deste tópico, deve ser ressaltada a importância de uma abordagem equilibrada, na qual a obtenção de dados precisos terá de coexistir harmoniosamente com a preservação da integridade estrutural. A seleção dos métodos deverá ser cuidadosamente guiada pela natureza única das travessias, pelo ambiente circundante e pelos objetivos estratégicos de longo prazo da empresa.

A abordagem integrada não só irá garantir a conformidade com padrões rigorosos, mas, também, promoverá a sustentabilidade e a resiliência das travessias ao longo de seu ciclo de vida, contribuindo para um sistema de saneamento eficiente e duradouro.

PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.



1.4.3 Sistema de Abastecimento de Água – Projeto básico

ASPECTOS AMBIENTAIS

Caso o Termo de Referência preveja a necessidade e/ou o manancial não tenha uma outorga de captação de água superficial ou não tenha sido realizado um estudo hidrológico no ETC, será imprescindível a execução de uma avaliação das vazões outorgáveis (incluindo-se a consideração de cenários de seca severa).

Nesse processo, será necessária a elaboração das curvas de permanência, em conformidade com as diretrizes de disponibilidade estabelecidas pelo órgão regulador da região do projeto. Deverão ser fornecidos, também, os elementos essenciais para a montagem do processo de solicitação da Outorga de Uso dos Recursos Hídricos.

CAPTAÇÃO SUPERFICIAL

Serão necessários, de maneira detalhada, a avaliação, o dimensionamento e o projeto da captação de água, todos eles estruturados de acordo com as normas da ABNT. Também deverão ser consideradas as diretrizes da portaria de outorga de direito de uso de recursos hídricos emitida pelo órgão competente responsável (ou, ao menos, solicitada a ele).

Caso seja necessária a construção de barragens de nível ou regularização, o projeto de captação deverá abranger os seguintes elementos: seção da barragem de nível ou regularização, tomada de água, vertedouro, descarga de fundo, dissipador, sistema de monitoramento de quantidade e qualidade, desarenador e pré-sedimentador. Todos esses componentes serão acompanhados pelos cálculos necessários, de acordo com as normas vigentes e orientações prévias.

No desenvolvimento do projeto, algumas medidas específicas devem ser consideradas. São elas:

- A escolha do local definitivo da captação terá de levar em consideração os níveis de estiagem e de enchente do rio. Um estudo das cotas de inundação, baseado nas diretrizes do Manual de Engenharia, será fundamental para a determinação da cota de instalação dos equipamentos. Deverá ser adotado um período de recorrência de 50 anos ou aquele recomendado pela Iguá Saneamento. Todas as decisões referentes ao local deverão estar em conformidade com as regulamentações dos órgãos ambientais.
- O dimensionamento do vertedouro deverá ser baseado na vazão de estiagem estipulada no estudo hidrológico do manancial.
- Caso haja a necessidade, deverão ser conduzidas obras de desvio do canal, a proteção do leito ou da margem e estudos hidrológicos. Também deverão ser elaborados os itens necessários para a solicitação de Outorga de Intervenção e Obras.
- Serão fundamentais justificar, dimensionar e detalhar as grades conforme as normas estabelecidas pela ABNT, bem como os desarenadores e pré-sedimentadores, incluindo os equipamentos e os métodos de limpeza. Caso o uso de desarenadores e/ou pré-sedimentadores seja previsto, será importante ocorrer a escolha de tecnologias que possibilitem a realização da limpeza sem haver a interrupção na operação.

- Deverá ser dada atenção especial ao risco de formação de vórtices e de submergências mínimas, devido às velocidades nos condutos ou canais.
- A proteção da tubulação e dos acessórios de tomada, como comportas ou válvulas, deverá ser cuidadosamente planejada.
- Em relação a barragens, será necessário justificar a escolha do tipo de material utilizado. Também deverá ser prevista a presença de uma descarga de fundo.
- Para as descargas de unidades projetadas, será fundamental a realização de um levantamento em campo que inclua topografia, legalização, interferências, entre outros aspectos, a fim de que sejam definidos o destino adequado, o fornecimento de material e os serviços necessários.

DESENHOS ESPECÍFICOS

Deverão ser apresentados (em escala apropriada) os seguintes elementos:

- Planta de localização, englobando a área de influência, com todas as partes constituintes das captações (tomada d'água, gradeamento, desarenador, torre de tomada etc.), as curvas de nível, as cotas e os níveis d'água.
- Perfil do talvegue do curso d'água.
- Seções batimétricas.
- Planta de delimitação das bacias de inundação e drenagem.
- Planta do poço, incluindo todo o detalhamento do sistema para a extração de água.

PROJETO DE BARRAMENTO

Quando for necessário a realização de projeto das barragens de nível ou de regularização, deverão ser apresentados os seguintes elementos:

- Planta de delimitação das bacias de inundação e drenagem.
- Perfil do talvegue do curso d'água.
- Seções batimétricas.
- Arranjo geral.
- Planta do barramento, com malha de coordenadas, interferências, cotas de superfície, níveis d'água, soleira, vertedores etc.
- Planta, cortes e detalhes do barramento, da soleira, dos vertedores, dos canais, das galerias, das descargas e da bacia de dissipação.

CAPTAÇÃO SUBTERRÂNEA

Será essencial haver o detalhamento do projeto de captação de água. Para isso, deverão ser seguidas, rigorosamente, as normas específicas estabelecidas pela ABNT e as diretrizes da Portaria de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos emitidas pelo órgão competente (ou que, ao menos, tenham sido solicitadas). Adicionalmente, será importante a apresentação dos cálculos necessários, de acordo com as orientações anteriores.

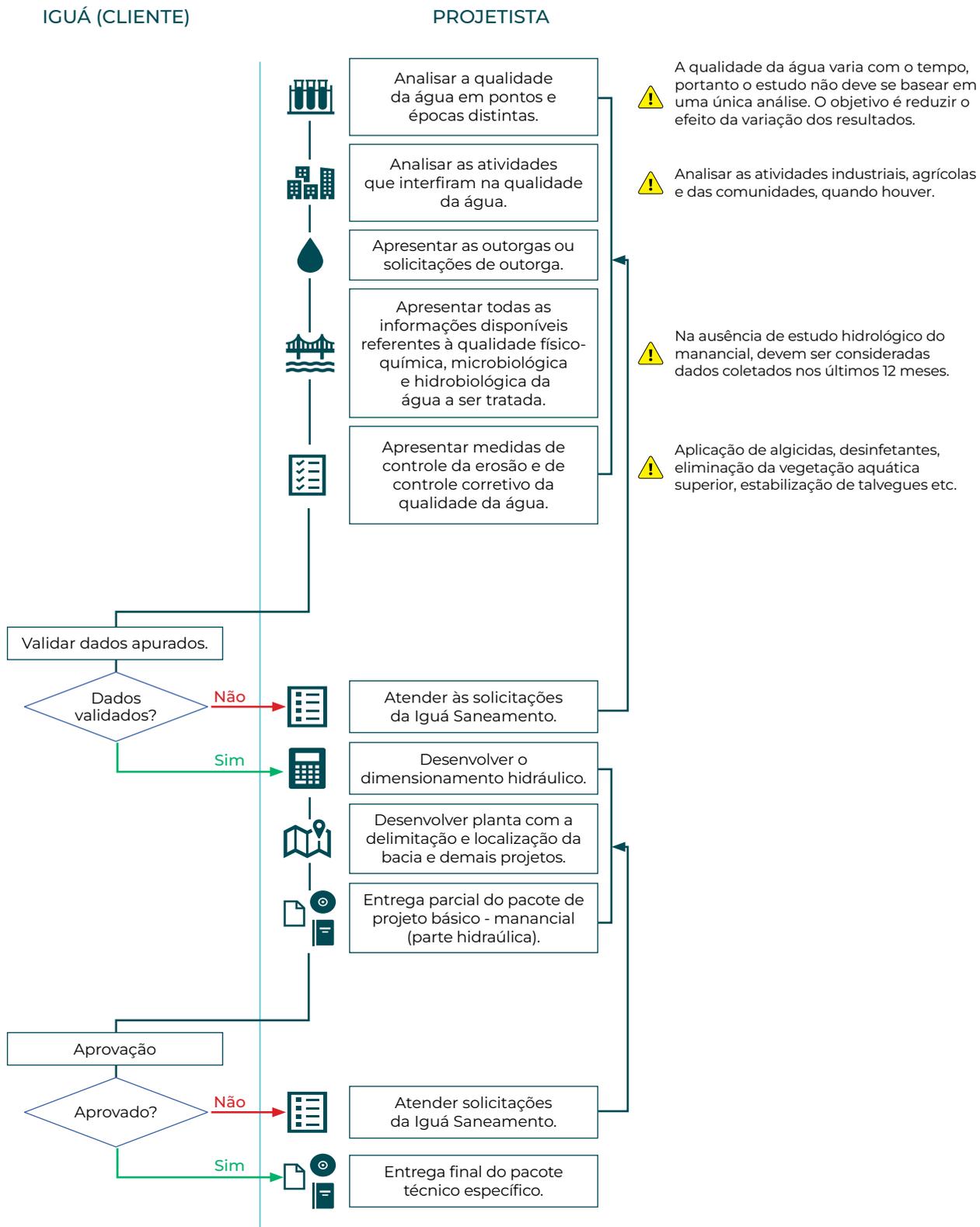
Nesse processo, também deverão ser consideradas as seguintes ações:

- Elaboração de soluções para o manuseio, o monitoramento das condições de operação e a manutenção dos equipamentos, incluindo-se a previsão de instalação de tubos em PVC com diâmetro de 3/4" (ou conforme as diretrizes estabelecidas pela Iguá para a descida de sonda piezométrica).
- Realização de estudo detalhado das cotas de inundação, seguindo-se as recomendações do Manual de Engenharia, especialmente na situação de o projeto estar próximo de um curso d'água. Isso será fundamental para a determinação da cota de instalação dos equipamentos, iniciativa que deverá ocorrer com precisão e segurança.

PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - MANANCIAL

Consultar as diretrizes de projeto básico.

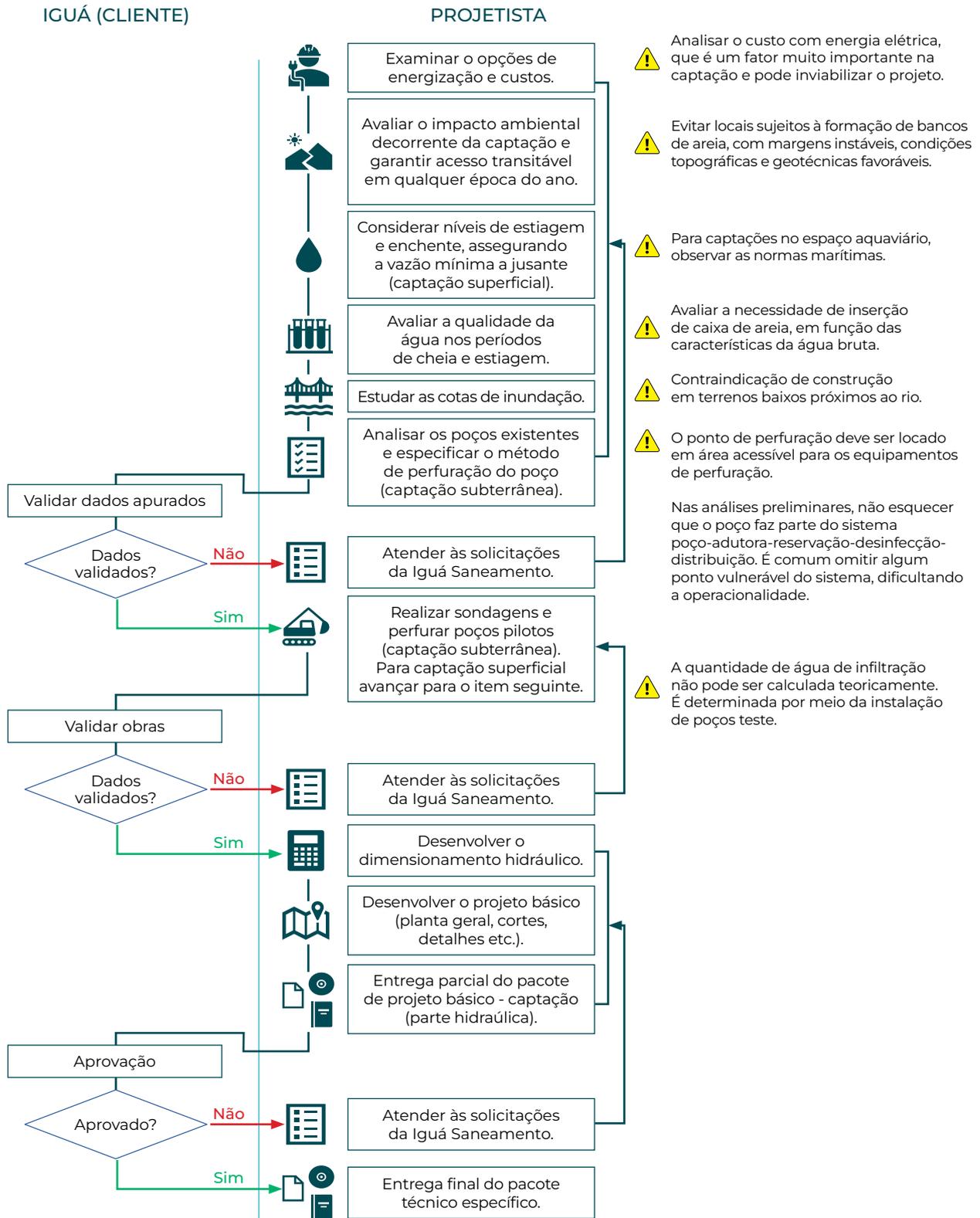
Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.



PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - CAPTAÇÃO

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.



ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA

Será fundamental uma descrição (detalhada, justificada, dimensionada e minuciosamente planejada) de todos os elementos integrantes do sistema de recalque, seguindo-se, para isso, as normas específicas estabelecidas pela ABNT. Essa ação deverá incluir a citação do número e do tipo do conjunto motobomba, bem como suas características, as dimensões da casa de bombas, os elementos de sucção e recalque (barrilete), o espaço físico destinado às instalações elétricas e as dimensões e os volumes do poço de sucção.

Além disso, será necessário anexar o estudo definitivo dos transientes hidráulicos e as respectivas medidas de proteção, bem como apresentar todos os cálculos pertinentes.

No desenvolvimento do projeto, deverão ser considerados, também, os seguintes aspectos:

- Existência de local para a implementação da estação elevatória com disponibilidade de energia elétrica, facilidade de acesso, estabilidade contra erosão e segurança contra assoreamento.
- Verificação dos elementos necessários para a ligação na rede pública de energia e das condições de atendimento pela concessionária.
- Previsão, no dimensionamento da casa de bombas, de espaço suficiente para a desmontagem e a remoção de equipamentos por içamento e o transporte dos equipamentos instalados.
- Descrição dos processos de retirada, manuseio e destinação dos resíduos sólidos gerados nas caixas de areia e gradeamentos.
- Atenção especial à prevenção da formação de vórtices desfavoráveis às bombas no dimensionamento do poço de sucção.
- Realização adequada do processo de escorva, visando à eliminação de ar no interior da bomba e da tubulação de sucção (antes de seu acionamento e quando isso for necessário).
- Previsão de válvulas de bloqueio nos conjuntos motobomba para o isolamento e a manutenção das bombas (sem a interrupção completa do abastecimento).
- Existência de variações de desníveis geométricos, incluindo as variações de pressão a montante e a jusante.
- Consideração de possíveis cenários para o uso de inversor de frequência (ou outros dispositivos de modulação de carga) em situações de velocidades nas tubulações (com previsão dos valores mínimos e máximos).
- Previsão de registros de manobra na tubulação de sucção, incluindo-se a junta de montagem/desmontagem, a fim de garantir a continuidade da operação durante a necessidade de manutenção.
- Definição de cotas, níveis, espaçamentos e profundidades de segurança para a garantir a operação segura do sistema.
- Verificação do NPSH (*Net Positive Suction Head*) e a definição de limites máximos e mínimos de pressão aos quais as bombas poderão estar submetidas.

- Apresentação de, pelo menos duas alternativas de fornecedores homologados pela Iguá para a aquisição de conjuntos motobomba. Essas empresas deverão atender ao ponto de operação do sistema. Caso essa solução não seja possível, a escolha deverá ser justificada. As dimensões da elevatória deverão ser compatibilizadas com as alternativas de conjuntos de motobombas estudadas, levando em consideração o pior cenário para o dimensionamento dos espaços internos e acessos.
- Em relação a bomba, verificação de itens como ventilação adequada, espaços confinados, acessibilidade, facilidades para montagem e manutenção de equipamentos, incluindo-se dispositivos que facilitem essas operações.
- Posicionamento dos acessórios, incluindo-se os registros de manobra, a derivação para manômetro a jusante da bomba e as tubulações de escorva, bem como a escolha apropriada da válvula de retenção e do macro medidor.
- Definição do projeto do poço de sucção, com as formas, as dimensões, as folgas, os defletores e a sua concordância com a tomada de água.
- A consideração de sistemas de escorva, quando necessários.
- Definição do planejamento do sistema de medição, abrangendo medições de vazão, pressão, parâmetros elétricos, controle e segurança.
- Elaboração do projeto de ventilação, acústica e ruídos, respeitando-se os limites de ruídos estabelecidos pelas normas da ABNT. Será importante a inclusão de laudo do fabricante dos equipamentos.
- Existência de Condições de acesso das pessoas e de retirada de equipamentos, incluindo escadas, portas, sistemas de içamento, carga/descarga e tampas adequadas.
- Facilidade de carregamento, acesso e manuseio de ferramentas.
- Realização de estudo de transientes hidráulicos, considerando-se as situações transitórias que poderão ocorrer, como a parada e o religamento de conjuntos motobombas, incluindo-se os dispositivos de proteção novos e existentes e as medidas para os casos de substituição dos conjuntos.
- Apresentação de plano de obra detalhado para ampliação de elevatória já existente (representado em um desenho gráfico) que minimize os impactos da construção no abastecimento durante a operação contínua do sistema.

DESENHOS ESPECÍFICOS

Deverão ser apresentados (em escala apropriada) os seguintes desenhos:

- Plantas da estação elevatória (com as coordenadas, curvas de nível e denominação dos logradouros).
- Arranjo das tubulações.
- Projetos de canais, grades, caixa de areia, galerias e poços de sucção, garantindo-se facilidade de limpeza e manutenção.
- Perfil reduzido com linha piezométrica.
- Complementação, com outros detalhes, de todos os projetos, para existe uma perfeita compreensão sobre o sistema.

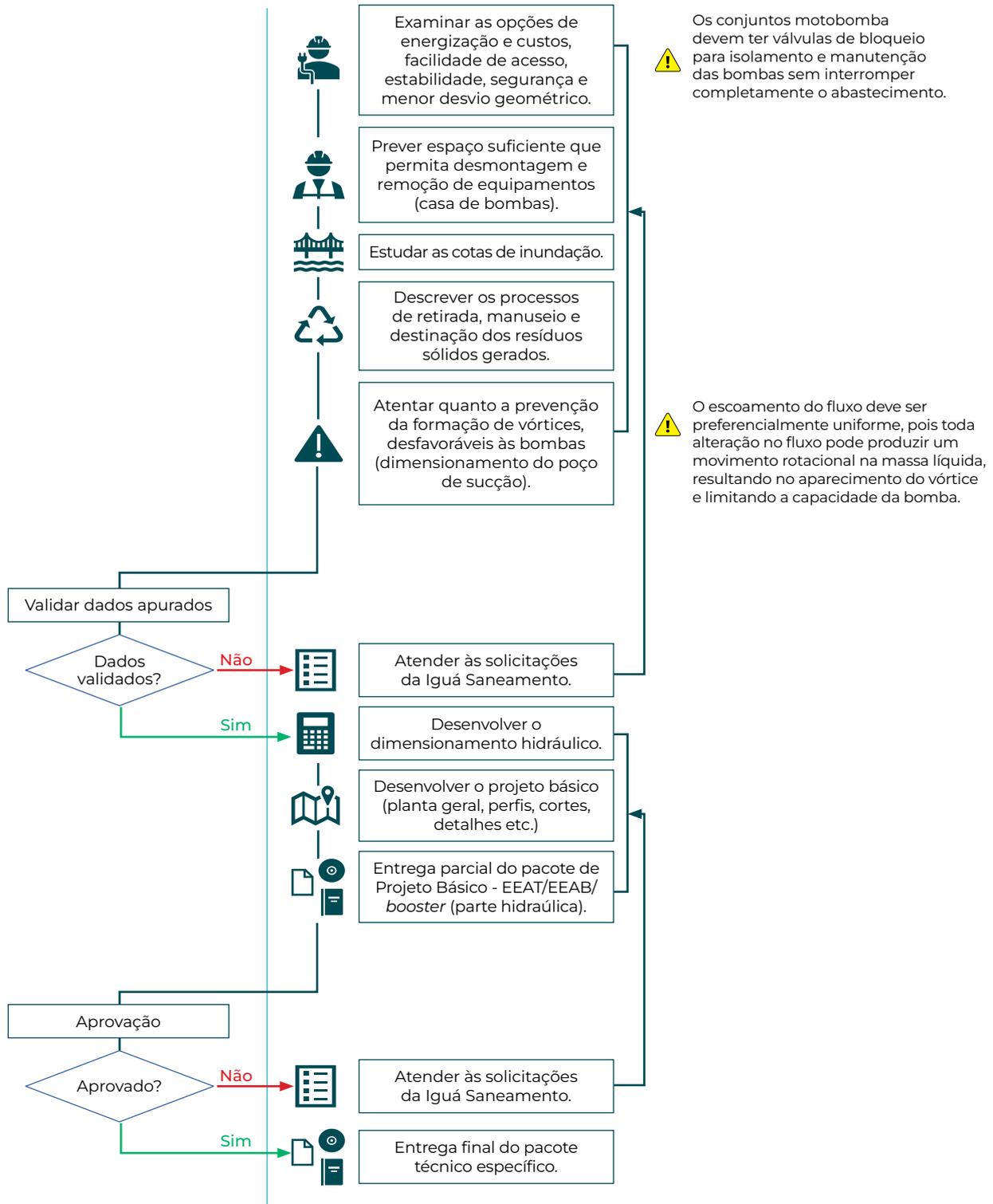
PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.

IGUÁ (CLIENTE)

PROJETISTA



ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

Além das especificações deste documento, os projetos deverão seguir as normas NBR 12215 (Projeto de adutora de água) e NBR 12226 (Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana).

Será necessário, também, o dimensionamento minucioso e detalhado de todos os elementos que compõem a adutora, garantindo-se, assim, a conformidade em relação às normas estabelecidas pela ABNT, juntamente com as diretrizes adicionais a seguir:

- A especificação dos condutos de acordo com a classe de pressão (refletindo, assim, no CAPEX da obra) deverá ser desenvolvida e apresentada em estudo/memorial completo.
- O diâmetro mínimo das adutoras de água bruta deverá ser de 100 mm.
- Os desenhos de adutoras deverão ser entregues em planta e perfil com escala apropriada e conter os seguintes itens: traçado das tubulações (indicando diâmetro, material, conexões e dispositivos especiais, deflexões, blocos de ancoragem, sentido de fluxo, método construtivo e tipo de escoramento), superfície do solo, estaqueamento da tubulação (feito de jusante para montante), perfil de sondagem, cotas do terreno e dos eixos das tubulações, declividades e comprimentos.
- Em adutoras de água bruta, deverá ser prevista a instalação de dispositivos para a introdução de equipamentos de inspeção e limpeza da tubulação.
- Deverá ser priorizado o traçado das adutoras ao longo de espaços públicos para minimizar a necessidade de processos de legalização de faixas de servidão e desapropriação, bem como para que seja evitada a ocupação de faixas de domínio de concessionárias de serviços, como rodovias, ferrovias e redes de energia.
- Deverá ser validado o estudo de diâmetro econômico realizado durante o Estudo de Concepção. Além disso, será fundamental a elaboração de uma tabela comparativa que leve em conta os custos de implementação (transporte, assentamento, substituição de solo, proteção contra transientes hidráulicos etc.) e os custos de operação (como consumo de energia elétrica) para o horizonte de projeto. Se necessário, esses valores deverão ser “trazidos” para o valor presente líquido.
- Deverá ser apresentado um dimensionamento de itens como ventosas, descargas, registros de parada, proteção contra transientes hidráulicos, peças especiais, braçadeiras de fixação e acessórios. Para as descargas, será necessária a realização de um levantamento em campo para a definição de seu destino, com a correspondente previsão do material e dos serviços necessários. A escolha dos materiais e dos equipamentos deverá considerar a facilidade de reposição e de manutenção.
- Será fundamental a indicação dos pontos onde serão necessárias ancoragens e as respectivas pressões de serviço em estado estacionário e transitório.
- Deverão ser fornecidas, nas peças gráficas, as recomendações especiais sobre vazão e velocidade no enchimento das tubulações. Além disso, será necessária a apresentação da lista de materiais e do plano de etapas de execução das obras, além dos métodos de interligação ao sistema existente, dos procedimentos para o enchimento das adutoras e de outras informações relevantes.

- Deverão ser previstos sistemas de proteção para linhas em aço que cruzam as redes e torres de transmissão de energia ou que estão próximas delas.
- Deverão ser considerados os diâmetros internos e as perdas de carga na definição do diâmetro dos condutos do sistema de abastecimento (que se baseiam nas demandas de vazão do horizonte de projeto e nas pressões resultantes do estudo de setorização).

DESENHOS ESPECÍFICOS

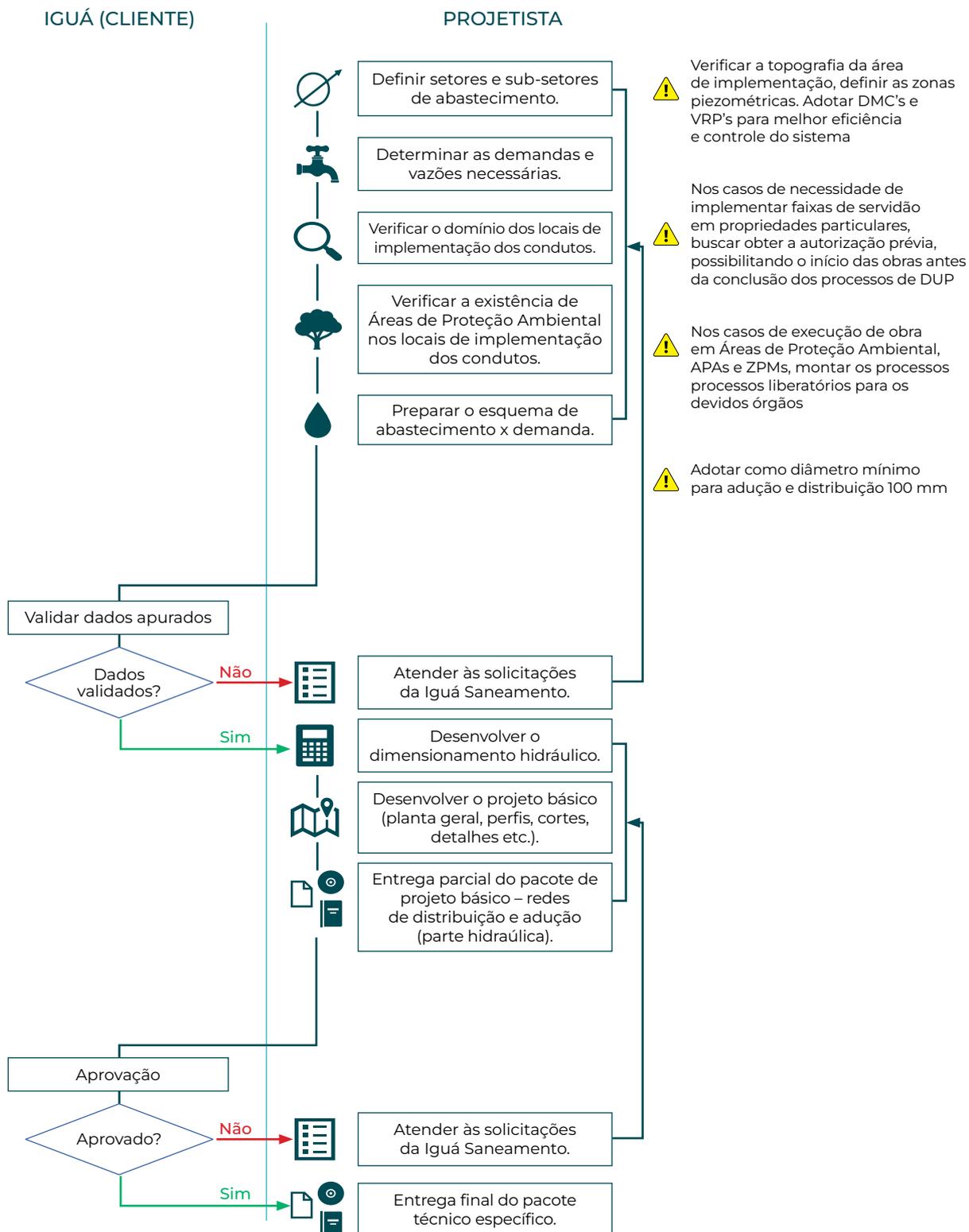
Deverão ser apresentados (em escala apropriada) os seguintes itens:

- Planta geral com a indicação das articulações, a malha de coordenadas, as curvas de nível e o traçado da adutora.
- Projetos dos condutos em planta e perfil.
- Se existirem travessias, os projetos deverão apresentar o mapa de localização, os cortes, os detalhes (suporte, descarga etc.), as interferências e os demais elementos necessários (detalhamento dos poços de reação, tubo-camisa, tipo de preenchimento etc.)
- Indicação e detalhamento dos blocos de ancoragem.
- Quando o assentamento da tubulação for pelo método de vala a céu aberto, deverá ser apresentado projeto com o detalhamento do escoramento.
- Para tubulações de aço, deverá ser previsto o projeto de proteção catódica.
- Perfil reduzido com linha piezométrica.
- Dimensionamento e detalhamento dos demais equipamentos e elementos necessários para o correto funcionamento do sistema (ventosas, descargas, registros, medidores etc.)

PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - ADUÇÃO E REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.



ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Ao ser indicado no Termo de Referência, o projeto terá a flexibilidade de revisar o sistema de tratamento proposto no Estudo de Concepção. Isso possibilitará que sejam consideradas alternativas de métodos e de tecnologias não previstas inicialmente no ETC. Caso não tenha sido desenvolvido um ETC antes do projeto, a contratada será a responsável por definir a solução para o sistema de tratamento durante a fase de desenvolvimento do projeto.

Uma vez a tecnologia de tratamento tenha sido escolhida e aprovada pela Iguá, será necessário ocorrer o dimensionamento detalhado de todos os elementos da Estação de Tratamento de Água (ETA). Isso será aplicável aos projetos de ETAs, de novas Estações de Tratamento de Lodo (ETL) ou de expansão e melhorias das unidades já existentes.

As características operacionais específicas das ETAs estarão relacionadas às condições de operação do fluido e às características hidráulicas do projeto, conforme aparece descrito a seguir:

- **Vazão de trabalho** – Será fundamental informar a vazão do fluido a ser transportado pelas tubulações e conexões em unidades de medida, como m³/h (metros cúbicos por hora) ou l/s (litros por segundo).
- **Pressão de trabalho ou cota hidráulica** – Será necessário fornecer a cota hidráulica da tomada de água ou da captação, informação essencial para a alimentação da ETA. A unidade de medida poderá ser m.c.a. (metros de coluna d'água).
- **Qualidade da água bruta** – Para a caracterização da água bruta, deverão ser informados os índices, que se dividem em 3 grupos. São eles:

Grupo 1: Índice de Qualidade das Águas (IQA)

- Temperatura.
- Oxigênio Dissolvido (OD).
- pH.
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).
- Coliformes termotolerantes.
- Fosfato total.
- Nitrogênio total.
- Turbidez.
- Sólidos totais.

Grupo 2: Parâmetros de toxicidade

- Teste de mutagenicidade.
- Potencial de formação de trihalometanos.
- Presença de cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel.

Grupo 3: Parâmetros que afetam a qualidade organoléptica da água

- Presença de fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco.
- **Escopo de projeto** – Para atendimento do escopo do projeto, será necessária a realização de estudo que avalie as alternativas de concepção para as ETAs, com projetos hidráulicos, elétricos, civis, de automação e características construtivas de acordo com as diretrizes da Iguá Saneamento.

A escolha do processo de tratamento, dos produtos químicos e das dosagens deverá ser baseada em ensaios laboratoriais que considerem as condições da água bruta durante diferentes períodos do ano. O projeto deverá ser aprovado pelo corpo técnico da Iguá Saneamento. Em caso de ampliação ou de reabilitação de ETAs, será importante que sejam levantados os projetos das unidades existentes, os dados operacionais e os problemas existentes e que seja mantido o perfil do manancial.

As intervenções para complementações ou melhorias em unidades existentes deverão ser planejadas para causar o mínimo de interferência na produção e no abastecimento público.

- **Dimensionamento** – Um memorial de cálculo detalhado de todo o projeto das unidades da ETA deverá ser apresentado, seguindo a norma NBR 12216. Caso a norma não seja aplicável, será importante a apresentação de justificativa para a escolha das diretrizes ou dos parâmetros empregados. Modificações ou concepções de projeto que contrariem as normas estabelecidas deverão ser submetidas à aprovação do corpo técnico da Iguá Saneamento.
- **Especificações técnicas** – Folhas de dados de equipamentos, motores, sensores, instrumentação e outros itens necessários para a execução da ETA deverão ser apresentadas. Os documentos precisarão conter informações sobre a capacidade da ETA, bem como a descrição das unidades, o diagrama lógico, o cronograma físico-financeiro do empreendimento e outros documentos considerados relevantes. A aprovação do corpo técnico da Iguá Saneamento será necessária para as especificações de materiais e outras informações apresentadas nos documentos.

DESENHOS ESPECÍFICOS

Deverão ser apresentadas (em escala apropriada) as seguintes informações:

- Planta de localização com a apresentação do manancial, da captação, da adução, da ETA e dos reservatórios de distribuição.
- Planta da área urbana de situação da ETA em relação à área do projeto, ao corpo receptor e às habitações mais próximas.
- Planta do zoneamento urbano e ambiental com apresentação, se houver, do planejamento de uso e de ocupação do solo urbano.
- Planta da área urbana contemplando as informações do sistema de abastecimento de água existente.
- Planta das tubulações externas (adutoras, tubulações da ETA, de descarga de água de lavagem e lodo, extravasor e drenagem), com a indicação das tubulações existentes (devidamente identificadas).
- *Layout* da ETA.
- Detalhamento das unidades, dos equipamentos e dos órgãos acessórios principais.
- Fluxograma do processo.
- Perfis hidráulicos das fases líquida e sólida da ETA, com indicação das principais elevações das estruturas e das unidades do processo.

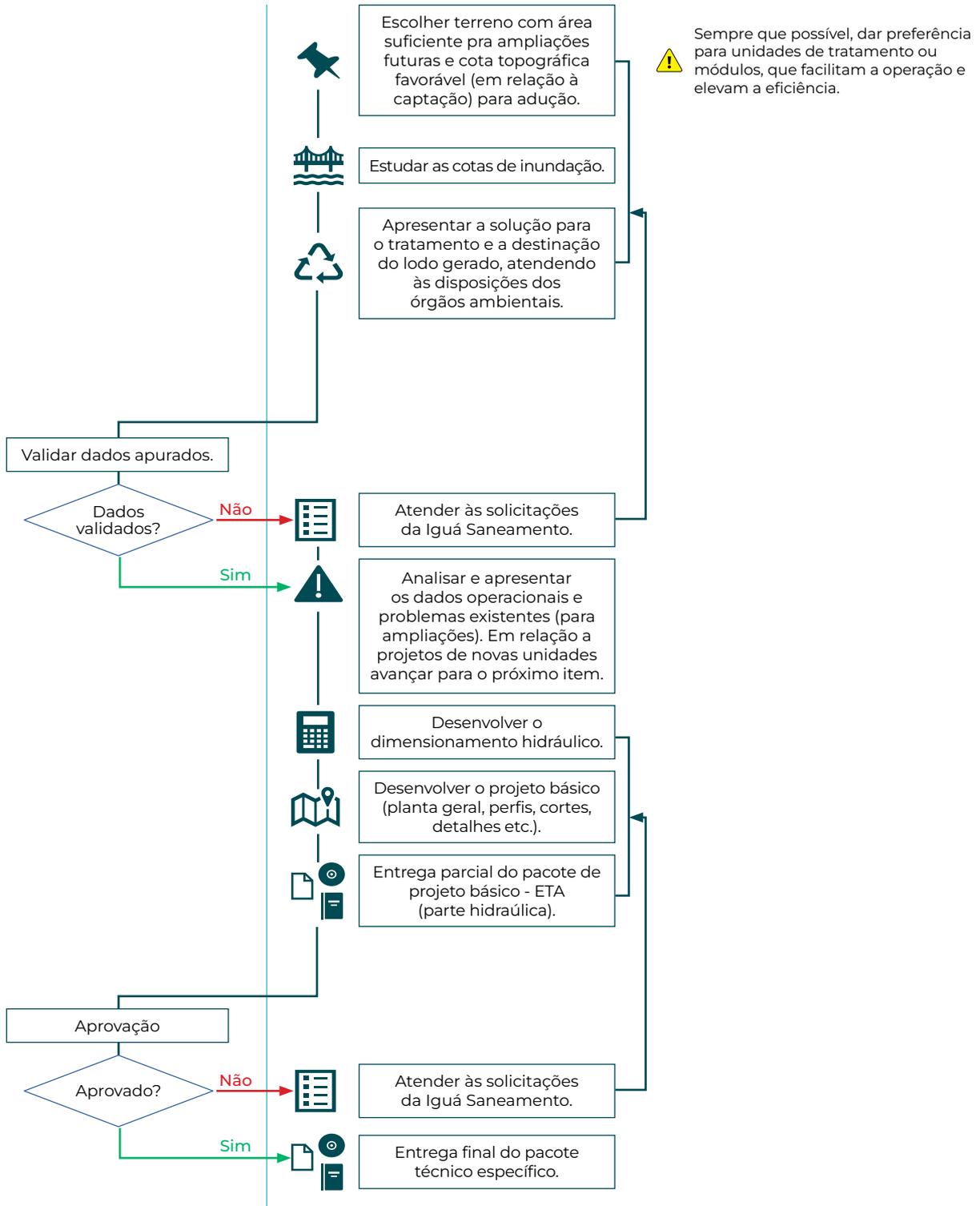
PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - ETA

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.

IGUÁ (CLIENTE)

PROJETISTA



RESERVAÇÃO

Para elaboração de projetos de reservação devem ser considerados os itens a seguir:

- Juntamente com a elaboração do projeto, fornecer informações detalhadas sobre os reservatórios e seus componentes, seguindo as normas específicas da ABNT.
- Descrever as características técnicas dos reservatórios, com a justificativa da escolha da localização e informações sobre as cotas, os volumes (nominal, efetivo e útil) e os materiais utilizados.
- Apresentar cálculos necessários para embasar as decisões de projeto será igualmente obrigatório.
- Também deverão ser atendidas as normas NBR 12217 (Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público e NBR 12218 (Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público).
- Definir a locação das unidades, de forma que atendam às variações de pressão da rede.
- Estabelecer a forma e o material.
- Determinar os equipamentos, os órgãos acessórios e a instrumentação.
- Quando o reservatório for dividido em câmaras, cada compartimento deverá possuir extravasor, abertura para a inspeção e ventilação para a entrada e a saída de ar.
- Os reservatórios deverão prever proteções contra a entrada de água de chuva, poeira, animais e demais elementos que possam intervir na qualidade da água.
- Os reservatórios deverão ser dotados de dispositivo indicador do nível de água.
- Prever estrutura de medição e controle de vazão na entrada e/ou na saída do reservatório.
- Prever a existência de escadas externas e internas, fixadas no topo e na base dos reservatórios e, no máximo, a cada lance de 3 m. Também deverá ser previsto guarda-corpo nas escadas com altura maior do que 6 m.
- Dimensionar as tubulações de entrada, saída, descarga e extravasamento do reservatório.
- O volume de reservação deverá ser calculado pelo método da curva de variação diária do consumo. Na inexistência de curva de consumo, a recomendação é que seja feita a estimativa por modelagens hidráulicas.
- Considerar uma submergência mínima na saída de água do reservatório ou a instalação de dispositivos supressores de vórtices.
- Verificar os problemas relativos às zonas mortas.

DESENHOS ESPECÍFICOS

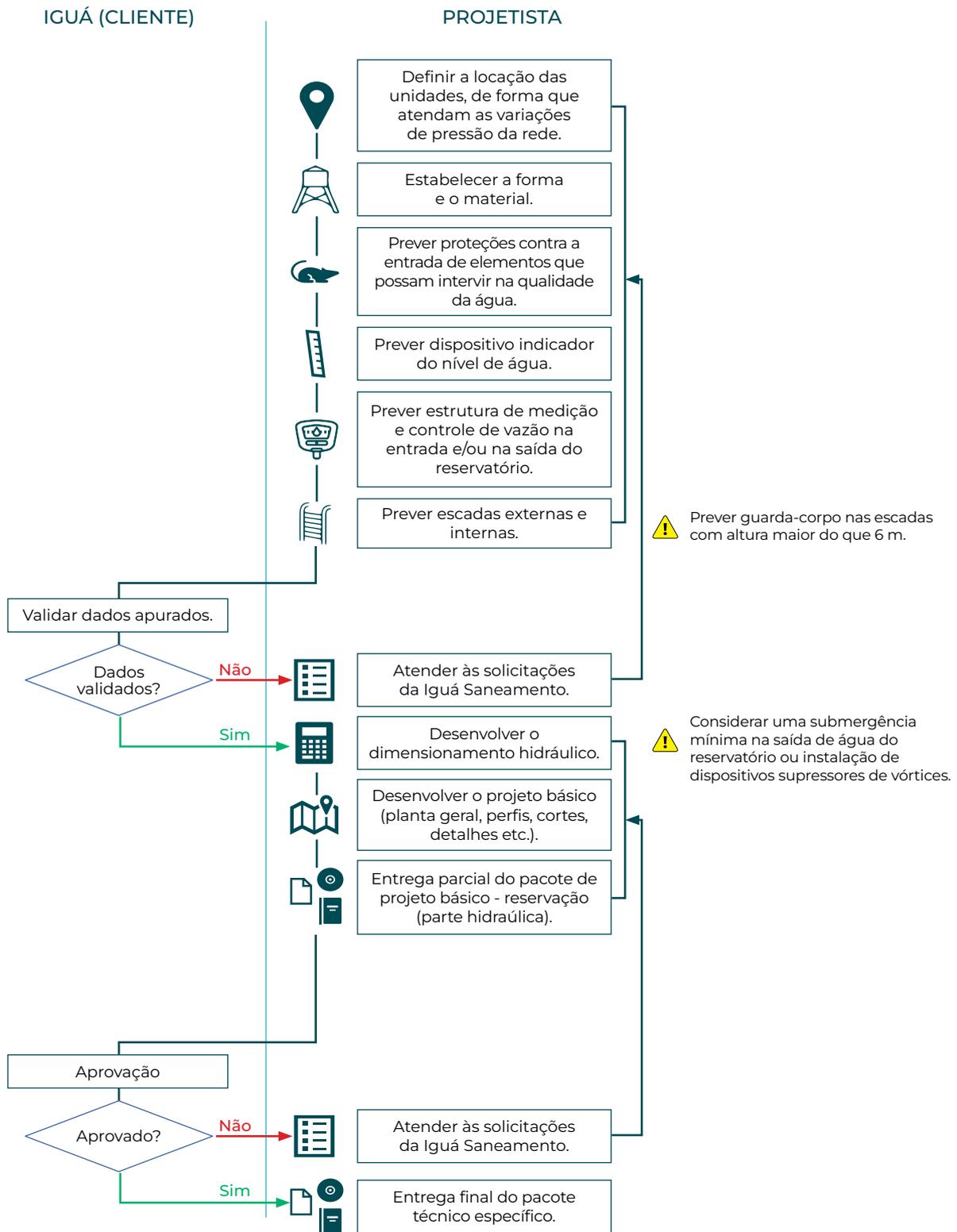
Deverão ser apresentados (em escala apropriada) os seguintes itens:

- Planta geral, com o *layout* do sistema de contribuição do centro de reservação, incluindo as edificações.
- Projeto de drenagem.
- Projeto do reservatório com todo o detalhamento necessário para um perfeito entendimento, incluindo os equipamentos de medição e segurança operacional, como ancoragem, escadas, acessos e rampas. Também deverão ser indicadas as cotas dos níveis operacionais.

PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - RESERVAÇÃO

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.



REDE DE DISTRIBUIÇÃO

- Seguir as normas NBR 12218 (Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público) e NBR 12266 (Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana).
- Locar as redes de distribuição, preferencialmente, no terço dos logradouros onde está o maior número de imóveis a serem conectados.
- O diâmetro mínimo da rede de distribuição deverá ser de 50 mm.
- Após a definição das zonas de pressão, deverão ser indicadas as válvulas de bloqueio limítrofes. Também deverão ser diferenciadas, em projeto, as válvulas de bloqueio das válvulas de manobra. Os registros limítrofes deverão permanecer fechados, e as tampas, pintadas e identificadas. Para os limites de setor, as tampas deverão ser pintadas nas cores preta, VRP verde, DMC azul e *Booster* amarelo.
- O tipo de hidrante (coluna ou subterrâneo) a ser utilizado deverá ser definido em conjunto com a Iguá.
- Quando os coeficientes do dia e da hora de maiores consumos forem desconhecidos, deverão ser adotados $K1=1,2$, $K2=1,5$ e $K3=0,5$.
- Deverão ser especificados os equipamentos e as técnicas construtivas que serão utilizados em todas as etapas do projeto (das escavações ao assentamento das tubulações).
- No desenvolvimento do projeto hidráulico básico da rede de distribuição, se for necessário, deverão ser realizados os serviços de sondagem a trado, pesquisa de interferências e levantamento das características dos pavimentos, conforme orientações estabelecidas no Termo de Referência.
- Deverão ser apresentados os resultados da simulação hidráulica para a alternativa ótima, destacando-se os trechos principais, os diâmetros, os materiais e os limites entre as zonas de pressão.

DESENHOS ESPECÍFICOS

Deverão ser apresentados os seguintes itens:

- Planta geral da rede com a delimitação dos setores de abastecimento, das zonas de pressão e das áreas de VRP, DMC e *booster*. Deverão ser apresentadas a malha de coordenadas e as curvas de nível.
- A planta com o trecho da rede projetada deverá conter a localização, o alinhamento predial e as guias, distinção entre redes projetadas e existentes, bem como a identificação do material e do diâmetro, as conexões, as interligações com a rede existente, o método adotado (vala a céu aberto, furo direcional, *pipe bursting* etc.) e as demais informações necessárias para identificação e entendimento.
- Projeto unifilar com o detalhamento das interligações.
- Projeto-padrão com o detalhamento do tipo das ancoragens (bloco de concreto, perfil metálico, pontalete de madeira etc.)
- Se o assentamento da tubulação se der pelo método de vala a céu aberto, deverá ser apresentado o projeto com o detalhamento do escoramento.

- Projeto da montagem dos equipamentos hidromecânicos. Deverão ser apresentados todos os cortes e detalhes necessários a execução.
- Detalhamento dos órgãos acessórios. Para as descargas, deverão ser consideradas as proteções que evitem o contato com a água contaminada.
- Detalhamento dos pontos de desinfecção.
- Na existência de travessias, os projetos deverão apresentar o mapa de localização, os cortes, os detalhes (suporte, descarga etc.), as interferências e os demais elementos necessários (como detalhamento dos poços de reação, tubo-camisa, tipo de preenchimento etc.) Sempre que as ventosas estiverem desabrigadas, proteção deverá ser prevista a fim de se evitar vandalismo.

LIGAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA

- Deverá ser evitado, sempre que possível, o emprego excessivo de conexões nas ligações.
- A relação da quantidade de ligações que serão projetadas/substituídas deverá constar em projeto específico.
- As ligações deverão seguir os projetos padrões, exceto nos casos de grandes consumidores, para os quais deverá ser elaborado um projeto específico.

DESENHOS ESPECÍFICOS

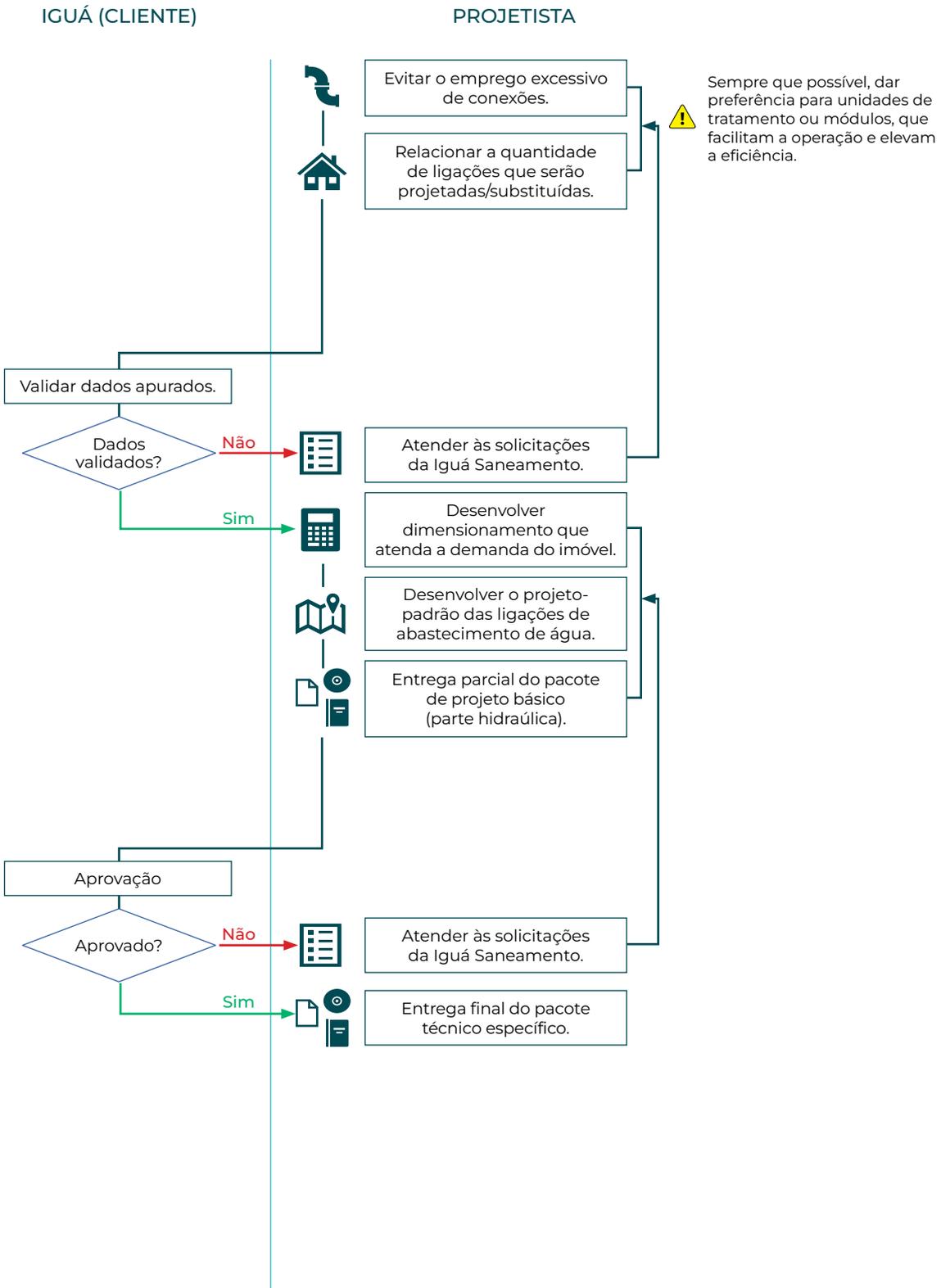
Deverão ser apresentados os seguintes itens:

- Projetos-padrões das ligações de abastecimento de água para os consumidores domésticos.

PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA - LIGAÇÕES PREDIAIS

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.



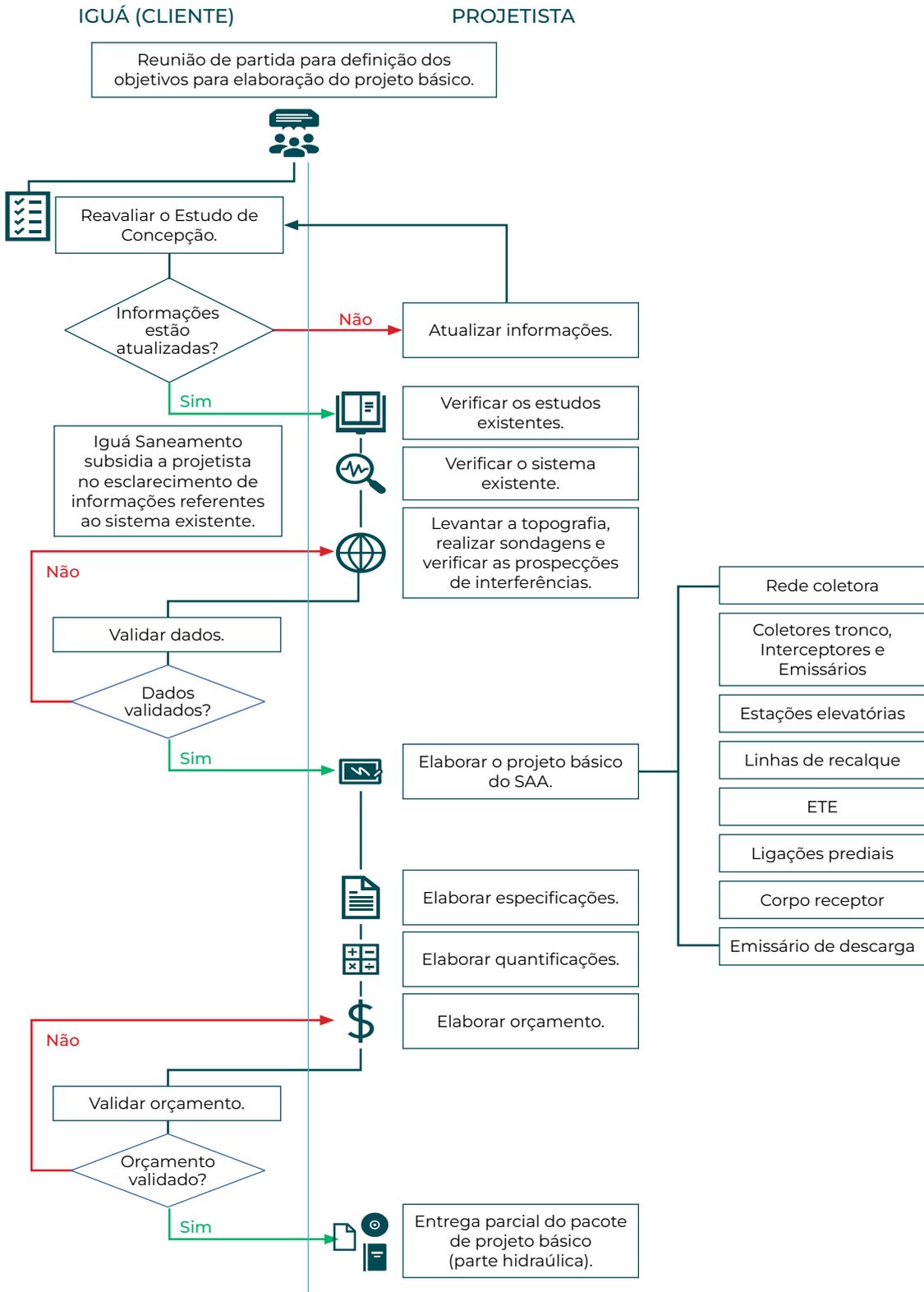
1.4.4 Sistema de Esgotamento Sanitário (SEE) - Projeto básico

Durante a elaboração, os projetos do Sistema de Esgotamento Sanitário deverão compreender, minimamente, os aspectos descritos a seguir:

- Apuração dos dados de campo, dados topográficos, infraestrutura existente e tipo de ocupação da região estudada.
- Levantamento na Iguá Saneamento, na prefeitura ou por meio de cálculos estimativos baseados na NBR 9649, dos dados dos clientes atuais e da projeção futura (consumo de água e estimativa de geração de esgoto sanitário e efluentes em geral com sua caracterização).
- Descrição do sistema de esgotamento adotado e existente, com a elaboração de fluxograma esquemático contendo as vazões e as cargas de indicadas em cada uma das unidades, em conjunto com a apresentação de um perfil hidráulico apontando as cotas.

PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.



OBRAS LINEARES DE COLETA E TRANSPORTE DE ESGOTO EM GERAL

- Deverão ser dimensionados os condutos com base nas vazões iniciais e finais apuradas para cada tramo, prevendo-se, por exemplo, a tensão trativa suficiente para o escoamento e a autolimpeza, a velocidade máxima para a preservação do conduto, as condições de remanso e a taxa máxima de preenchimento do conduto, mantendo-se as condições de conduto livre.
- Deverão ser indicados os pontos de sondagem e prospecção de interferências ao longo do caminhamento das tubulações.
- Os materiais adotados deverão resistir às pressões externas, internas e a outros carregamentos previstos.
- Deverá ser Identificado, no projeto, o fluxo do fluido de itens como: cotas a montante e a jusante, de topo e de fundo, declividade, trecho, diâmetro, material, comprimento do trecho, singularidade e profundidade.
- Os desenhos deverão conter a malha de coordenadas, os nomes dos logradouros, as posições dos lotes, as curvas de nível, o método executivo, o pavimento e o estaqueamento.
- Deverão ser apontadas as deflexões horizontais e verticais.
- Nos projetos de linhas de recalque, deverão ser detalhados os dispositivos para expulsão de ar, as descargas e os blocos de ancoragem.
- Deverão ser apresentadas interferências como: redes de água, esgoto, gás, galerias de águas pluviais, poços de telecomunicação e demais serviços existentes.
- Se a implementação de condutos utilizar terrenos particulares, deverão ser instituídas faixas de servidão, a partir dos dados de um cadastro imobiliário. A largura da faixa de servidão será justificada tecnicamente quanto à necessidade e baseada na profundidade e no diâmetro da tubulação, com detalhamento em projeto separado. Caso haja a necessidade de implementação de faixas de servidão em propriedades particulares, deverá se buscar a autorização prévia, evitando-se, assim, a implementação de DUP. Os poços de inspeção e de visita poderão ser moldados *in loco* ou constituídos por tubos de concreto pré-fabricados do tipo ponta-bolsa, devendo resistir fisicamente e quimicamente à agressividade do esgoto. A laje de fundo deverá ser concretada A laje superior, por sua vez, deverá apresentar formato circular.
- Os tampões deverão ser de ferro fundido do tipo articulado. Quando aplicados em leitos carroçáveis, deverão ser montados no sentido do fluxo de veículos principal da via e localizados, preferencialmente, acima do eixo da tubulação principal.
- Os equipamentos e os órgãos acessórios projetados deverão estar em abrigos que condicionem a segurança estrutural e operacional.

REDE DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

- O projeto de redes coletoras de esgoto deverá seguir as premissas que constam nas normas NBR 9649 (Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário), NBR 9814 (Execução de rede coletora de esgoto sanitário) e NBR 12266 (Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana).

- Os projetos de redes de esgoto por vala a céu aberto deverão prever o embasamento, o escoramento e o esgotamento das valas de implementação.
- A distância entre os poços de inspeção, de limpeza e os poços de visita não deverá ultrapassar 100 m. As singularidades que forem dispostas em distâncias superiores deverão ser justificadas e aprovadas pela Iguá.
- O recobrimento deverá seguir as premissas da norma NBR 12266.
- Deverão ser previstos poços de inspeção no início das redes coletoras.
- A utilização do sifão invertido deverá ser justificada. Serão elaborados e detalhados, também, o estudo hidráulico e o comparativo (com as alternativas).
- O diâmetro mínimo para as redes coletoras deverá ser de 150 mm.
- Deverão ser utilizados os dados das vazões dos esgotos domésticos, dos singulares/industriais e do coeficiente de retorno. Na inexistência de dados, terão de ser usados os valores determinados na NBR 9649 (Projetos de redes coletoras de esgoto sanitário).
- Deverá ser apresentada planilha de dimensionamento hidráulico com as verificações de velocidades, da taxa de preenchimento e da tensão trativa. Deverão ser garantidas a condição de autolimpeza e a condição de escoamento livre.
- Deverão ser verificados os pontos com vazões de esgoto singulares que poderão surgir futuramente.
- Deverá ser feito o levantamento dos níveis dos lençóis freáticos da região de projeto.
- Redes coletoras que recebam ligações domiciliares deverão apresentar diâmetro máximo de 200 mm. Se houver a necessidade de diâmetros maiores, recomenda-se a previsão da rede coletora auxiliar.
- Na ocorrência de casos com soleiras negativas, deverão ser estudadas, criteriosamente, as alternativas de aprofundamento da rede, verificando-se a viabilidade e se analisando o impacto nos trechos subsequentes. Deverá ser considerada, também, a coleta pelo fundo, com a adoção de faixas de servidão e da viela sanitária, entre outras soluções. Todos os casos específicos e os impactos executivos deverão ser verificados, bem como os impactos em CAPEX e OPEX.

DESENHOS ESPECÍFICOS

Deverão ser apresentados (em escala apropriada) os seguintes itens:

- Planta geral com a localização da área do projeto.
- Planta geral da rede coletora com a delimitação das bacias e sub-bacias de esgotamento.
- Planta da rede coletora projetada, contendo a localização, o alinhamento predial e os guias, a identificação do material e o diâmetro, as interligações, o método executivo e as demais informações necessárias.
- Na existência de travessias, os projetos deverão apresentar o mapa de localização, os cortes, os detalhes, as interferências e os demais elementos necessários.

- Projeto dos órgãos acessórios (como caixas de transição, poços de visita e terminais de limpeza).
- Projeto de escoramento de vala.

COLETORES TRONCO, INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS

- Os projetos devem seguir as orientações que constam nas normas NBR 9649 (Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário), NBR 9814 (execução de rede de esgoto sanitário), NBR 12207 (Projeto de interceptores de esgoto sanitário) e NBR 12266 (Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana).
- A distância entre terminais de limpeza, poços de vistoria e de inspeção não deverá ultrapassar os 100 m. As singularidades dispostas em distâncias superiores deverão ser justificadas tecnicamente.
- Deverá ser apresentada as estimativas de vazões de esgotos domésticos, de singulares/industriais e de infiltrações em cada bacia e sub-bacia de esgotamento.
- Deverão ser apresentadas a análise e a justificativa técnica para travessias ou pontos notórios que demandem a instalação de sifão invertido.
- Deverá ser considerado o regime permanente e uniforme para o dimensionamento hidráulico.
- Deverá ser apresentada a análise da defasagem das contribuições, do amortecimento das vazões máximas e de funcionamento (somatória da vazão final acrescida da vazão de contribuição pluvial, se necessário, e da vazão de tempo seco).
- Em pontos de muita agitação e com declividades elevadas, deverá ser verificada a necessidade de implementação dos dispositivos dissipadores de energia.

DESENHOS ESPECÍFICOS

Deverão ser apresentados (em escala apropriada) os seguintes itens:

- Planta de delimitação das bacias e sub-bacias.
- Planta geral do sistema.
- Projeto em planta e perfil da localização da tubulação para coletores tronco, interceptores e emissários com as cotas planialtimétricas, se necessário, para a criação da articulação dos trechos das tubulações.
- Projeto dos órgãos acessórios (poços de visita, sifões invertidos etc.)
- Na existência de travessias, os projetos deverão ser apresentados o mapa de localização, os cortes, os detalhes, as interferências e as demais elementos necessários.
- Projeto de escoramento de vala.

RESUMO TÉCNICO

Preferencialmente, os projetos de redes coletoras de esgoto deverão ser desenvolvidos com a utilização de *softwares* de simulação hidráulica, como o SewerGEMS, que é o programa- padrão adotado pela Iguá Saneamento. O uso dessa ferramenta proporciona maior precisão no dimensionamento do projeto, a partir de uma análise técnica e mais robusta.

Além das peças gráficas e da modelagem digital (quando isso for aplicável), será obrigatória a inclusão do Resumo Técnico no pacote de entregas. Esse documento, que poderá ser gerado diretamente a partir do *software* utilizado, deverá conter as principais informações do projeto, com destaque para as seguintes:

- Parâmetros iniciais de projeto.
- Trecho.
- Extensão.
- Vazão.
- Declividade.
- Cotas.
- Profundidade do coletor.
- Diâmetro.
- Material.
- Velocidade crítica.
- “Y/D”.
- Tensão trativa.

O Resumo Técnico é uma ferramenta indispensável para consolidar, de forma clara e objetiva, as informações mais relevantes do projeto, possibilitando acesso rápido e simplificado às especificações. Ele desempenha papel fundamental na análise técnica, no acompanhamento da execução e nas atividades de operação e manutenção.

Caso não seja possível exportar essas informações diretamente do *software* de dimensionamento, o Resumo Técnico deverá ser elaborado manualmente, adotando-se o modelo apresentado na tabela a seguir:

1 Dados e parâmetros de projeto				
1.1	População de início de plano	Pi =	268	Habitantes (hab.)
1.2	População de fim de plano	Pf =	402	Habitantes (hab.)
1.3	Extensão de rede de início de plano	Li =	1878,45	m
1.4	Extensão de rede de fim de plano	Lf =	1878,45	m
1.5	Consumo per capita	q =	300	l/hab.dia
1.6	Coefficiente de retorno de esgoto	C =	0,8	
1.7	Coefficiente de máxima vazão diária	K1 =	1,2	
1.8	Coefficiente de máxima vazão horária	K2 =	1,5	
1.9	Taxa de infiltração na rede	Ti =	0,0001	l/s.m
1.10	Vazão concentrada	Qc =		l/s
1.11	Coefficiente de Manning	η =	0,013	
1.12	Profundidade mínima do trecho	p =	1,2	m
2 Vazão de esgoto doméstico total (bacia/sub-bacia)				
2.1	Vazão total de início de plano	Qi =	1,12	l/s
2.2	Vazão total de fim de plano	Qf =	2,01	l/s
3 Taxa de contribuição linear (bacia/sub-bacia)				
3.1	Taxa de contribuição linear de início de plano (l/s.m)	Txi =	0,0006945	l/s.m
3.2	Taxa de contribuição linear de fim de plano (l/s.m)	Txf =	0,00117	l/s.m

Trecho	Extensão (m)	Vazão Projeto (l/s)		Declividade do projeto (m/m)	Cota do coletor (m)		Profundidade do coletor (m)	Diâmetro (m)	Material	Velocidade Crítica (m/s)		Lâmina (Y/D)		Tensão Trativa (Pa)	
		Início	Fim		Montante	Jusante				Início	Fim	Início	Fim	Início	Fim
PS1-PV2	100,00	1,50	0,045	384,30	1,20	0,150	Concreto	2,176	0,144	6,03					
		1,50		379,80	1,20			2,176	0,144	6,03					
PS3-PV4	100,00	1,50	0,005	379,70	1,20	0,150	Concreto	2,801	0,253	1,11					
		1,50		379,20	1,60			2,801	0,253	1,11					
PV4-PV5	65,83	1,50	0,024	379,20	1,60	0,150	Concreto	2,331	0,167	3,62					
		1,50		377,65	1,20			2,331	0,167	3,62					
PV5-PV6	53,48	1,50	0,044	377,65	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	5,92					
		1,50		375,30	1,20			2,181	0,145	5,92					
PS7-PV6	62,59	1,50	0,016	376,30	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	2,15					
		1,50		375,30	1,20			2,181	0,145	2,15					
PV6-PV8	71,99	1,50	0,018	375,30	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	2,43					
		1,50		374,00	1,20			2,181	0,145	2,43					
PV2-PV9	68,09	1,50	0,046	379,80	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	6,13					
		1,50		376,70	1,20			2,181	0,145	6,13					
PV9-PV10	35,67	1,50	0,014	376,70	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	1,89					
		1,50		376,20	1,20			2,181	0,145	1,89					
PS11-PV10	66,81	1,50	0,043	379,10	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	5,85					
		1,50		376,20	1,20			2,181	0,145	5,85					
PV10-PV8	50,28	1,50	0,044	376,20	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	5,89					
		1,50		374,00	1,20			2,181	0,145	5,89					
PV8-PV12	76,84	1,50	0,043	374,00	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	5,78					
		1,50		370,70	1,20			2,181	0,145	5,78					
PS13-PV14	76,84	1,50	0,016	376,10	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	2,10					
		1,50		374,90	1,20			2,181	0,145	2,10					
PV14-PV15	72,65	1,50	0,039	374,90	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	5,19					
		1,50		372,10	1,20			2,181	0,145	5,19					
PS16-PV15	76,84	1,50	0,038	375,00	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	5,08					
		1,50		372,10	1,20			2,181	0,145	5,08					
PV15-PV12	69,07	1,50	0,020	372,10	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	2,73					
		1,50		370,70	1,20			2,181	0,145	2,73					
PV12-PV17	78,18	1,50	0,010	370,70	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	1,37					
		1,50		369,90	1,60			2,181	0,145	1,37					
PV17-PV18	92,35	1,50	0,009	369,90	1,60	0,150	Concreto	2,181	0,145	1,17					
		1,50		369,10	2,50			2,181	0,145	1,17					
PS19-PV20	79,08	1,50	0,013	378,60	1,20	0,150	Concreto	2,181	0,145	1,70					
		1,50		377,60	1,20			2,181	0,145	1,70					

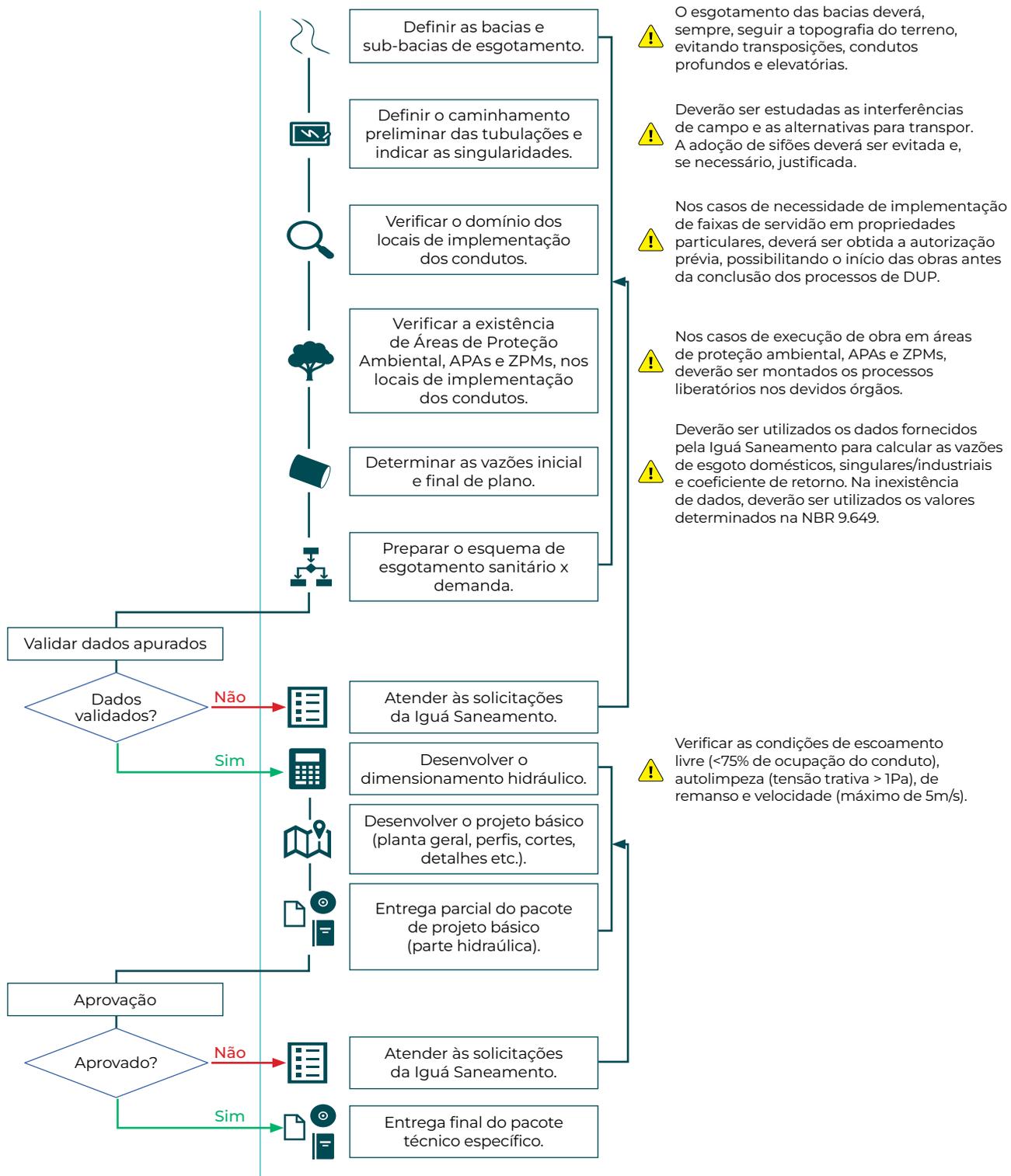
PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - REDE COLETORA, COLETORES TRONCO, INTERCEPTORES E EMISSÁRIOS

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.

IGUÁ (CLIENTE)

PROJETISTA



ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

- Deverão ser seguidas as premissas das normas NBR 12208 (Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário e NBR 12266 (Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana).
- Preferencialmente, as estações elevatórias deverão estar localizadas em áreas definidas que tenham espaço para a instalação dos abrigos de painéis e dos equipamentos, das caixas e dos barriletes (com dimensões suficientes para a operação e a manutenção, prevendo-se a entrada de veículos para a limpeza dos cestos e o manejo de resíduos retirados e a promoção da segurança operacional).
- No entanto, havendo condições técnicas e autorização da prefeitura, as Estações Elevatórias de Esgoto, com bombas submersíveis com potência de até 30 Hp, poderão estar localizadas nos leitos carroçáveis, desde que exista local adequado para a instalação dos painéis elétricos, os procedimentos de sinalização, o isolamento da operação, a limpeza do cesto e a manutenção. Estações elevatórias com potência acima de 30 Hp deverão estar localizadas em áreas definidas.
- Deverão ser previstos dispositivos para o içamento das bombas (exceto para bombas localizadas em área não controlada) e dos cestos do pré-tratamento.
- Para situações emergenciais de parada de funcionamento das EEEs, deverá ser prevista a implementação de reservatórios de acúmulo e/ou geradores para EEE em função das vazões do esgoto afluente e da região de implementação da EEE. Toda a memória de cálculo deverá ser apresentada com a justificativa sobre a solução adotada.
- Deverão ser previstos dispositivos localizados a montante e a jusante para a contenção do fluido em casos de emergências, falhas e manutenção na operação.
- A estação elevatória deverá ter, no mínimo, 2 conjuntos motobombas (um deles como reserva).
- Deverá ser verificada a possibilidade de fornecimento de água tratada na estação elevatória.
- As peças metálicas submetidas ao contato com o fluido deverão ser em aço inox ou em ferro fundido. O conjunto motobomba deverá ter pintura de proteção.
- O gradeamento deverá ser previsto e dimensionado, incluindo-se as condições operacionais de limpeza.
- Será necessário haver o dimensionamento do desarenador por gravidade (caixa de areia) em regiões com greides não definidos ou que apresentem parcelas significativas de leitos não pavimentados
- Com a variação da vazão afluente à estação elevatória, deverá ser realizado o dimensionamento do poço de sucção. Com isso, serão definidos os volumes útil, o efetivo e os níveis de operação, considerando o revezamento automático das bombas. Deverá haver atenção especial ao tempo de detenção do esgoto.
- Deverá ser determinada a altura manométrica para a superação das distâncias impostas.
- Deverá ser apresentado o cálculo das perdas de cargas no barrilete e no recalque.

- Deverá ser determinada a curva característica do sistema. Além disso, deverá ser verificada a curva do sistema em relação à curva do conjunto de motobombas selecionado.
- As bombas deverão ser projetadas para recalcar as vazões máximas horárias e atender a todos os pontos da curva do sistema em funcionamento, respeitando-se os tempos de detenção (no máximo, 30 min) e o número de partidas por hora (no máximo, seis partidas).
- Deverá ser feita a verificação da cavitação nos equipamentos do sistema pressurizado pelos parâmetros NPSH.
- Será necessária uma avaliação criteriosa dos fenômenos de vibrações e ressonâncias, dimensionando-se, assim, o isolamento para a supressão ou o enquadramento desses fenômenos em faixas de aceitáveis.
- Um resumo do projeto deverá ser apresentado contendo a descrição objetiva de todo o sistema abrangido pelo contrato. Com textos e desenhos, o resumo deverá ressaltando as seguintes informações básicas:
 - Horizonte do projeto (previsão de início da operação).
 - Tipo de elevatória: bomba submersível (padrão).
 - Capacidade da elevatória e etapas de implementação.
 - Forma, vazão e altura manométrica.
 - Potência unitária, número e tipo dos conjuntos motobombas.
 - Custo previsto.
 - Planta com localização e áreas de influência e informações expeditas do coletor afluyente e da linha de recalque.

DESENHOS ESPECÍFICOS

Deverão ser apresentados (em escala apropriada) os seguintes itens:

- Planta de implementação.
- Planta geral com a localização das tubulações de sucção e recalque no entorno do sistema.
- Projeto das unidades componentes do sistema (gradeamento, poço de sucção, abrigos etc.)
- Detalhamento das unidades, dos equipamentos e tubulações que compõe o sistema.

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO EM LINHA

Os sistemas de bombeamento de esgoto em linha são projetados para o recalque de esgoto bruto, feito por meio de equipamentos instalados em poços secos. Diferentemente das instalações convencionais, com bombas submersíveis em poços úmidos, esse tipo de sistema reduz o acúmulo de esgoto dentro do poço, minimizando problemas relacionados ao mau cheiro e à necessidade de limpeza frequente.

O sistema é composto por dois ou mais equipamentos instalados diretamente no tubo de sucção das bombas. Tais equipamentos são controlados por inversores de frequência, que operam de forma integrada, com base nos dados coletados por um transmissor de nível.

ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

Layout básico

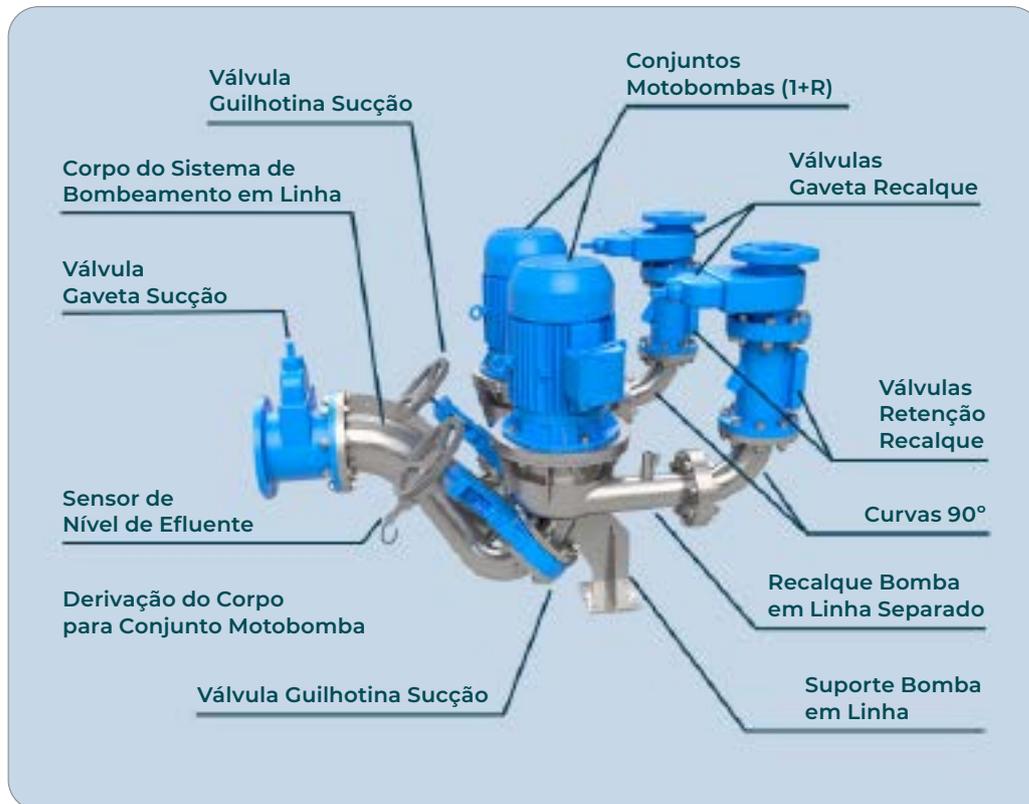
O *layout* básico de uma Estação Elevatória de Esgoto em linha deverá contemplar os seguintes elementos:

- Poço de visita.
- Poço de cesto de coleta/gradeamento.
- Poço desarenador.
- Poço de sucção (seco).
- Barrilete de recalque (em poço ou aéreo).
- Linha de recalque.

Equipamentos e acessórios

- Corpo hidráulico soldado, em aço inoxidável 304L, com portinhola para a remoção de sólidos grandes. Deverá ter um sensor para a coleta de pressão a montante das bombas (pressão de sucção).
- Válvulas de retenção para cada bomba instalada, o que possibilitará a manutenção sem haver interrupção no funcionamento do sistema.
- Válvulas de bloqueio, na entrada do sistema, na entrada e na saída de cada bomba, e após as válvulas de retenção, para que a manutenção e a operação sejam facilitadas.
- Bombas com rotores do tipo Vortex, que garantem maior passagem de sólidos, reduzindo o risco de entupimentos.
- Medidor de vazão a jusante do sistema de bombeamento.
- Inversor de frequência para modulação da rotação das bombas.
- Painel elétrico, fornecido de acordo com o padrão da Iguá Saneamento.

COMPOSIÇÃO DO SISTEMA DE BOMBEAMENTO



Fonte: IMPROV

Dimensionamento e instalação

O dimensionamento da bomba deverá levar em consideração o ponto de operação de vazão máxima, para que equipamento opere próximo a rotação nominal de 60Hz; e o ponto de operação de vazão mínima, para que o equipamento opere em rotação reduzida (com uso de inversor de frequência).

Como o sistema de bombeamento em linha não é projetado para operar com os equipamentos submersos, será imprescindível que o sistema seja instalado em um poço seco, devidamente projetado para impedir a entrada de água por meio das tampas superiores, pelas paredes do poço ou por quaisquer outros acessos.

Para garantir essa segurança, deverá ser previsto um sistema de drenagem no interior do poço, capaz de remover eventuais infiltrações. Adicionalmente, será obrigatória a instalação de um eletrodo de monitoramento dentro do poço, que detectará a presença de água e bloqueará o acionamento das bombas no caso de inundação, protegendo os equipamentos e evitando danos ao sistema.

Quando aplicado em uma rede coletora de esgoto gravitacional, o sistema deverá monitorar continuamente a pressão de sucção, ajustando a rotação da(s) bomba(s) por meio de modulação automática, para que seja mantida a pressão no *set-point* pré-definido no painel de acionamento.

Recomenda-se a instalação de um poço de visita a montante do sistema, com um desnível em relação à rede coletora. Esse poço atuará como ponto de retenção para materiais sólidos pesados, reduzindo, assim, o risco de entupimentos e otimizando o desempenho do sistema.

O sistema poderá ser instalado em terreno próprio ou diretamente na rua/calçada. Se for colocado na rua, o painel de acionamento deverá ficar em espaço que não interfira no trânsito de pedestres ou nos acessos residenciais. Além disso, deverá ser robusto, com travas e proteção contra vandalismo e ter local adequado para a instalação de medidor de energia.

Deverá, ainda, haver espaço adequado para o acesso aos equipamentos por caminhão do tipo Munck, evitando-se qualquer interferência.

RESUMO TÉCNICO

Além de cumprir todos os requisitos técnicos, normativos e operacionais detalhados ao longo deste documento, o fornecedor deverá, obrigatoriamente, incluir no pacote de entregas o Resumo Técnico, documento com os principais dados da Estação Elevatória de Esgoto.

O Resumo Técnico tem como objetivo consolidar, de forma clara e objetiva, as informações mais relevantes do projeto, possibilitando acesso rápido e simplificado às especificações essenciais. O documento será fundamental para subsidiar a análise técnica, o acompanhamento da execução e as atividades de operação e manutenção.

O modelo do Resumo Técnico, apresentado a seguir, deverá ser rigorosamente seguido na entrega final do projeto.

1 Características construtivas			
1.1	Tipo de Elevatória		
1.2	Níveis		
1.2.1	Nível de chegada da rede coletora	m	
1.2.2	Nível extravasor	m	
1.3	Gradeamento		
1.4	Dimensões do poço de sucção		
1.4.1	Comprimento	m	
1.4.2	Largura	m	
1.4.3	Cota de fundo	m	
1.4.4	Cota de laje	m	
1.5	Volume		
1.5.1	Volume total	m ³	
1.5.2	Volume útil	m ³	
1.6	Sistema de remoção de areia		
1.6.1	Presença do sistema		
1.6.2	Tipo de sistema (se for aplicável)		
1.7	Sistema de controle de nível		
1.7.1	Presença do sistema		
1.7.2	Tipo de sistema (se for aplicável)		
2 Parâmetros de projeto			
2.1	Equipamento de recalque		
2.1.1	Tipo de bomba		
2.1.2	Vazão de projeto	L/s	
2.1.3	Altura manométrica	mca	
2.1.4	Potência nominal	kW	
2.2	Níveis operacionais		
2.2.1	Cota de nível de água mínimo	m	
2.2.2	Cota de nível de água máximo	m	
2.3	Desnível geométrico		
2.3.1	Máximo	m	
2.3.2	Mínimo	m	
2.4	Linha de recalque		
2.4.1	Material		
2.4.2	Diâmetro nominal	mm	
2.4.3	Diâmetro interno	mm	
2.4.4	Extensão	m	
2.4.5	Coefficiente K		
2.5	Curva do sistema		
2.5.1	Ponto de operação 1	L/s	mca
2.5.2	Ponto de operação 2	L/s	mca
2.5.3	Ponto de operação 3	L/s	mca
2.5.4	Ponto de operação 4	L/s	mca
2.5.5	Ponto de operação 5	L/s	mca
3 Verificações			
3.1	Tempo de detenção		
3.1.1	Máximo	min	
3.1.2	Mínimo	min	
3.2	Número de partidas por hora		
3.2.1	Máximo	partidas/h	
3.2.2	Mínimo	partidas/h	
3.3	Velocidade da linha de recalque		
3.3.1	Máximo	m/s	
3.3.2	Mínimo	m/s	

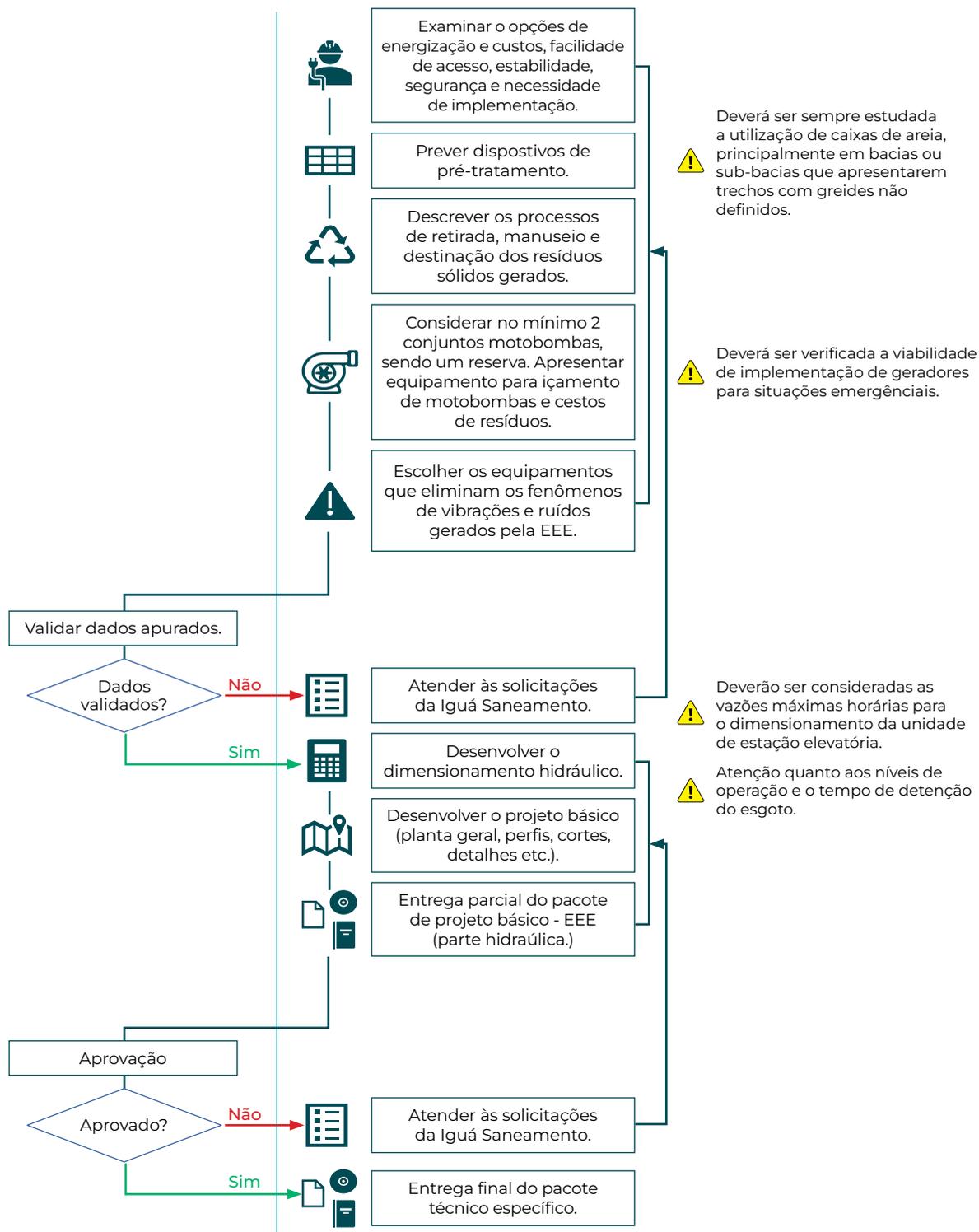
PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.

IGUÁ (CLIENTE)

PROJETISTA



LINHAS DE RECALQUE E PROTEÇÕES

- Seguir as premissas das normas NBR 12266 (Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana e NBR 16682 (Projeto de linha de recalque para sistema de esgotamento sanitário – requisitos).
- Prever a utilização de dispositivos de proteção contra os efeitos transitórios hidráulicos.
- Prever blocos de ancoragem onde ocorrerem mudanças de direção e em conexões ponta/bolsa.
- Os pontos de descarga devem atender a legislações ambientais sendo direcionados para reservatórios de acúmulo temporário com volumes apropriados, que posteriormente, são transportados e descartados em local adequado.
- Recomenda-se o cálculo da perda de carga pela fórmula universal ou pelo método de Hazen-Williams.
- Nas linhas de recalque, apresentar o dimensionamento hidráulico dos trechos das tubulações, em conjunto com o estudo do diâmetro econômico, unido da definição do diâmetro e material.
- Dimensionamento dos dispositivos de proteção contra os efeitos transitórios hidráulicos.
- Dimensionamento dos blocos de ancoragem.

DESENHOS ESPECÍFICOS

Deverão ser apresentados (em escala apropriada) os seguintes itens:

- Planta geral.
- Planta com a localização da tubulação, singularidades e demais órgãos acessórios.
- Na existência de travessias, os projetos devem apresentar mapa de localização, cortes, detalhes, interferências e demais elementos necessários.
- Detalhamento dos órgãos acessórios.
- Projeto de escoramento de vala.

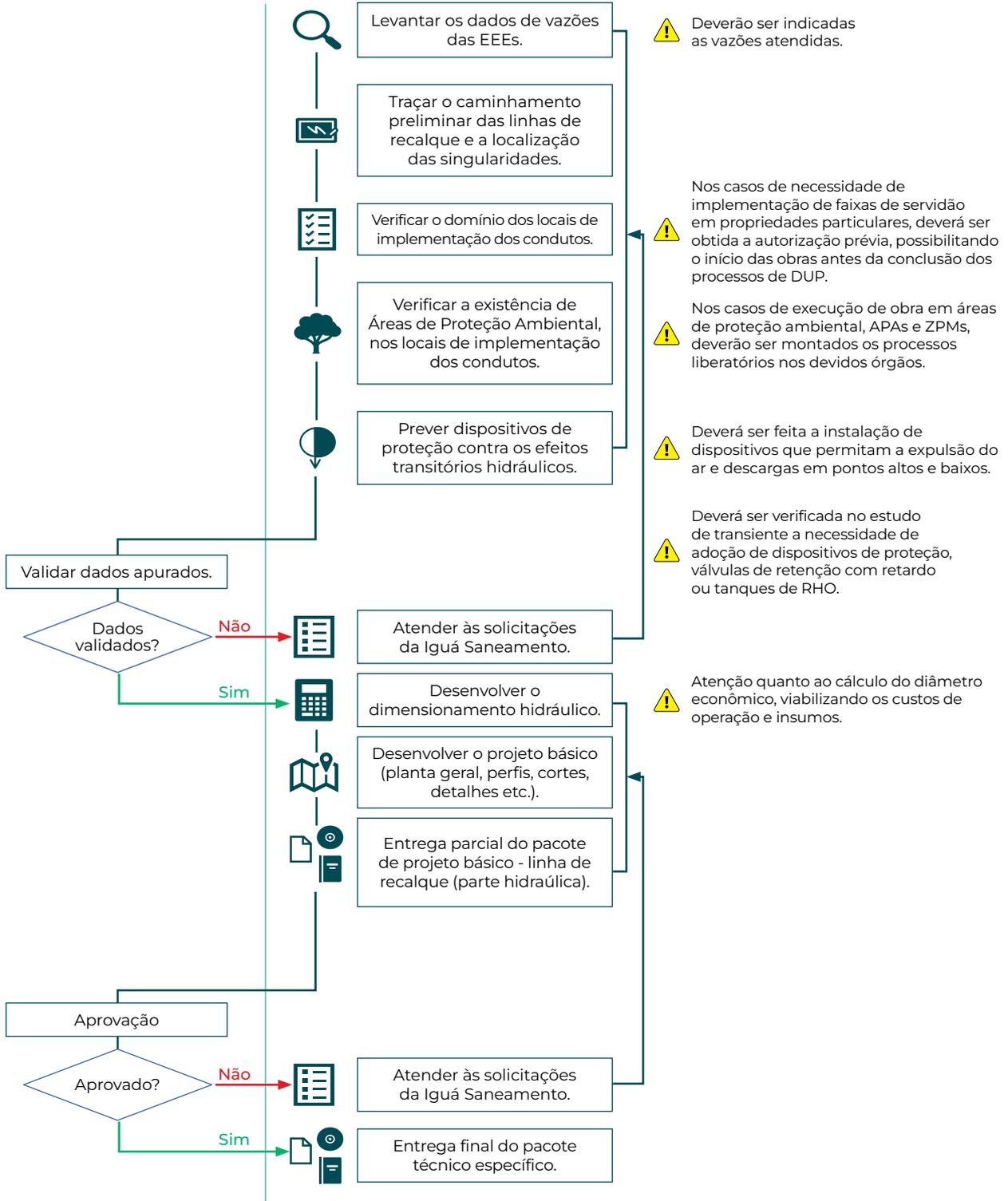
PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - LINHAS DE RECALQUE

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.

IGUÁ (CLIENTE)

PROJETISTA



ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

- Deverão ser adotadas as orientações das normas NBR 12209 (Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário) e NBR 12266 (Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana).
- As características operacionais específicas das Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs) estão intrinsecamente ligadas às condições do fluido em operação e às características hidráulicas do projeto, conforme está detalhado a seguir:
 - **Vazão de projeto** – Deverá ser fornecida a informação relativa à vazão do fluido transportado pelas tubulações e conexões – esgoto bruto, esgoto tratado, esgoto clarificado, produto químico (coagulante, polímero, cloro líquido, lodo, ar e biogás), com as respectivas unidades de medida expressas em: m^3/h (metros cúbicos por hora) e l/s (litros por segundo), para fluidos líquidos, e expresso em Nm^3/h (normal metro cúbico por hora).
 - **Pressão de trabalho ou cota hidráulica** – A cota hidráulica da tomada de esgoto e/ou captação, essencial para abastecer a ETE, deverá ser especificada por unidades de medida em m.c.a. (metros de coluna d'água).
 - **Qualidade do esgoto (bruto ou tratado)** – Para a caracterização do esgoto, deverão ser informados os índices, que se dividem em 3 grupos:

Grupo 1: Índice de Qualidade das Águas (IQA)

- Temperatura.
- Potencial Hidrogeniônico (pH).
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).
- Demanda Química de Oxigênio (DQO).
- Teor de sólidos.
- Odor.
- Cor.
- Turbidez.
- Carbono Orgânico Total (COT).
- Oxigênio Dissolvido (OD).
- Fosfato total.
- Nitrogênio total.
- Turbidez.
- Sólidos totais.

Grupo 2: Parâmetros de Toxicidade

- Teste de mutagenicidade.
- Composição microbiológica.
- Potencial de formação de trihalometanos (THM).
- Presença de cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel.

Grupo 3: Parâmetros que afetam a qualidade organoléptica da água

- Presença de fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco.

- **Escopo de projeto** – Para o cumprimento do escopo do projeto da ETE, será essencial a elaboração de estudo que analise as alternativas de design e abranja os aspectos hidráulicos, elétricos, civis, de automação e as características construtivas, de acordo com as diretrizes da Iguá Saneamento. O projeto deverá levar em consideração as principais etapas do processo de tratamento de efluentes. Deverão ser consideradas as características de todos os parâmetros do esgoto bruto coletado e do efluente tratado, bem como a escolha dos tipos e dosagens de produtos químicos. Nesse processo, deverá ser considerada a capacidade de autodepuração do corpo receptor, de acordo com a legislação ambiental vigente. Será importante, também, a quantificação da vazão e a qualidade dos efluentes, considerando-se diferentes fontes: doméstica, comercial, industrial, pública, infiltração etc.

As escolhas deverão ser validadas pelo corpo técnico da Iguá Saneamento. Em relação a um Estudo de Concepção da ETE, é recomendável que se elabore um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e um Relatório Ambiental Preliminar (RAP).

Deverão ser avaliados os parâmetros quantitativos e qualitativos, como $DBO^{5d,20^{\circ}C}$, DQO, sólidos totais (ST), sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), sólidos sedimentáveis (SSed), nitrogênio total (NT), nitrogênio total kjeldahl (NTK), nitrogênio amoniacal (N-NH₄⁺), nitrito (N-NO₂⁻), nitrato (N-NO₃⁻), gás de óxido nitroso (N₂O(g)), fósforo total e substâncias tóxicas provenientes de efluentes não domésticos.

É sugerível que o projeto de ETE não dependa de bombeamentos internos por meio de EEE, para que seja minimizada a aquisição de conjuntos motobomba, por demandarem manutenção recorrente, bem como consumo de energia excessivo. Entretanto, caso não seja possível a eliminação do uso de sistemas de bombeamentos, eles poderão ser incluídos no projeto, desde que sejam esclarecidos os motivos da escolha e ela seja pré-aprovada pelo corpo técnico de Engenharia da Iguá Saneamento.

A ETE deve ser projetada para que tenha, ao menos, as seguintes unidades:

- Tratamento preliminar com limpeza manual ou mecanizada, em unidades separadas ou compactas, contendo:
 - Gradeamento para remoção de sólidos grosseiros, médios e finos (com unidade reserva).
 - Peneiramento para remoção de sólidos finos (com unidade reserva).
 - Caixa de areia (desarenador) para a remoção de areia, podendo ser ou não aerada (com unidade reserva).
 - Removedor de óleo e gordura (com unidade reserva).
- Caixas Distribuidoras de Vazão (CDVs) com vertedor hidráulico, para evitar caminhos preferenciais.
- Antivórtex ou chicanas, para que sejam evitadas zonas mortas.
- Tratamento primário, contendo:
 - Tanque de decantação ou de flotação.
- Tratamento secundário, contendo:
 - Biorreator aeróbio.
- Tratamento terciário para remoção de fósforo e/ou de nitrogênio.

- Desinfecção (geralmente cloração).
- Tratamento de lodo e espuma, contendo:
 - Biodigestor do lodo.
 - Adensador, preferencialmente, gravitacional, mas podendo ser mecanizado.
 - Espessamento, preferencialmente, em filtro prensa, mas não se limitando a essa alternativa.
- Tratamento de gases da biodigestão do lodo, podendo ser ofertado o reaproveitamento energético, desde que isso seja factível tecnicamente.
- Casa de química.
- Casa de sopradores de ar.
- Tanques de reservação de produtos químicos (coagulante, polímero, hipoclorito de sódio etc.).
- *Bypass* para 'bypassar' o efluente nas unidades primordiais da ETE, para que reparos e manutenções longevas sejam executadas sem riscos operacionais.

A não inclusão de qualquer item mencionado anteriormente deverá ser esclarecida tecnicamente na proposta. De forma similar, a inclusão de unidades distintas ou de equipamentos com especificações distintas das expressas nos itens anteriores, também, deverá ser esclarecida tecnicamente na proposta.

Dúvidas deverão ser enviadas preliminarmente à Iguá Saneamento, para que seja evitado retrabalho desnecessário.

- **Dimensionamento** – O dimensionamento das unidades e dos sistemas deverá estar em estrita conformidade com as normas estabelecidas pela ABNT, especialmente, a NBR 12209. Nas situações em que as normas não abordam casos específicos ou quando houver a necessidade de modificações no projeto que se desviem das diretrizes normativas, será imperativo que seja apresentada uma justificativa adequada. Nela, deverá ser incluída uma referência à diretriz ou ao parâmetro adotado, visando à aprovação pela equipe técnica da Iguá Saneamento.

Para a avaliação e a validação do projeto, será imprescindível a apresentação de um memorial de cálculo completo que abranja os seguintes dimensionamentos:

- **Hidráulico** – Deverá compreender todos os elementos hidráulicos, como canais, tubulações, vertedores, bombas, comportas e outros componentes relacionados. Nesse contexto, será fundamental que sejam evidenciadas:
 - As dimensões lineares de todas as unidades, expressa em metros (m), com, pelo menos, duas casas após a vírgula (exemplo: 0,91 m).
 - As vazões consideradas para cada componente.
 - As velocidades adotadas.
 - As fórmulas hidráulicas empregadas nos cálculos.
 - As dimensões e os níveis de água (NA) resultantes, com as especificações detalhadas.
 - Profundidade total, expressa em metros (m), com pelo menos, duas casas após a vírgula (exemplo: 4,12 m).
 - Profundidade útil, expressa em m, com, pelo menos, duas casas após a vírgula (exemplo: 3,86 m).

- Área construída, expressa em m^2 .
 - Área útil (área interna, desconsiderando-se paredes), expressa em m^2 .
 - Volume total, expresso em m^3 .
 - Volume útil, expresso em m^3 .
 - Tempo de Detenção Hidráulica (TDH), quando isso for fundamental para a unidade, expresso em hora (h).
 - Taxa de Aplicação Hidráulica (TAH) ou Superficial (TAS), expressa em $m^3/m^2.d$.
 - Tempo de mistura rápido, expresso em segundos (s).
 - Tempo de mistura lento, expresso em minutos (min).
- **Hidráulico específico** – Deverá englobar o dimensionamento das galerias de águas pluviais (GAP), da rede interna de abastecimento de água, da rede coletora de esgotos, das instalações prediais e de quaisquer outras unidades incorporadas à área do projeto. Cada componente deverá ser detalhadamente dimensionado e referenciado conforme as diretrizes aplicáveis.
 - **Estocagem e dosagem de produtos químicos** – Será necessário o dimensionamento minucioso das unidades de estocagem e dosagem de produtos químicos. As unidades de estocagem deverão ter capacidade compatível com os veículos de transporte e estar alinhadas com a logística de fornecimento. O dimensionamento dessas unidades será essencial para o desempenho global do sistema.
 - **Equipamentos** – O dimensionamento de todos os equipamentos destinados ao tratamento preliminar, gradeamento, tratamento de esgoto ou quaisquer unidades similares deverá ser cuidadosamente conduzido. Isso deverá incluir especificações detalhadas sobre seus acionamentos, as premissas e os elementos de máquinas. O nível de detalhamento será essencial para o entendimento completo do projeto e a sua validação. Os equipamentos deverão ser, preferencialmente, em AISI-304, 304L, 316, 316L ou similar, em sua totalidade, com tratamento de decapagem e passivação. Itens em aço carbono com o devido recobrimento e o tratamento superficial deverão ser submetidos à aprovação da Iguá Saneamento.
 - **Diagramas e projetos elétricos e de automação** – A etapa de dimensionamento deverá abranger os aspectos elétricos e de automação necessários para a operação da planta. Terá de incluir diagramas, folhas de dados e especificações detalhadas.

Todos os dimensionamentos deverão estar em estrita conformidade com as normativas e os procedimentos da Iguá Saneamento

CORTINAS VERDES

Também conhecidas como barreiras vegetais, as Cortinas Verdes desempenham um papel significativo no contexto das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), gerando benefícios ambientais, estéticos e funcionais. Sua inclusão em projetos de ETEs visa melhorar a integração ambiental, promover a biodiversidade e fornecer uma barreira visual eficaz.

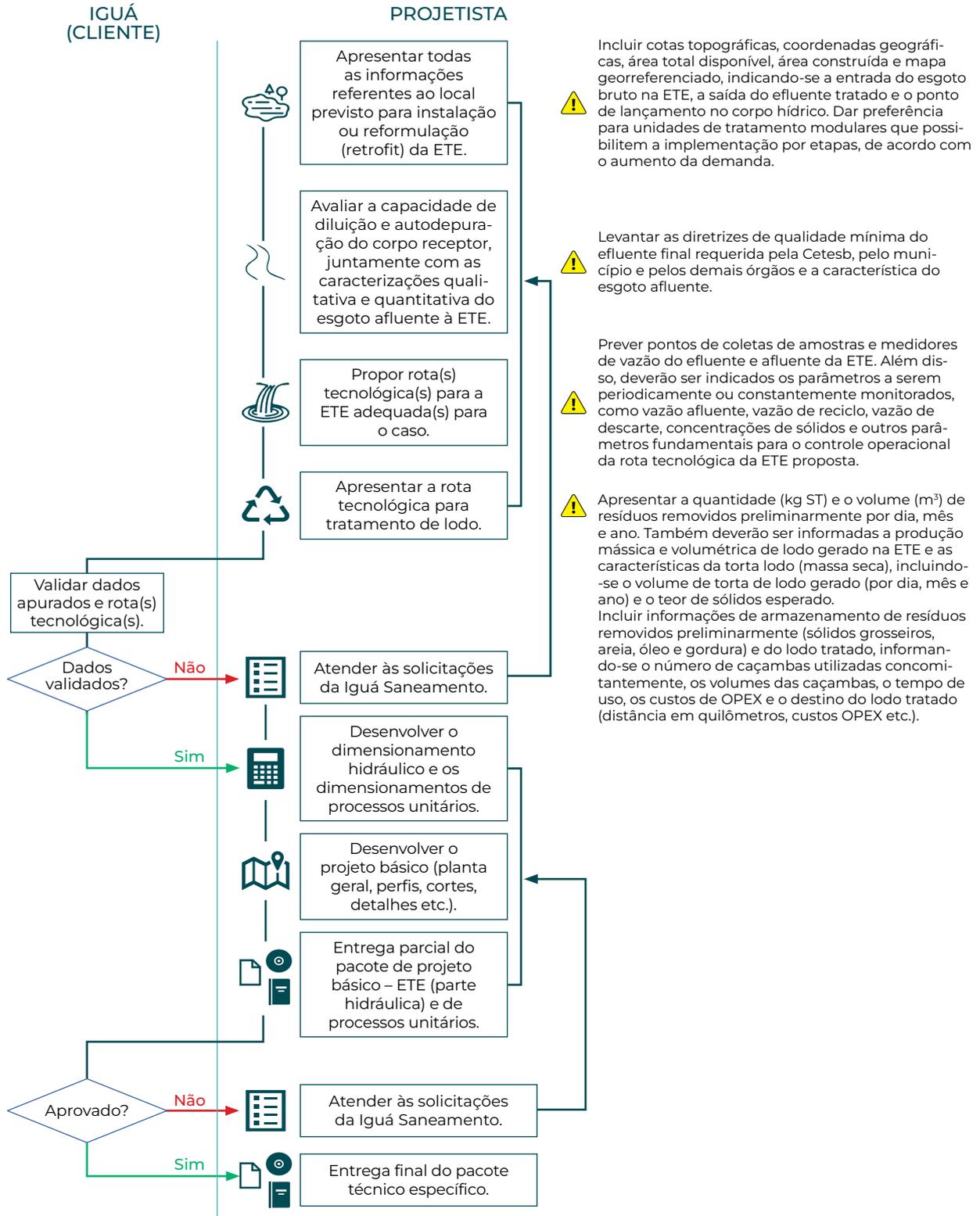
A seguir, estão as recomendações e as diretrizes técnicas para a implementação bem-sucedida de Cortinas Verdes numa ETE:

- **Seleção de vegetação adequada** – Deverão ser escolhidas plantas nativas resistentes a condições ambientais adversas e com habilidade para se desenvolverem em áreas úmidas.
- **Zoneamento e arranjo paisagístico** – As Cortinas Verdes deverão ser projetadas de acordo com a topografia e a necessidade de ocultação visual e de barreira para ventos (verticalização dos ventos.)
 - As plantas terão de ser distribuídas para que seja maximizada a eficácia na retenção de partículas e na redução de odores desagradáveis.
- **Verticalização dos ventos para o controle de odores** – A verticalização dos ventos desempenha papel crucial na minimização da dispersão de odores gerados pelos processos de tratamento de esgoto. A implementação eficaz desse aspecto contribuirá significativamente para a boa gestão ambiental e a aceitação pública da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).
 - Deverá ser realizada uma análise detalhada da topografia local para a identificação dos padrões de vento predominantes e das áreas de concentração de odores.
 - Análise terá de ser utilizada para o posicionamento estratégico das barreiras vegetais e de outras estruturas que favoreçam a verticalização dos ventos.
 - Deverão ser integradas barreiras físicas (painéis ou estruturas) em locais estratégicos para que os ventos sejam direcionados verticalmente.
 - A verticalização dos ventos deverá ser combinada com a presença de Cortinas Verdes, como forma de otimizar a eficiência na retenção de odores.
- **Manutenção e monitoramento** – Deverá ser estabelecido um programa de manutenção regular, para que sejam garantidas a vitalidade das plantas e a eficácia contínua das Cortinas Verdes.
 - Será fundamental o monitoramento do crescimento das plantas, para sejam evitadas possíveis obstruções de equipamentos ou de estruturas da ETE.
- **Zoneamento acústico** – As Cortinas Verdes deverão ser utilizadas como barreira acústica natural, iniciativa que atuará na redução dos impactos sonoros provenientes das instalações da ETE.
 - A vegetação terá de integrada de forma estratégica visando à otimização da absorção de ruídos indesejados.
- **Comentários ambientais e sustentabilidade** – Será importante a avaliação do potencial das plantas selecionadas, como forma de contribuir para a remoção de poluentes específicos do efluente tratado.
- **Aspectos regulatórios e normativos** – Deverão ser consultadas (com posterior adesão) as normativas locais e os regulamentos ambientais relacionados à utilização de vegetação em instalações de tratamento de esgoto.
 - Será fundamental a conformidade com as diretrizes de segurança e proteção ambiental.
 - A inclusão de Cortinas Verdes em uma Estação de Tratamento de Esgoto não apenas contribuirá para a melhoria do ambiente circundante, mas, também, irá refletir o compromisso, das organizações envolvidas, com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental. A integração bem-planejada dessas barreiras vegetais poderá resultar em benefícios duradouros para a comunidade e o ecossistema locais.

PROJETO BÁSICO PARA ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO - ETE

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores rotas tecnológicas de tratamento que componham os menores custos de CAPEX e OPEX, ou seja, de menor custo de TOTEX.



TRATAMENTO DE LODO

CARACTERIZAÇÃO DO LODO

- **Análise da quantidade** – Se possível em cada processo unitário da ETE, deverão ser analisados os seguintes itens:
 - A concentração de sólidos, expressa em kg ST/d, kg ST/mês, e kg ST/ano.
 - O volume de lodo úmido, expresso em m³/d, m³/mês e m³/ano.
 - O teor de sólidos do lodo úmido, expresso em porcentagem (%).
 - O teor de sólidos da torta/massa seca, expresso em porcentagem (%).
- **Análise da composição** – Se possível, deverão ser realizadas análises laboratoriais para a determinação da composição físico-química do lodo, incluindo teor de sólidos, concentração de metais pesados e outros poluentes.

A falta de conhecimento comprovado das concentrações de sólidos e do volume de lodo gerado poderá impactar negativamente o projeto da unidade e o sistema de tratamento de lodo. Portanto, caso não seja comprovada a existência de um conhecimento assertivo sobre esses itens, o fornecedor deverá apresentar, com cálculos (ainda que teóricos, mas com citações relevantes e atualizadas), as concentrações e os volumes adotados para o projeto

ROTA TECNOLÓGICA DO TRATAMENTO DE LODO

- **Seleção da rota tecnológica de tratamento de lodo** – Com base na caracterização do lodo, deverá ser escolhida a rota tecnológica de tratamento de lodo mais adequada. As alternativas sugeridas para o tratamento de lodo são as seguintes:
 - Digestão anaeróbia e digestão aeróbia.
 - Adensamento e espessamento, bags de manta geotêxtil, minibags, leitos de secagem e secagem térmica. O sistema de tratamento de lodo, em geral, é composto por mais de uma das combinações exemplificadas. Dessa forma, deverá ser apresentada a forma mais tecnicamente adequada, em conformidade com as normas técnicas, e economicamente viável, em conformidade aos aspectos de CAPEX, OPEX e TOTEX.
 - Secagem térmica.

DIMENSIONAMENTO

- **Dimensionamento das unidades operacionais** – Deverão ser calculadas as dimensões necessárias para cada unidade operacional de tratamento de lodo, incluindo-se itens como os seguintes:
 - Tanques de biodigestor de lodo (aeróbio ou anaeróbio).
 - Raspadores de lodo decantado ou flotado.
 - Raspadores de espuma flotada.
 - Tratamento e recuperação de gases da biodigestão do lodo.
 - Tratamento de lodo.
 - Tanques de reservação de produtos químicos (exemplo polímero).
 - Sistema de preparo de polímero.
 - Tanques de água ou de reúso (para lavagem de equipamentos).
 - Bombas específicas para a condução de lodo.

- Coagulantes
 - Polímeros.
 - Tanques de digestão (biodigestor aeróbio ou biodigestor anaeróbio),
 - Sistemas de adensamento (adensador gravitacional ou mecanizado)
 - Sistemas de espessamento (filtro prensa).
 - Sistemas de secagem.
 - Sistemas de controle e monitoramento.
- **Elaboração de diagramas de processo** – Deverão ser criados diagramas detalhados que representem o fluxo do lodo, incluindo-se a vazão mássica e volumétrica, expressas em kg ST/h ou Kg ST/d, e L/s ou m³/h, respectivamente, as correntes líquidas de lodo clarificado, adensado e espessado e interligações.

CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS E REGULATÓRIAS

- **Conformidade legal** – Deverá ser assegurada conformidade do projeto com todas as regulamentações ambientais, de saúde e segurança no trabalho e com as normas específicas para o tratamento de lodo da respectiva região.
- **Avaliação de Impacto ambiental** – Se necessário, deverá ser realizada uma avaliação de impacto ambiental para a identificação e mitigação dos impactos negativos do projeto no meio ambiente.

GESTÃO DE ODORES E EMISSÕES

- **Controle de odores** – Deverão ser implementadas medidas para o controle e a minimização dos odores associados ao tratamento de lodo. Isso incluirá, por exemplo, a cobertura de tanques e os sistemas de tratamento de ar. Deverá ser avaliada a adição de sensores de H₂S(g), uma vez que a presença desses gases é diretamente relacionada aos gases odoríferos malcheirosos, e, também, por provocarem processos corrosivos danosos às unidades próximas das emissões, inclusive, degradando armaduras de concreto, escadas e corrimões.
- **Tratamento e recuperação de biogás** – Deverá ser avaliada a possibilidade de recuperação do biogás, por meio de lavadores de gases para obtenção de biometano (> 90% de CH₄) e de sistema de recuperação energética.
- **Emissões atmosféricas** – Deverão ser avaliadas as emissões atmosféricas de gases provenientes do tratamento de lodo, especialmente se o processo envolver a queima de lodo.

MONITORAMENTO E CONTROLE

- **Sistemas de monitoramento** – Deverão ser instalados sistemas de monitoramento para o acompanhamento constante de parâmetros importantes como teor de sólidos, temperatura, pressão, pH, qualidade do lodo afluente e efluente às unidades propostas e qualidade do efluente clarificado.
- **Automação** – Em sintonia com as diretrizes da Iguá Saneamento, deverá ser considerada a automação para a otimização do funcionamento da estação, o que irá garantir eficiência e economia de recursos.

PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS

- **Disposição final** – Deverá ser planejada a disposição final do lodo tratado, o que poderá envolver a sua utilização como fertilizante, os descartes em aterros específicos ou outra solução apropriada.

ORÇAMENTO E CRONOGRAMA

- **Estimativa de custos** – Deverá ser elaborada uma estimativa de custos detalhada que inclua despesas de capital, custos operacionais e manutenção ao longo do tempo.
- **Cronograma de execução** – Deverá ser desenvolvido um cronograma que inclua todas as fases do projeto, do planejamento à operação.
- **Frota própria** – Se for constatada a inviabilidade técnica e econômica da contratação de terceiros para a disposição final dos resíduos, deverá ser avaliada a aquisição de frota própria para armazenamento, transporte e disposição final dos resíduos.

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

- **Relatórios técnicos** – Deverão ser desenvolvidos e apresentados relatórios técnicos abrangentes que descrevam todos os aspectos do projeto, desde a concepção até a operação e a manutenção.

DESENHOS ESPECÍFICOS

Deverão ser apresentados (em escala apropriada) os seguintes itens:

- Planta de localização, com a indicação da posição da ETE, do corpo receptor e da localização do ponto de descarga.
- Projeto com a delimitação das bacias de esgotamento que serão atendidas.
- Projeto com o uso e a ocupação do solo no entorno da ETE.
- *Layout* da ETE isolado da área e *layout* da ETE sobreposto à imagem de satélite georreferenciada.
- Projeto de implementação das unidades componentes da ETE.
- Plantas com os detalhamentos de todos os elementos e as unidades de tratamento.
- Projeto de drenagem de fundo das unidades.
- Projetos hidromecânicos.
- Projeto em planta e perfil das tubulações que serão implementadas na ETE.
- Perfis hidráulicos das fases líquida e sólida da ETE, com a indicação das principais elevações das estruturas e das unidades do processo.
- Fluxograma do processo.
- Projeto das vias de acesso.

EMISSÁRIO

- Deverão ser seguidas as premissas das normas NBR 12266 (Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana) e NBR 9649 (Projetos de redes coletoras de esgoto sanitário).
- Deverão ser seguidas as recomendações gerais de implementação de condutos.
- Deverá ser prevista a instalação de dispositivos para a introdução de equipamentos de inspeção da tubulação.
- Deverão ser analisadas as correntes e ser estudados os pontos de lançamento e os comprimentos dos difusores.
- Deverão ser observados os padrões de balneabilidade das águas que receberão os efluentes tratados e o estudo das correntes marinhas.
- Deverá ser verificado o fator de diluição inicial, pois ele tem impacto direto no dimensionamento da tubulação difusora e no comprimento do emissário.
- As tubulações projetadas em espaços aquaviários deverão atender à Norma da Autoridade Marítima NORMAN-11/DPC, garantindo-se, assim, a ordem e a segurança da navegação. Toda a documentação requerida (formulários, projetos etc.) deverá ser encaminhada para aprovação da Iguá, que se encarregará do devido prosseguimento.
- Deverá ser utilizado o cálculo da perda de carga pela fórmula universal ou pelo método de Hazen-Williams.
- Deverá ser verificado o comprimento do emissário em função da vazão de lançamento, da profundidade do ponto de lançamento (emissário submarino), da concentração de efluente etc.
- Deverá ser verificado o regime de escoamento do esgoto tratado no ponto de despejo.

DESENHOS ESPECÍFICOS

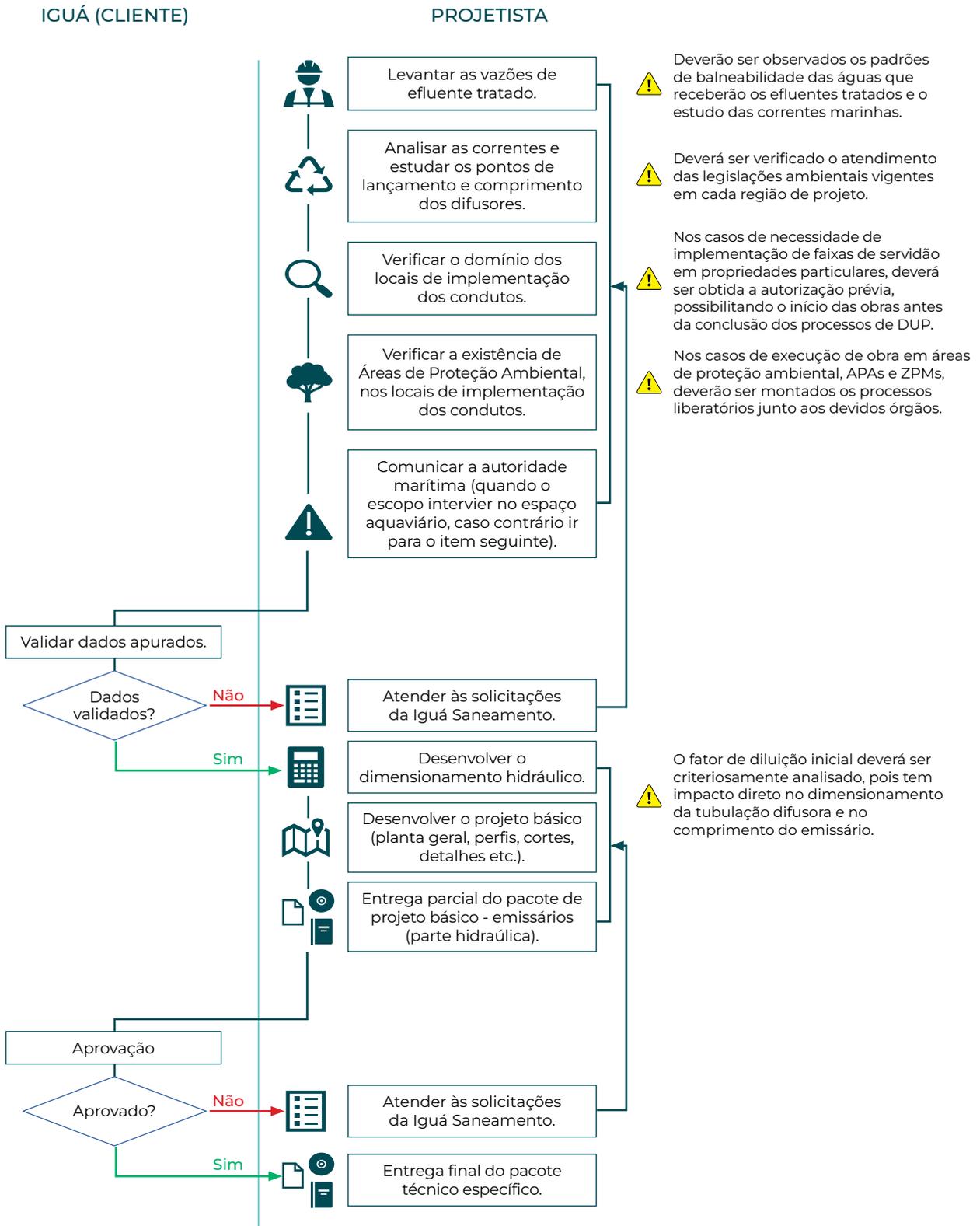
Deverão ser apresentados (em escala apropriada) os seguintes itens:

- Projeto com a indicação das unidades componentes do sistema e a representação do limite das bacias e sub-bacias atendidas pelo emissário de descarga.
- Planta com a localização da tubulação, do canal, dos órgãos acessórios e das interferências.
- Projeto dos órgãos acessórios e dos equipamentos.

PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - EMISSÁRIO DE DESCARGA

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.



LANÇAMENTO DE EFLUENTES

- O projeto do corpo receptor deverá atender aos critérios das resoluções nº 357:2005 e nº 430:2011 do Conama.
- A caracterização do corpo receptor deverá ser feita conforme a legislação.
- Para situações de vazão outorgável menor do que a vazão de lançamento, será necessária uma avaliação sobre alternativa de tratamento do esgoto e de atendimento do requisito outorgado.
- Deverá ser prevista a instalação de régua para a leitura do nível d'água.
- Deverão ser verificadas as condições dos parâmetros de atendimento (DBO, OD, nitrogênio etc.)
- Deverão ser feitos o cálculo da vazão apropriada para diluição e a comparação com a vazão outorgável.
- Deverão ser dimensionadas e apresentadas a simulação da capacidade de autodepuração do esgoto tratado.

DESENHOS ESPECÍFICOS

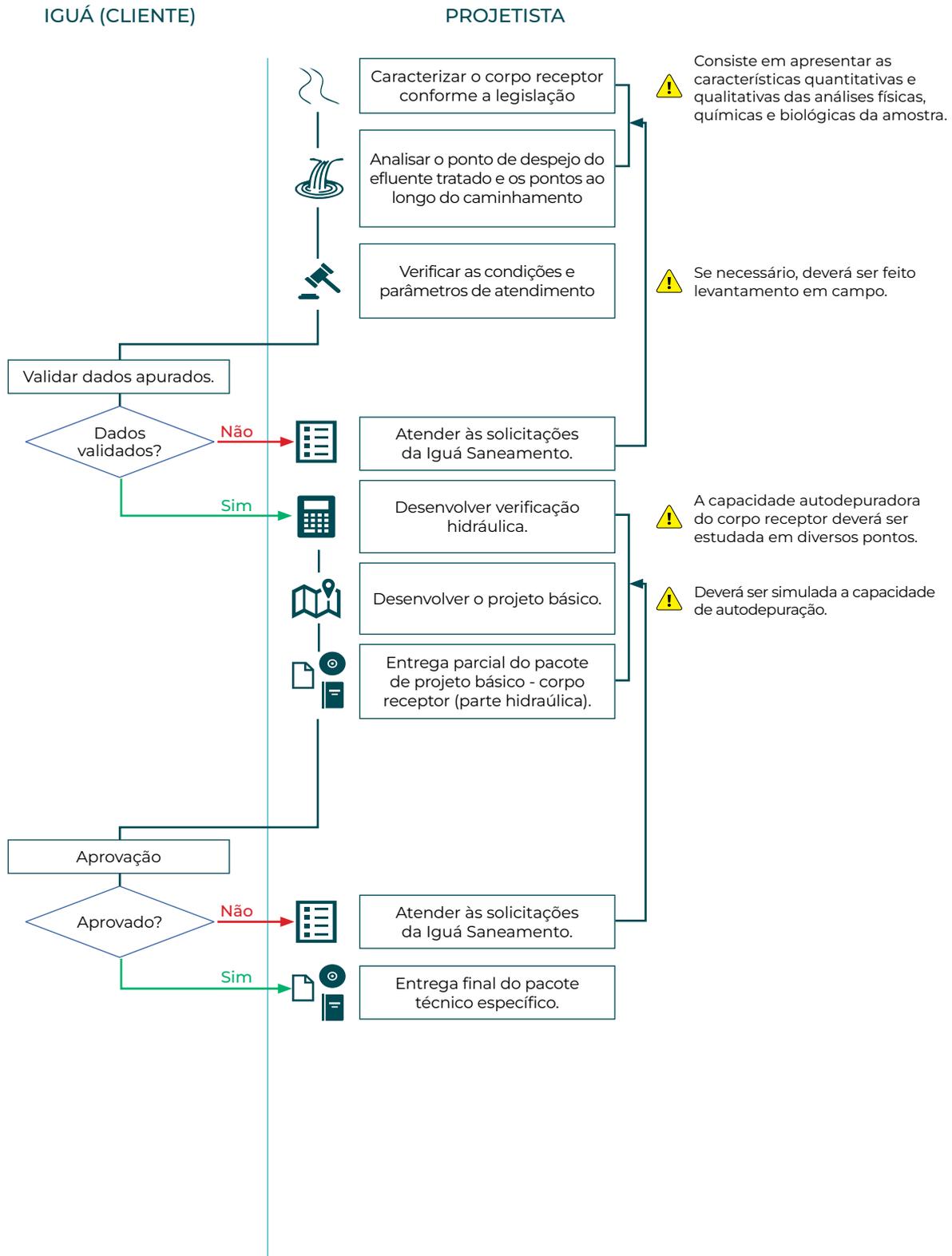
Devem ser apresentados (em escala apropriada) os seguintes itens:

- Planta geral do sistema de esgotamento sanitário até o corpo receptor.
- Projeto com a localização dos pontos de lançamento, de monitoramento de DBO, das zonas de autodepuração (de água limpa, de degradação, de decomposição etc.) e dos pontos de captação de usuários outorgados.
- Perfil hidráulico.

PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - CORPO RECEPTOR

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.



LIGAÇÕES PREDIAIS DE ESGOTO

- Para o dimensionamento dos ramais prediais de esgoto, deverão ser seguidas as exigências fixadas nas normas NBR 8160 (Sistemas prediais de esgoto sanitário, projeto e execução) e NBR 9814 (Execução de rede coletora de esgoto sanitário – procedimento).
- Deverá ser admitida uma ligação de ramal de esgoto por lote.
- A interligação do ramal com a rede deverá ser feita na geratriz superior em 90°.
- Deverá ser adotado um Terminal de Inspeção e Limpeza (TIL) para as ligações domésticas. O ramal deverá ser dimensionado conforme o tipo do uso e a ocupação do solo do lote, bem como o porte da edificação e sua finalidade.

DESENHOS ESPECÍFICOS

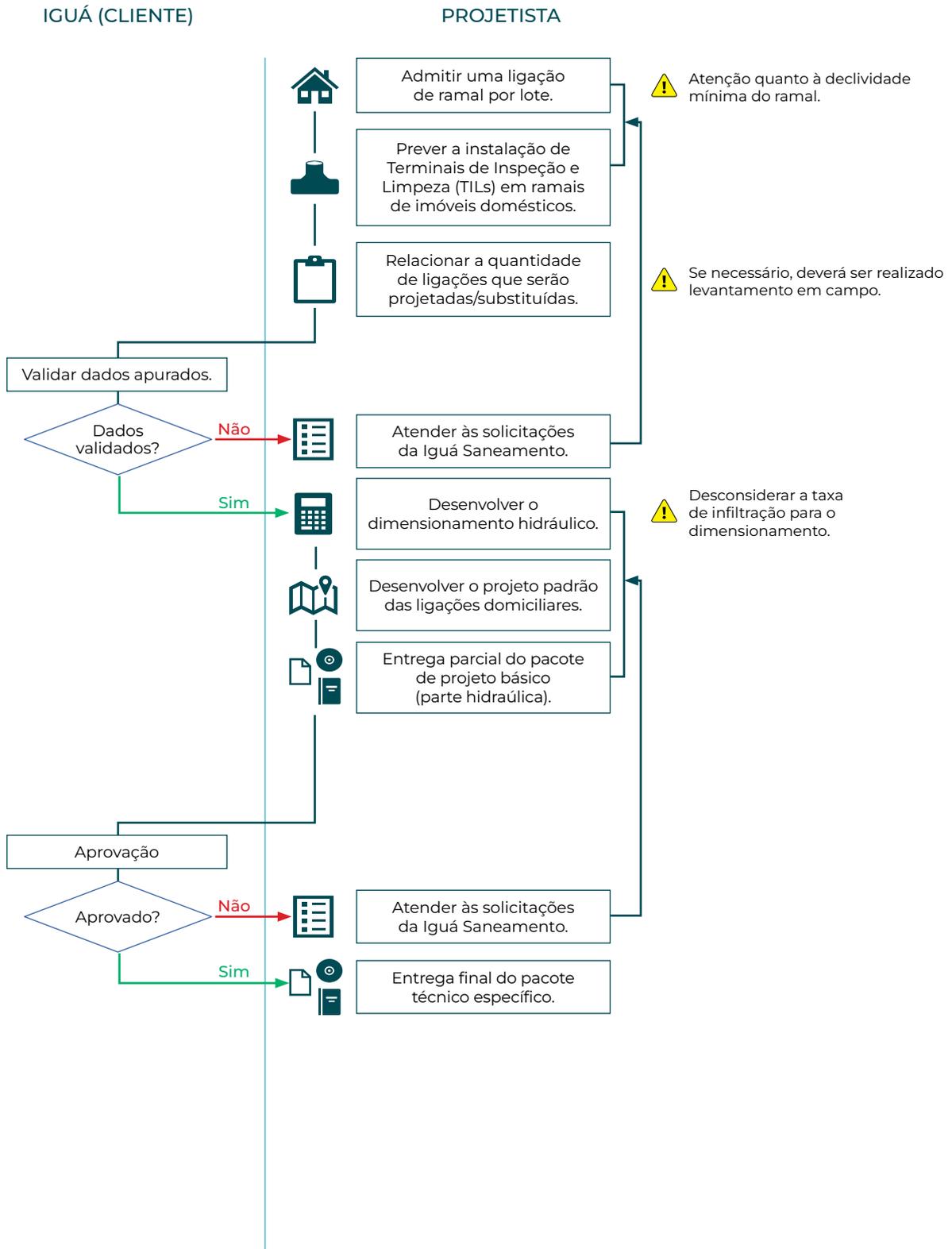
Deverá ser apresentado o seguinte item:

- Projeto de ligação predial com as diversas possibilidades de interligações na rede coletora.

PROJETO BÁSICO PARA SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO - LIGAÇÕES PREDIAIS

Consultar as diretrizes de projeto básico.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.



1.4.5 Faseamento de obra

O planejamento do faseamento de obras para Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) e Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES) requer uma abordagem criteriosa e bem-estruturada. A seguir, estão algumas diretrizes para orientar esse processo:

- **Identificação de demandas prioritárias** – Estabelecimentos e fundamentação das demandas prioritárias de curto prazo. Isso envolverá a identificação das principais necessidades de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, como expansões, melhorias ou novas instalações.
- **Definição das unidades de maior porte** – Identificação das unidades de maior porte necessárias para o atendimento das demandas prioritárias, como captação de água, adutoras, reservatórios, Estações de Tratamento de Água (ETAs), Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) e outros componentes relevantes. Deverá ser considerada a sua importância na infraestrutura.
- **Sequenciamento das melhorias** – Delimitação da sequência e da continuidade das melhorias, considerando-se os prazos de implementação. Deverão ser priorizadas as ações imediatas e as que poderão ser planejadas no médio e longo prazos.
- **Representação gráfica** – Ilustração, num *layout*, de todas as fases de desenvolvimento e melhorias, com a apresentação de uma visão clara e organizada do projeto. Isso auxiliará na comunicação e no entendimento do planejamento.
- **Considerações adicionais** – No processo de definição, deverão ser consideradas urgências operacionais como interligações e reforços necessários para a manutenção do sistema em operação. Deverão ser analisados os aspectos financeiros, o crescimento da demanda na área do projeto, as obras complementares e as preocupações ambientais, como o tratamento de esgoto e o padrão de lançamento.
- **Faseamento das obras** – A divisão se dará em, pelo menos, duas etapas distintas. A primeira deverá focar na implementação das unidades essenciais e das interconexões cruciais para o atendimento das necessidades imediatas da população. Na segunda etapa, o foco será nas expansões, nos aprimoramentos e nos ajustes finos, levando-se em consideração a evolução da demanda e os dados operacionais. Isso garantirá a eficiência na implementação dos sistemas de água e de esgotamento sanitário, atendendo-se, assim, de forma responsiva, às necessidades da área de projeto.

1.5 PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA E PROJETOS COMPLEMENTARES

Este tópico tem como objetivo fixar elementos essenciais para a elaboração de projetos de engenharia para Sistemas de Abastecimento de Água e Sistema de Esgotamento Sanitário. Na apresentação dos estudos e dos projetos, deverão ser observadas as leis e as normas técnicas vigentes (em suas versões atualizadas) e as diretrizes internas da Iguá.

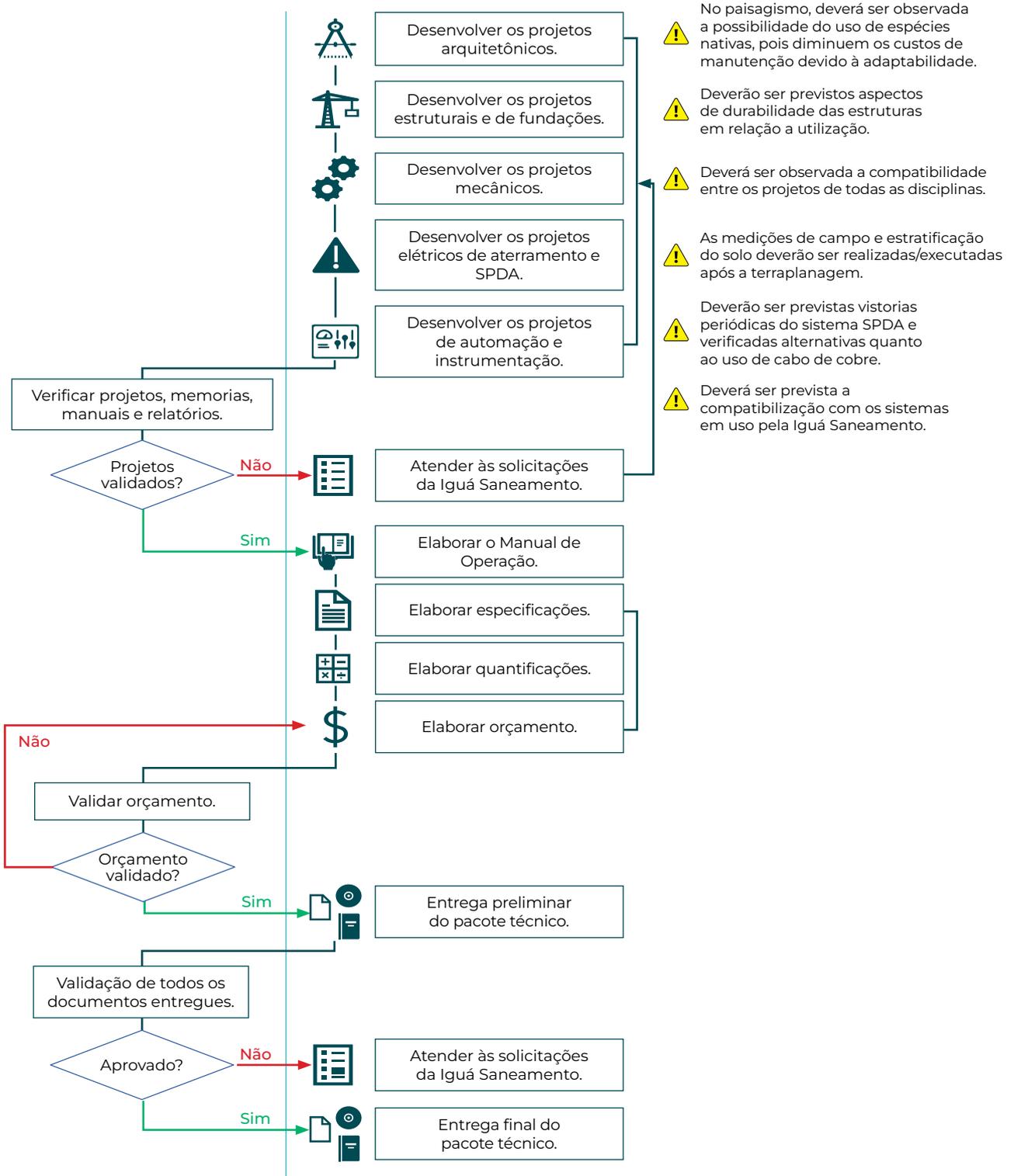
Em relação à ampliação e a melhorias de sistemas (pertinentes à incorporação de novas unidades e/ou de novos equipamentos), deverá ser examinado o impacto dessas intervenções nas demais unidades integrantes do sistema, nos espaços físicos e nas interferências.

PROJETO DE ENGENHARIA PARA SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.

IGUÁ (CLIENTE)

PROJETISTA



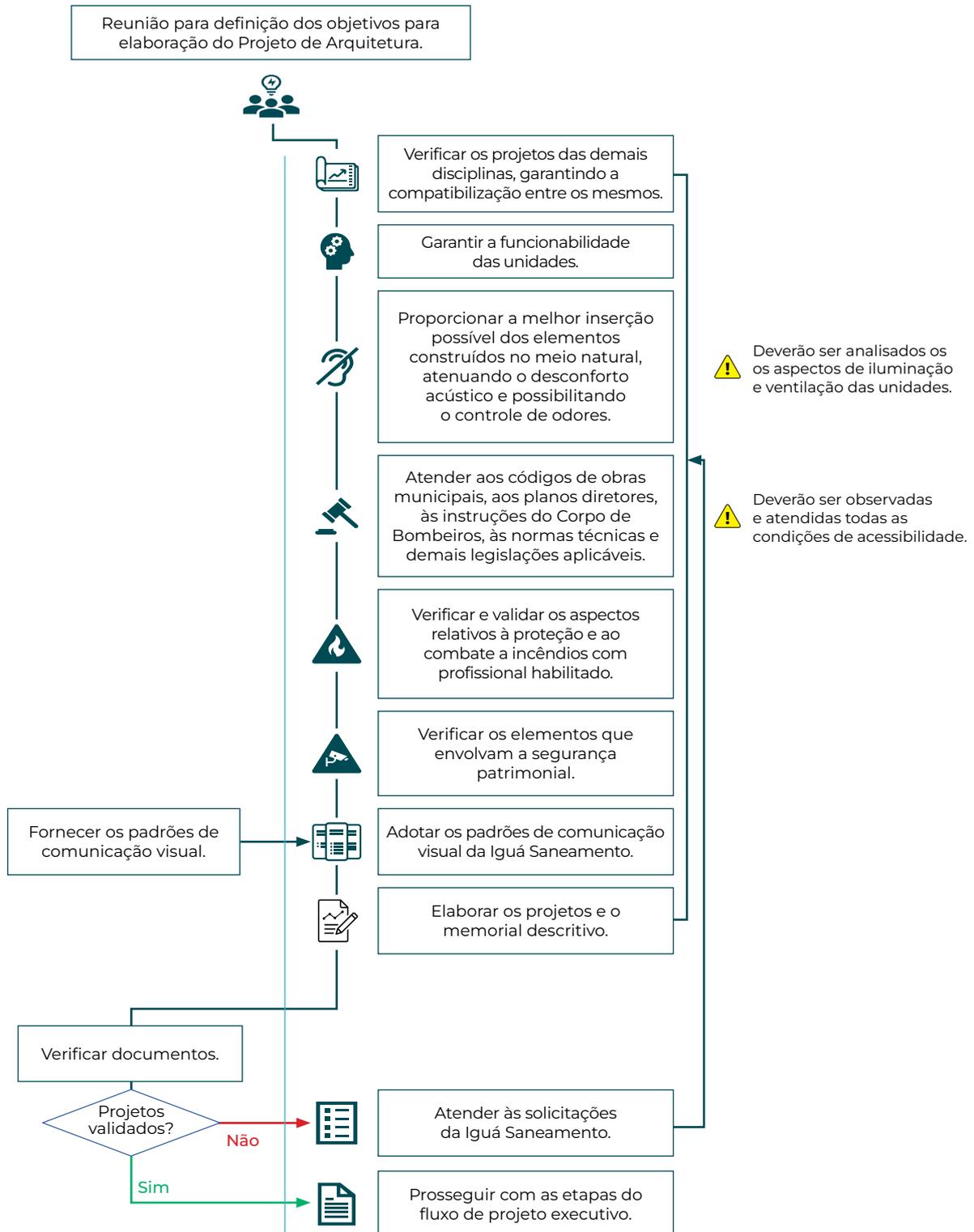
PROJETO ARQUITETÔNICO PARA SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Consultar as diretrizes de projeto executivo.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.

IGUÁ (CLIENTE)

PROJETISTA



PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÕES PARA SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

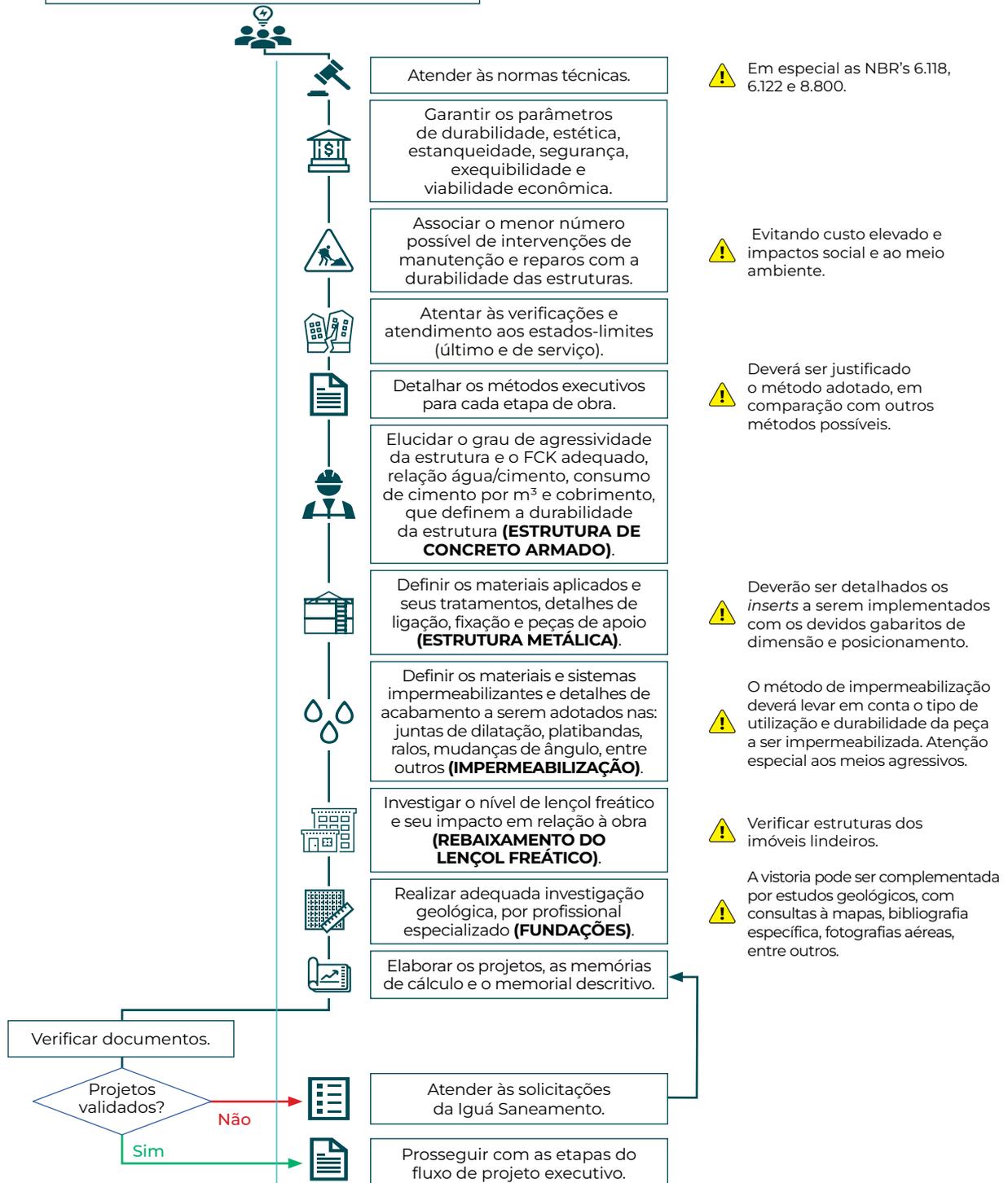
Consultar as diretrizes de projeto executivo.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.

IGUÁ (CLIENTE)

PROJETISTA

Reunião para definição dos objetivos para elaboração do projeto estrutural e de fundações.



PROJETO MECÂNICO PARA SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

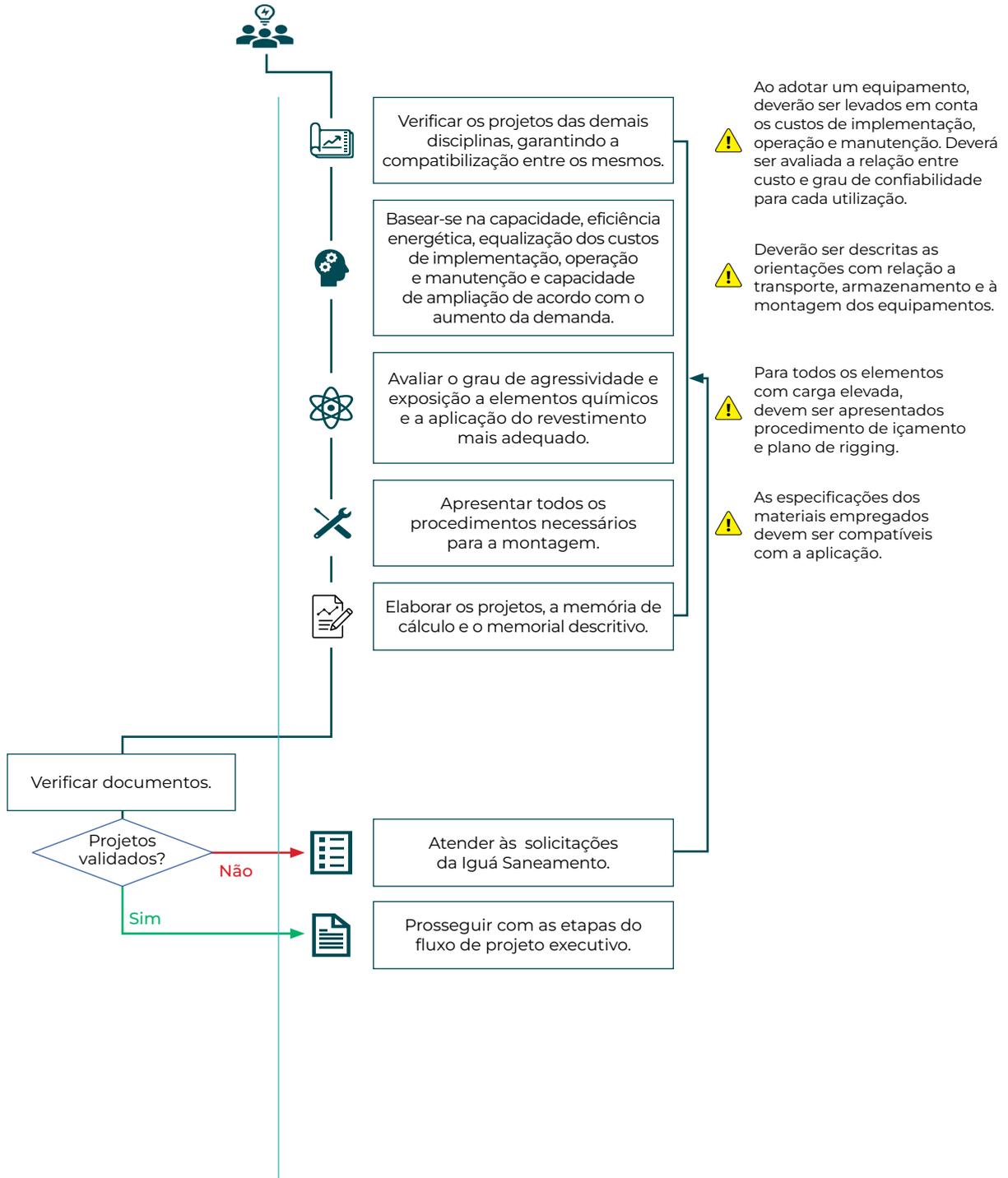
Consultar as diretrizes de projeto executivo.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.

IGUÁ (CLIENTE)

PROJETISTA

Reunião para definição dos objetivos para elaboração do projeto mecânico.



PROJETO ELÉTRICO, ATERRAMENTO E SPDA PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

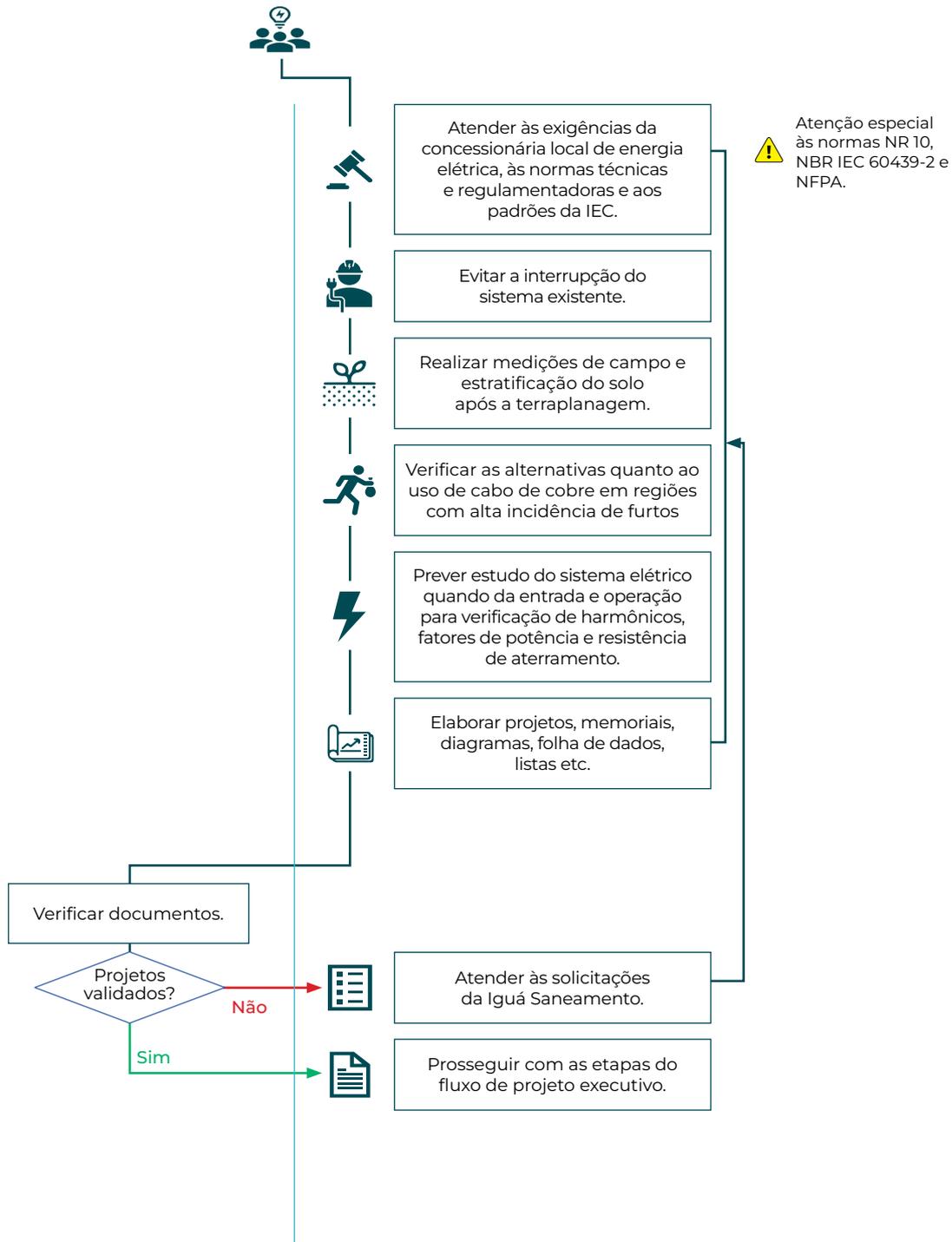
Consultar as diretrizes de projeto executivo.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.

IGUÁ (CLIENTE)

PROJETISTA

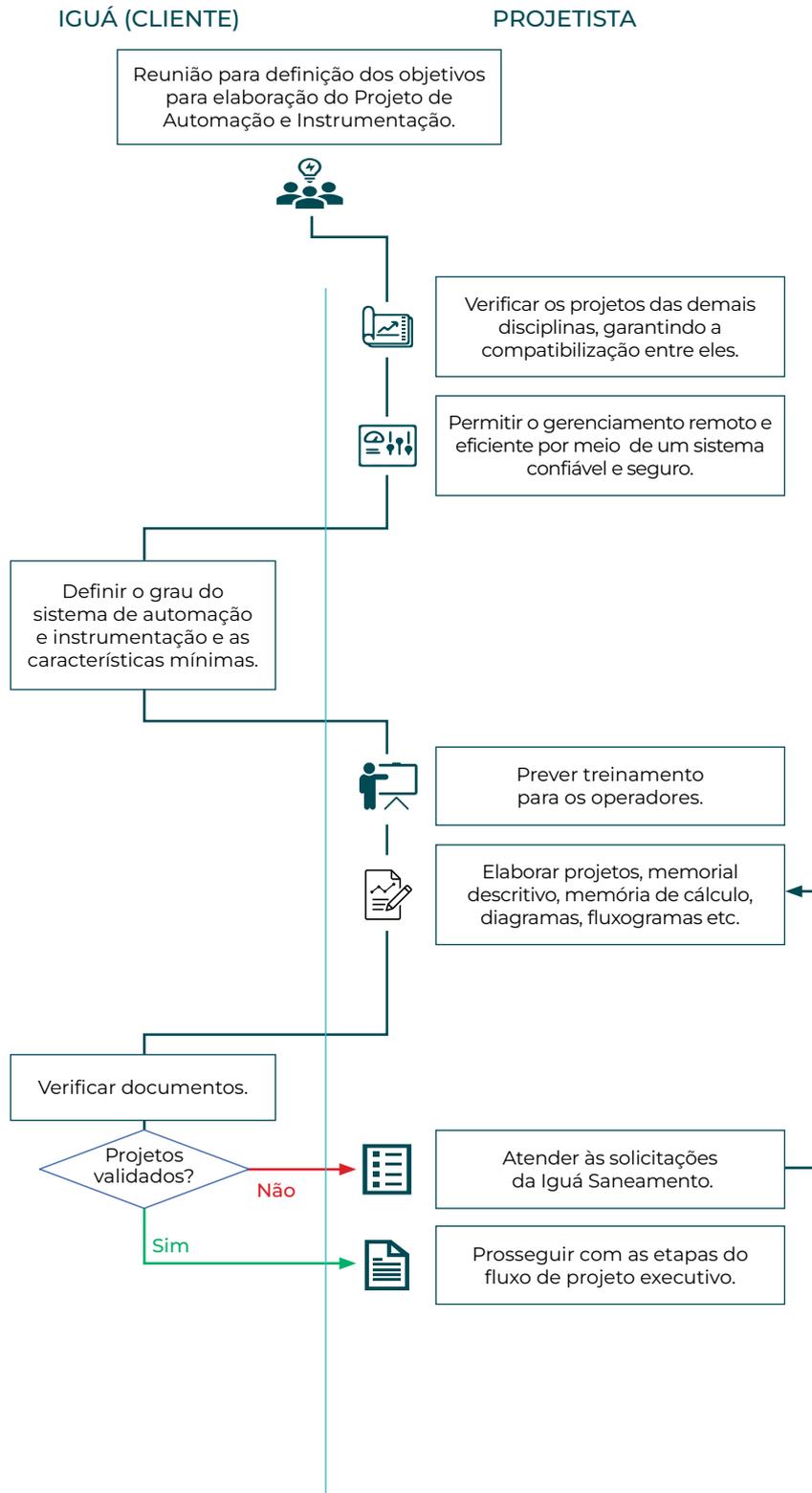
Reunião para definição dos objetivos para elaboração do projeto elétrico, aterramento e SPDA.



PROJETO DE AUTOMAÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Consultar as diretrizes de projeto executivo.

Os projetos devem contemplar as melhores alternativas de eficiência energética e redução de OPEX.



1.5.1 Recomendações de projeto

- **Atenção aos detalhes** – O projeto executivo vai requerer a especificação precisa de todos os detalhes técnicos, incluindo dimensões, materiais, tolerâncias e especificações de equipamentos. Cada aspecto do projeto deverá ser minuciosamente detalhado para que sejam evitados erros durante a implementação.
- **Normas e regulamentações** – O projeto deverá estar em conformidade com todas as normas, as regulamentações e os requisitos legais pertinentes. Isso inclui regulamentos de segurança, ambientais e de construção, entre outros.
- **Compatibilidade de projetos** – Deverá existir uma coordenação eficaz entre todas as disciplinas envolvidas, como projeto hidromecânico, projeto estrutural e de fundações, projetos elétricos, automação, aterramento e SPDA. As interfaces entre essas disciplinas deverão ser cuidadosamente gerenciadas.
- **Análise de riscos** – Serão fundamentais a identificação e a avaliação dos riscos associados à execução do projeto. Igualmente importante será o desenvolvimento de estratégias de mitigação de tais riscos.
- **Documentação detalhada** – A documentação do projeto executivo deverá estar completa, organizada e de fácil compreensão. Isso inclui a apresentação de desenhos técnicos, especificações, cálculos e relatórios técnicos.
- **Aprovações e licenças** – Todas as aprovações e licenças necessárias deverão ser obtidas antes do início da execução. Isso inclui aprovações governamentais, licenças ambientais e autorizações pertinentes, desde que sejam solicitadas no Termo de Referência.

A elaboração de um projeto executivo bem-sucedido vai requerer atenção aos detalhes, comprometimento com a qualidade e coordenação eficaz entre todas as disciplinas envolvidas. A contratada deverá seguir estritamente as diretrizes da Iguá Saneamento e consultar os tópicos relevantes no Manual de Engenharia. Com isso, estará assegurada a criação de um projeto executivo de alto nível e em conformidade com os requisitos específicos do empreendimento em questão.

1.5.2 Pacote técnico

MANUAL DE OPERAÇÃO

O Manual de Operação deverá agregar todas as categorias (arquitetura, elétrica, estrutural etc.) dos projetos desenvolvidos. Será necessária a elaboração de um manual com linguagem técnica adequada à futura operação, incluindo todos os detalhes relevantes em cada projeto e as informações necessárias para o perfeito funcionamento. Assim, deverá apresentar os seguintes itens:

- Descrição simplificada de cada unidade construtiva.
- Memorial dos métodos de operação.
- Fluxogramas.
- Corpo técnico e equipamentos necessários para a operação das unidades.
- Características gerais de cada unidade.

- Rotinas de operação.
- Planos de operação em estado normal e com o devido detalhamento de situações emergenciais (para cada unidade construtiva).

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Para sanar as dúvidas, deverá ser elaborada a especificação técnica, caracterizando-se, individualmente, cada item previsto em projeto, com o máximo de detalhamento e os critérios de medição. A especificação abrangerá todos os serviços, materiais e equipamentos, para um melhor entendimento dos requisitos técnicos solicitados, propiciando as melhores condições para a contratação da obra.

A Lei nº 13.303:2016, que dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, ressalta (no artigo 47, inciso I), que as especificações não deverão fazer referência a marcas e/ou a fornecedores, exceto quando houver a necessidade de padronização do objeto, mais de uma marca ou fornecedor atender à necessidade específica ou, ainda, em casos de informações insuficientes, acrescentando-se as expressões “similar” ou “de melhor qualidade”.

As especificações técnicas deverão se referir aos materiais e aos equipamentos pertinentes à localidade, levando em consideração, também, o clima e as técnicas construtivas por região.

Deverá ser analisada, ainda, a viabilidade de ligação das unidades previstas às redes de concessionárias ou às prestadoras de serviço. Todos os materiais indicados pela contratada deverão ser homologados pelo Departamento de Controle de Qualidade da Iguá Saneamento.

RELAÇÃO DE MATERIAIS

Deverá ser elaborada a memória de cálculo para cada unidade construtiva, com a demonstração dos parâmetros e dos critérios adotados durante a quantificação. Deverão ser cumpridas as tarefas a seguir:

- Realização do levantamento dos quantitativos de serviços, materiais/equipamentos com base nos desenhos.
- Organização e apresentação de planilhas ou formulários.
- Indicação da origem da quantificação para possível conferência.
- Verificação dos quantitativos pelos critérios de medição e suas respectivas unidades.

ORÇAMENTO

O orçamento englobará todos os serviços e insumos previstos em projeto e deverá ser elaborado conforme as quantificações e as especificações. Deverá ser composto por ART devidamente assinada, planilha orçamentária, curva ABC, mapa de cotações, cronograma físico-financeiro, curva S e memória de cálculo, além da composição de taxas do Budget Difference Income (BDI), nome que significa o componente orçamentário destinado a cobrir as despesas indiretas de um empreendimento (mão de obra, equipamento-obra e instrumento-obra).

Na fase de elaboração do orçamento, deverão ser consideradas as orientações básicas listadas a seguir:

- Realização minuciosa de análise do projeto, das especificações, da minuta contratual, das condições de execução etc.
- Atenção à data base dos bancos de preços utilizados.
- Realização de visitas ao campo para identificação de ocorrências que poderão afetar o orçamento.
- Para itens com valores globais, os preços deverão estar respaldados por memorial descritivo e de cálculo.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

Será necessário seguir uma ordem cronológica de implementação, subdividindo-se os projetos em frentes de serviço. Deverão ser englobados todos os itens relacionados aos serviços e aos insumos necessários à adequada execução. Deverão constar na planilha as seguintes informações:

- Identificação e descrição do item.
- Referência de origem do preço.
- Unidade.
- Quantidade.
- Preço unitário.
- Preço total.
- Taxas de BDI e encargos sociais incidentes, de acordo com as normas vigentes.
- Pesquisa de materiais.

Os preços da planilha orçamentária deverão estar de acordo com a tabela origem de referência, sendo obrigatórias a inserção dos códigos nos itens e a citação do local e do mês de referência.

Caso não exista uma origem de referência, deverá ser feita pesquisa de mercado relacionada à região do projeto, levando-se em conta a localização, o porte e a peculiaridade de cada empreendimento.

Para a definição do preço mínimo, deverão ser realizadas 3 cotações, exceto para os itens sem fornecedores na região. Nesse caso, o preço deverá ser justificado em relatório técnico e incluído no mapa de cotações.

Juntamente com entrega da planilha orçamentária, deverá ser realizada a demonstração da composição analítica dos preços unitários dos serviços, com a indicação de todos os insumos a serem utilizados e de suas respectivas produtividades.

Além do cálculo do preço unitário de materiais e equipamentos, deverá ser apresentado o cálculo dos preços indiretos, como instalação e manutenção de canteiro e serviços preliminares.

BDI

Será recomendável a elaboração do BDI de acordo com as orientações do TCU (Acórdão nº 2.622:2013). Para serviços e insumos, deverão ser apresentadas as seguintes composições analíticas (em porcentagens):

- Administração central.
- Margem de incerteza.
- Seguros e garantias.
- Despesas financeiras.
- Lucro.
- Tributos (municipais e estaduais).

CURVA ABC

A curva ABC deverá caracterizar os itens dos mais para os menos relevantes e viabilizar a verificação dos itens em relação ao porte do empreendimento. Quando houver preços com administração local, mobilização e desmobilização e instalação de obra, essas informações não deverão estar inseridas na curva ABC. Em sua elaboração, a planilha da curva ABC geral do orçamento deverá apresentar, sequencialmente, os seguintes itens:

- Código de referência.
- Base de referência.
- Descrição do item.
- Unidade.
- Quantidade.
- Preço unitário.
- Preço total.
- Porcentagem do item sobre o preço total.
- Porcentagem acumulada.
- Categorias da curva ABC. Essas categorias são as seguintes:
 - Classe A (para valores cuja porcentagem acumulada alcance 80%).
 - Classe B (para valores cuja porcentagem acumulada alcance 80%-90%).
 - Classe C (para materiais que alcancem 90%-100% sobre o valor acumulado).

MAPA DE COTAÇÕES

O Mapa de Cotações deverá ser elaborado para a adequada identificação dos preços relativos aos itens que não estiverem em tabelas de referências oficiais. Eles deverão estar em ordem alfabética a apresentar:

- A identificação de cada item.
- Os valores de cotação.
- A identificação da tabela de preço ou da empresa (incluindo CNPJ e telefone).

Caso haja menos de 3 cotações, o relatório técnico deverá apresentar a justificativa para o valor adotado.

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O cronograma físico-financeiro deverá estar em conformidade com o orçamento e os demais documentos de sua composição. A elaboração deverá ser feita com base na composição de custos unitários e nos quantitativos. Serão exigidas, no mínimo, as seguintes informações:

- Estimativa de tempo das frentes de serviço.
- Dimensionamento de equipes para a realização dos serviços.
- Definição dos períodos de mobilização e desmobilização.
- Prazo de aquisição de insumos e períodos de desembolso.

As frentes de serviço ao longo do tempo deverão ser apresentadas graficamente e com o maior grau de detalhamento possível. A essas informações se somarão as porcentagens de cada uma delas e os seus respectivos valores financeiros.

2

SETORIZAÇÃO E MODELAGEM HIDRÁULICA

2.1 SETORIZAÇÃO E GESTÃO DE PERDAS

2.1.1 Controle de pressões

O controle das pressões em um sistema de abastecimento de água é essencial para a redução das perdas reais e a garantia da eficiência operacional. Para isso, é fundamental que o sistema funcione com pressões de serviço adequadas, respeitando-se os limites de pressões mínima e máxima estipulados. Pressões excessivamente altas aumentam a probabilidade de surgimento de fissuras e de rompimentos na rede, além de intensificar vazamentos nas tubulações, o que eleva as perdas de água.

A setorização é uma técnica importante para o controle preciso da pressão e a otimização do sistema de abastecimento, facilitando a detecção rápida de vazamentos. Essa abordagem possibilita a realização de reparos e manutenções com menor impacto sobre os consumidores, além da redução do desperdício de água durante operações de descarga da rede.

Por meio da modelagem hidráulica, é possível desenvolver projetos detalhados para que seja implementada a setorização das redes de abastecimento, organizando-as em áreas com faixas de pressão similares, denominadas Distritos de Medição e Controle (DMCs).

O dimensionamento dos projetos de setorização deverá seguir os limites de pressão dinâmica mínima de 10 mca e de pressão estática máxima de 40 mca, em qualquer ponto da rede de distribuição, conforme estabelecido na NBR 12218:2017. Para situações excepcionais, em áreas de topografia acidentada, pode-se aceitar uma pressão estática máxima de 50 mca, desde que ela seja devidamente justificada.

O ponto crítico de um setor é aquele com menor pressão dinâmica, geralmente, localizado no ponto mais elevado ou distante da rede, ou onde ocorre maior perda de carga, devendo, sempre, atender ao requisito de pressão dinâmica mínima de 10 mca.

Quando não for possível o atendimento das pressões máximas e mínimas estabelecidas por norma, deverão ser previstas melhorias, como a instalação Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) em áreas baixas, a implementação de *boosters* em pontos mais elevados da rede, além de reforços ou ampliações na rede de distribuição.

Para garantir a gestão eficiente dos sistemas de distribuição, será imprescindível a adoção da setorização do sistema, considerando-se as seguintes premissas:

- Densidade demográfica.
- Número máximo de ligações.
- Topografia – Na setorização clássica, o desnível geométrico máximo recomendado é 10 m. Em regiões de topografia mais acidentada, torna-se necessária a utilização de reservatórios e válvulas.
- Condições da infraestrutura – Definição de zonas homogêneas do ponto de vista hidráulico, ou seja, estado de conservação da rede (incluindo os ramais) e tipologia dos padrões de consumo.

- Condições da infraestrutura – Definição de zonas vulneráveis a partir de dados de arrebentamento de tubos.
- Garantia de níveis de serviço satisfatórios em cenários normais e de emergência.
- Plano piezométrico, com pressões mínimas e máximas adotadas.
- Definição da área do distrito de controle, garantindo-se seu isolamento.
- Número de válvulas necessárias para o fechamento do setor.
- Qualidade da água após a setorização.
- Estanqueidade dos setores, mantendo-se as válvulas limítrofes sempre fechadas.

Conforme estabelecido na NBR 12218:2017, o dimensionamento das redes deverá obedecer ao critério de que a perda de carga unitária máxima não poderá exceder 10 m/km. Nos trechos onde esse limite for ultrapassado, deverão ser previstas melhorias, como reforços na rede e novas interligações, resguardados os casos excepcionais, que deverão ser devidamente justificados e aprovados previamente pela concessionária.

2.1.2 Distritos de Medição e Controle (DMC)

Os Distritos de Medição e Controle são áreas setorizadas dentro do sistema de distribuição de água que contribuem para uma gestão mais eficiente e para a redução de perdas.

Além da detecção rápida de anomalias, como vazamentos e fraudes, a implementação dos DMCs, também possibilita a realização de manutenções de forma mais eficaz. Isso reduz o impacto sobre os clientes, já que as áreas afetadas podem ser isoladas sem que o abastecimento de toda a região seja comprometido.

Para o dimensionamento, recomenda-se manter as seguintes características:

- Áreas de 3 mil ligações a 5 mil ligações.
- Extensão máxima de 25 km de rede.
- Condição geográfica, seguindo-se a topografia natural do terreno.

Além disso, para que se identifique a viabilidade de implementação de um DMC, será necessária a avaliação de outros fatores, com destaque para os seguintes:

- Histórico de vazamentos da região.
- Histórico de perdas.
- Problemas de qualidade da água.
- Número de válvulas.
- Número de medidores de vazão.
- Existência de grandes consumidores.
- Condições da infraestrutura.
- Uso e ocupação da área.

As concessionárias têm flexibilidade para estabelecer outros critérios em conjunto com o projetista. Porém, será fundamental a realização de uma análise criteriosa do número de DMCs a serem implementados.

Na etapa de dimensionamento dos DMCs, a empresa projetista deverá realizar uma análise criteriosa do investimento necessário para implantação (CAPEX) e dos custos operacionais e de manutenção (OPEX) para cada distrito. Essa avaliação possibilitará à concessionária entender a viabilidade de implementação do DMC analisado, bem como compreender a demanda orçamentária e a quantidade de equipe necessária para que seja mantido o sistema em operação adequada.

O nível de automação dos DMCs deverá ser alinhado entre a empresa projetista e o time técnico da Iguá. O objetivo será se encontrar um equilíbrio entre a setorização necessária, o nível de automação pretendido e os custos de manutenção do sistema, de modo a se garantir o monitoramento eficiente dos dados e a viabilidade econômica do sistema, sem comprometimento da gestão do sistema de distribuição de água.

A empresa projetista deverá entregar um quadro-resumo com as informações básicas de todos os Distritos de Medição e Controle (DMCs) a serem implementados, conforme o quadro a seguir:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GERAIS DO DMC A SER IMPLEMENTADO/EXISTENTE

Município
Concessionária (SPE)
Identificação DMC (código)
Sistema de abastecimento
Área total do DMC (km ²)
Comprimento total da rede (km)
Cota máxima (m)
Cota mínima (m)
Desnível (m)
Vazão máxima horária (l/s)
Velocidade máxima (m/s)
Ligações totais
Ligações ativas
% de perdas reais
Pressão de operação (mínima/máxima/crítica)
Localização de pontos críticos de pressão
Macromedidores
Válvulas Redutoras de Pressão
Sensores de pressão

Além disso, para facilitar a execução dos testes de estanqueidade, a empresa projetista também deverá entregar um quadro-resumo com informações relevantes sobre a setorização de cada DMC, incluindo o status das válvulas, se haverá a necessidade de instalação de novas válvulas ou se será necessário manobrá-las (abrir ou fechar), conforme se pode ver na estrutura a seguir:

VÁLVULAS NECESSÁRIAS PARA O ISOLAMENTO DO DMC						
Setor	Label	DN	Tipo	Observação	Operação	Limite de setores
			Existente/projetada		Instalar/manobrar (abrir ou fechar)	

TESTES DE ESTANQUEIDADE E ABASTECIMENTO

A empresa responsável pelas obras de setorização deverá executar os testes de estanqueidade e os testes de abastecimento, nesta ordem, em todos os setores, de maneira a garantir que eles estejam completamente estanques e abastecidos da maneira adequada. Os testes deverão ser executados somente após a finalização de todas as obras necessárias.

Para o teste de estanqueidade, primeiramente, deverão ser fechados os registros limítrofes do setor e o registro de entrada, a montante do macromedidor. Em seguida, deverá se aguardar a estanqueidade do setor, ou seja, o desabastecimento total. Deverão, ainda, ser realizadas medições de pressão (por meio de manômetros dentro do setor), com a verificação de se as pressões estão todas zeradas, enquanto as pressões de fora deverão permanecer normais, comprovando-se a estanqueidade.

Os pontos de manometria são selecionados conforme os critérios a seguir:

- Pelo menos 3 pontos na região de pressão baixa em maiores elevações.
- Pelo menos 3 pontos na região de pressão máxima em menores elevações.
- Pelo menos 1 ponto no limite do setor, próximo do registro de manobra.
- 1 ponto onde houver dúvidas cadastrais, como possíveis interligações entre redes.

Após a confirmação de estanqueidade do setor, deverão ser iniciados os testes de abastecimento. Para isso, o registro de entrada do setor deverá ser aberto, possibilitando o abastecimento do setor, com macromedidor e VRP (se houver) em carga. Entretanto, os registros limítrofes deverão continuar fechados.

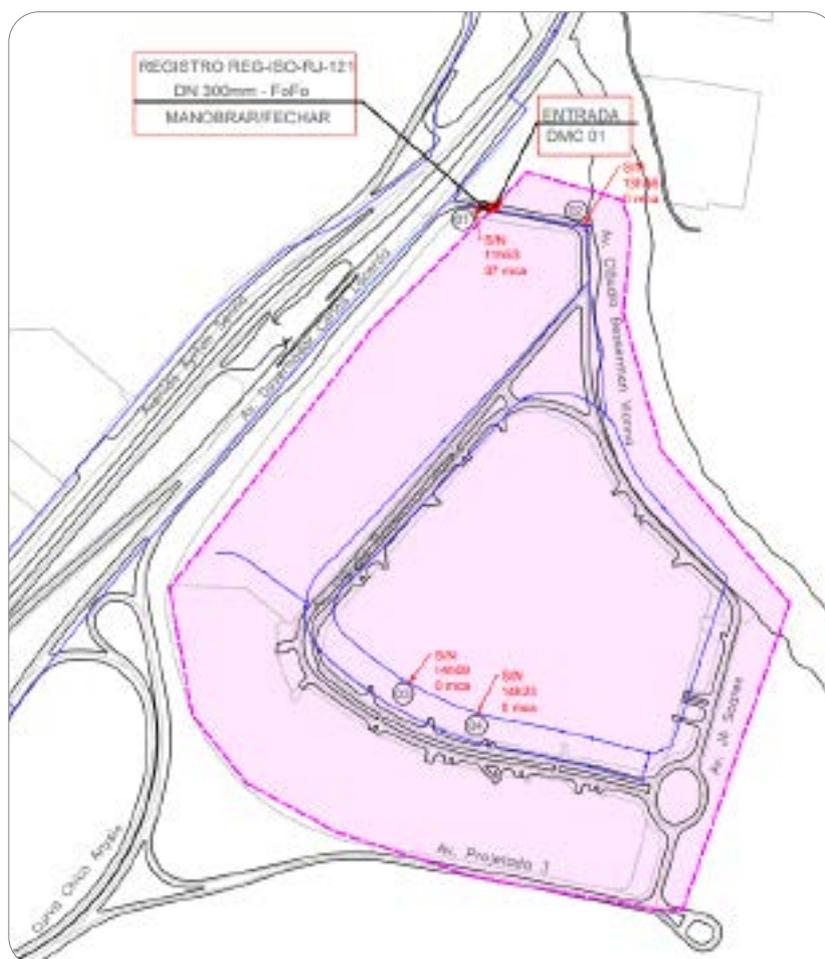
Na sequência, deverá ser realizado o mesmo procedimento de aferição das pressões com manômetro. No entanto, espera-se que os pontos apresentem pressões conforme aquelas estabelecidas em norma vigente, sem pontos de desabastecimento. Na região do ponto crítico, deverá ser garantida a pressão mínima de 10 mca, conforme estabelecido na NBR 12218:2017.

Concluídos os testes, a empresa executora da obra deverá entregar o sistema, para a gestão da concessionária, com todas as válvulas de manobra na condição estipulada em projeto. As válvulas que precisam permanecer fechadas deverão ser devidamente fechadas, enquanto aquelas que devem ficar abertas terão de ser mantidas em posição de abertura.

Ao final, a empresa responsável deverá entregar os mapas correspondentes aos testes de estanqueidade e abastecimento, para que se garanta a rastreabilidade dos resultados obtidos.

Os mapas deverão incluir, minimamente, as seguintes informações:

- Contorno da área delimitada no teste de estanqueidade.
- Localização dos pontos de aferição de pressão.
- Pressão registrada nos pontos.
- Horário da medição de pressão.



Exemplo de mapa de teste de estanqueidade de DMC

Fonte: Efficó (2024)

2.1.4 Válvulas Redutoras de Pressão (VRP)

As Válvulas Redutoras de Pressão são equipamentos mecânicos acionados hidráulicamente. Elas possibilitam a regulação da pressão de saída, protegendo as redes contra rompimentos excessivos e contribuindo, assim, para a redução da vazão dos vazamentos e o controle de perdas.

As VRPs deverão ser projetadas em áreas onde as pressões médias excedam os limites estabelecidos pela NBR 12218:2017, ou seja, áreas que ultrapassem os 50 mca de pressão estática.

A estrutura deverá ser projetada para instalação junto ao hidrômetro, em trecho retilíneo, atendendo à condição de 5 vezes o diâmetro a montante e de 3 vezes o diâmetro a jusante.

A VRP deverá ser instalada em área de fácil acesso, e posicionada em caixa de concreto armado, cujas dimensões internas atendam aos valores mínimos necessários para acesso, desmontagem, movimentação e montagem das peças durante as manutenções. Também deverá ser previsto berço de apoio para todas as peças no interior da caixa. O detalhamento do projeto estrutural deverá seguir as diretrizes técnicas do Manual de Engenharia da Iguá Saneamento.

Para o dimensionamento da VRP, deverá ser considerada a operação com a vazão de todo o período de atendimento, isto é, a vazão de início de plano (vazão mínima) e a vazão de final de plano (vazão máxima). O dimensionamento deverá atender às condições de operação da VRP no que se refere à vazão mínima de atuação, às pressões mínima e máxima, ao diâmetro, à velocidade, à perda de carga, ao ruído e à zona de cavitação. Para situações de baixas vazões, poderá ser utilizada válvula do tipo V-Port.

A empresa projetista deverá atender às velocidades mínima e máxima recomendadas pela fabricante da VRP, não excedendo a velocidade máxima de 3 m/s.

Sempre que possível, a depender da viabilidade do projeto, especialmente em regiões de população flutuante, deverá ser prevista VRP com modulação automática, com a abertura e o fechamento da válvula operando de acordo com as mudanças no perfil de consumo dos clientes.

Deverão ser consideradas para o dimensionamento as seguintes informações:

- Área de atuação da VRP, bem como o ponto de instalação e os pontos limítrofes.
- Histórico de vazão e de pressão em regiões próximas do ponto previsto para a instalação.
- Curva de demanda e sazonalidade.
- Tipo de VRP a ser instalada.
- Pressões mínimas e máximas, vazões mínimas e máximas, na VRP e nos pontos críticos, em todo o período de projeto.
- Relação de pressão de entrada e saída requerida para a VRP (diferencial de pressão).
- Perda de carga e cavitação.

A empresa projetista deverá apresentar a memória de cálculo do dimensionamento da VRP, incluindo a vazão de dimensionamento e a pressão dissipada, além do ábaco com a faixa de operação, fornecido pela fabricante da VRP selecionada. A escolha da VRP deverá atender ao diferencial mínimo de pressão, isto é, deverá atender ao valor mínimo de diferença entre a pressão a montante e a pressão a jusante. Em nenhuma hipótese será aceita a condição de operação dentro da faixa de cavitação.

Também deverá ser apresentado projeto da rede de distribuição, constando, nele, a área de atuação da VRP, as curvas de níveis, a cota altimétrica do ponto de instalação da VRP, as cotas altimétricas dos pontos críticos e as suas pressões previstas. Ainda deverá ser apresentada a lista de material para a montagens das válvulas, com a descrição e a quantidade das peças, as pressões nominais, a dimensão e o diâmetro.

Quanto à característica construtiva, todas as válvulas deverão ser produzidas em ferro fundido dúctil, contendo pintura epóxi e material que não reaja com a água, sendo apropriada para a instalação em redes de distribuição de água potável para o consumo humano.

As características construtivas de uma VRP deverão atender aos seguintes critérios:

ESPECIFICAÇÕES CONSTRUTIVAS MÍNIMAS DE VRPS

Tampa	Ferro fundido nodular
Corpo da válvula	Ferro fundido
Conexão	Flangeada
Diafragma	EPDM
Haste	Aço inoxidável – AISI 304
Mola	Aço inoxidável – AISI 304
Assento	Aço inoxidável – AISI 304
Disco de vedação	Aço inoxidável – AISI 304
Selo	EPDM
Plugue de estrangulamento (quando aplicável)	Aço inoxidável – AISI 304
Corpo do piloto	Aço inoxidável – AISI 304

Após a conclusão do estudo, para cada válvula redutora de pressão, deverão ser fornecidos os dados a seguir:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GERAIS DA VRP A SER IMPLEMENTADA/EXISTENTE

Identificação (código)

Distrito de Medição de Controle

Município

Concessionária (SPE)

Coordenadas de instalação

Fluido

Cota de instalação (m)

Vazão mínima (m³/h)

Vazão normal (m³/h)

Vazão máxima (m³/h)

Pressão de montante (mca)

Pressão de jusante (mca)

Diferencial de pressão (mca)

Perda de carga

Velocidade (mínima/máxima) – m/s

Abertura da válvula (%)

Diâmetro (mm)

Classe de pressão

Temperatura de operação (°C)

2.1.5 Medidor de vazão

Os medidores de vazão são equipamentos utilizados para medir e monitorar a vazão de água em pontos estratégicos da rede de distribuição. Auxiliam no controle operacional, contribuindo para o monitoramento contínuo do sistema de abastecimento de água, além de apoiar na detecção de anomalias, como possíveis vazamentos de rede. Dessa forma, a instalação dos medidores de vazão em pontos definidos pela concessionária, assegura gestão eficiente do sistema de abastecimento, garantindo a distribuição adequada de água e a redução de perdas.

Deverão ser utilizados os medidores de vazão do tipo eletromagnéticos, por sua precisão. A área técnica da Iguá Saneamento deverá ser consultada sobre as especificações dos medidores eletromagnéticos e dos conversores de vazão. A empresa projetista deverá, por sua vez, executar o dimensionamento e o detalhamento do medidor de acordo com as condições hidráulicas do sistema e os demais critérios da concessionária.

Recomenda-se, minimamente, a instalação de medidores de vazão nos seguintes pontos do sistema de distribuição de água:

- Saída dos reservatórios.
- Saídas de estações elevatórias e de *boosters*.
- Saída de poços tubulares.
- Entrada de setores e zonas de pressão.
- Em adutoras, nas derivações (sangrias).
- Entrada e saída dos Distritos de Medição e Controle (DMCs).

Os medidores de vazão poderão ser instalados em qualquer local conforme critério técnico da concessionária, desde que devidamente justificado. Recomenda-se a utilização de medidores de vazão eletromagnéticos do tipo carretel a tubulações para $DN < 300$ mm. Em relação a tubulações com $DN \geq 300$ mm, ou em locais onde existam interferências, como redes de esgoto, gás, energia ou outras infraestruturas subterrâneas que comprometam o espaço disponível à instalação, a concessionária deverá ser acionada, para que avalie o cenário e defina a estratégia mais adequada.

O medidor de vazão deverá ser projetado e instalado em trechos retos, para que não haja singularidade a montante ou a jusante do equipamento, atendendo a condição de 5 vezes o diâmetro a montante e duas vezes o diâmetro a jusante, ou então às distâncias indicadas pelo fabricante.

Nos locais onde não for possível se atender essa condição, deverá ser prevista a instalação de medidores de vazão eletromagnéticos, que dispensam a necessidade de trechos retos a montante e a jusante em qualquer situação.

A instalação deverá garantir que o tubo fique 100% cheio (seção plena), para que sejam evitados erros de medição. Quando houver a necessidade de instalação dos medidores de vazão junto às VRPs, estes deverão ser instaladas a montante das válvulas, respeitando-se as distâncias recomendadas para as singularidades.

O medidor de vazão deverá ser instalado em área de fácil acesso, e posicionado em caixa de concreto armado ou em poço de visita, cujas dimensões internas terão de atender aos valores mínimos necessários para acesso, desmontagem, movimentação e montagem das peças durante as manutenções.

Deverá, ainda, ser previsto berço de apoio para todas as peças no interior da caixa e os pontos de drenagem, protegendo-se, assim, a instalação do contato com água de saturação do solo ou de inundação. Recomenda-se a instalação do medidor de vazão com tubulação *bypass*, visando à retirada do equipamento para manutenção ou substituição, sem haver a necessidade de parada do sistema de distribuição de água. O detalhamento do projeto estrutural deverá seguir as diretrizes técnicas do Manual de Engenharia da Iguá Saneamento.

As instruções para o dimensionamento e a definição do medidor de vazão eletromagnético, bem como as orientações e as exigências de instalação e aterramento, deverão ser consultadas no Volume 3 do Manual de Engenharia da Iguá Saneamento.

Para alimentação dos medidores de vazão, poderá ser considerada a alimentação por energia elétrica, solar ou por bateria, a depender da escolha do corpo técnico da Iguá Saneamento, de acordo com a relevância operacional do ponto. A eletricidade deverá ser a fonte prioritária de energia do ponto de medição, caso existam condições para esse fornecimento.

A distância entre o tubo-sensor e o conversor não deverá exceder os 60 m, evitando-se, com isso, a perda de sinal. Nos locais onde o conversor for instalado, fora da caixa ou no poço de visita, deverá ser prevista proteção mecânica, para que sejam evitados vandalismo e furto do equipamento. A instalação dos medidores de vazão deverá estar em conformidade com as orientações da Diretriz Técnica para Gestão da Macromedição (DT-COR-FLX-001). A empresa projetista será responsável pela consulta a este documento, garantindo, também, que todos os requisitos técnicos sejam atendidos.

Para cada medidor de vazão a ser instalado, deverão ser fornecidos os dados a seguir:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GERAIS SOBRE O MEDIDOR DE VAZÃO A SER IMPLEMENTADO/EXISTENTE

Características

A Dados gerais

- 01 Identificação (código)
- 02 Distrito de medição de controle
- 03 Município
- 04 Concessionária (SPE)
- 05 Coordenadas de instalação

B Dados de processo - fluido

- 06 Fluido
- 07 Temperatura do fluido
- 08 PH/conductividade
- 09 Teor de cloro
- 10 Pressão mínima
- 11 Pressão de operação
- 12 Pressão máxima de operação

C Instalação local

- 13 Tipo de instalação Caixa de inspeção ou ao tempo
- 14 Tipo de instalação do conversor Remoto em parede ou painel
- 15 Temperatura ambiente
- 16 Umidade ambiente
- 17 Diâmetro nominal da tubulação
- 18 Tipo de conexão
- 19 Trecho reto disponível
- 20 Distância medidor/conversor
- 21 Alimentação elétrica

D Desempenho

22 Velocidade do fluido

23 Exatidão – Deverá atender à exatidão solicitada em todos os pontos ao lado

igual ou melhor do que:

- 0,4% para 0,5 m/s.
- 0,3% para 1 m/s.
- 0,25% para 2 m/s.

24 Consumo

E Construtivas

25 Tipo de conversor

26 Tipo de medidor

27 Grau de proteção do medidor

28 Grau de proteção do conversor

29 Indicação local

30 Revestimento

31 Material do eletrodo

32 Material corpo tubo-medidor

33 Proteção de surtos elétricos

34 Ajuste de zero

35 Detecção de tubo vazio

F Comunicação/sinais

36 Sinal de saída (vazão instantânea)

37 Saídas digitais (24 vcc)

G Acessórios

38 *Software* e programador

39 Cabos de interligação medidor/conversor para distância prevista

40 Protetor de surtos elétricos

41 Prensa cabo para conversor (ip65) e medidor (ip68)

42 Conexões de adaptação ao diâmetro de linha

43 Anel de proteção do revestimento junto às extremidades, no caso do medidor entre flanges

44 Anel ou eletrodo de aterramento do tubo medidor

45 Mufas termocontráteis para ponta de cabos

MACROMEDIDOR DE VAZÃO PARA NOVOS LOTEAMENTOS

Para novos loteamentos com vazões de consumo acima de 15 l/s, será obrigatória a instalação de medidor de vazão, com sua colocação feita logo após a interligação do empreendimento com as redes existentes.

O modelo deverá ser o medidor eletromagnético, por sua precisão e pelos demais aspectos técnicos. A área técnica da Iguá Saneamento deverá ser consultada sobre as especificações dos medidores eletromagnéticos e dos conversores de vazão, para que forneça ao loteador todas as características e os parâmetros à aquisição desses equipamentos.

2.1.6 Válvulas ventosas

As ventosas são dispositivos essenciais em sistemas hidráulicos, utilizadas, principalmente, para eliminar o ar acumulado nas tubulações, garantindo, assim, a eficiência e a segurança da operação.

Durante as paradas no sistema de abastecimento, o fluxo de água é interrompido e a pressão na tubulação acaba “zerando”. Nesse momento, as ventosas possibilitam a entrada de ar, evitando a criação de vácuo dentro das tubulações, ocorrência que poderá gerar golpe de aríete e cavitação, danificando bombas e outros equipamentos.

Paralelamente, na retomada do sistema de abastecimento (com o retorno do fluxo de água), o ar poderá se acumular nas tubulações. Nessa situação, as ventosas evitarão a formação de bolsões de ar, o que possibilitará a retomada do abastecimento de maneira mais rápida e eficiente.

As ventosas deverão ser instaladas em pontos estratégicos da rede, para que haja a expulsão e a admissão do ar. Preferencialmente, sua localização deverá ser em pontos altos ou em pontas de rede, em locais de altitude mais elevada.

O dimensionamento das ventosas deverá considerar a vazão de escape e a admissão de ar da tubulação, bem como as pressões de trabalho e a velocidade de abertura e de fechamento, entre outras características definidas em projeto, com a obrigatoriedade de aprovação da Iguá Saneamento.

Em sistemas de bombeamento, deverá ser realizado o estudo de transiente hidráulico da linha de recalque, com a apresentação da memória de cálculo, em respeito às diretrizes para estudo de transientes hidráulicos, presentes no Volume I do Manual de Engenharia da Iguá Saneamento.

As ventosas deverão ser instaladas em áreas de fácil acesso, e posicionado em caixa de concreto armado ou poço de visita, cujas dimensões internas atendam aos valores mínimos necessários para acesso, desmontagem, movimentação e montagem das peças durante as manutenções.

Deverá ser previsto berço de apoio para todas as peças no interior da caixa e pontos de drenagem, o que protegerá a instalação do contato com água de saturação do solo ou de inundação, evitando-se, assim, sua entrada no interior da rede. O detalhamento do projeto estrutural deverá seguir as diretrizes técnicas do Manual de Engenharia da Iguá Saneamento.

Após a conclusão do estudo, para cada válvula ventosa a ser instalada, deverão ser fornecidos os dados a seguir:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GERAIS SOBRE A VÁLVULA VENTOSA A SER IMPLEMENTADA/EXISTENTE

Identificação (código)

Distrito de Medição de Controle

Município

Concessionária (SPE)

Coordenadas de instalação

Local de instalação

Marca

Modelo

Ano de fabricação

Diâmetro nominal (mm)

Classe de pressão (PN)

Material do corpo

Capacidade de expulsão de ar (m³/h)

Capacidade de admissão de ar (m³/h)

Conexão de entrada

Temperatura máxima (°C)

2.2 MODELAGEM HIDRÁULICA

A modelagem hidráulica computacional simula sistemas reais ou projetados, sendo essencial para a expansão de sistemas complexos como SAA e SES. A partir da inserção de dados em um *software* específico, o modelo calcula o desempenho do sistema e gera parâmetros como pressão, vazão e perda de carga. Com esses resultados, será possível analisar alternativas e escolher a melhor solução para a expansão e a melhoria do sistema.

Uma simulação hidráulica deverá ser realizada antes da elaboração de projetos para Sistemas de Abastecimento de Água e Sistemas de Esgotamento Sanitário. Nesse processo, as seguintes etapas terão de ser cumpridas:

- Coleta de dados.
- Tratamento dos dados para eliminação de distorções ou de falhas de medição.
- Definição dos parâmetros de projeto.
- Elaboração do modelo hidráulico.
- Validação do modelo hidráulico.
- Calibração do modelo hidráulico.

- Apresentação do resultado do cenário atual e validação dos dados.
- Estudo de alternativas (simulações de cenários diversos).
- Definição da solução ótima.
- Entrega do pacote técnico (*layout*, memoriais, orçamentos etc.).

2.2.1 Coleta de dados

CADASTRO TÉCNICO

O cadastro técnico é uma ferramenta fundamental para o gerenciamento da infraestrutura dos sistemas de abastecimento de água. O cadastro consiste em uma base de dados contendo os elementos que compõem o sistema, como redes, válvulas, macromedidores e válvulas redutoras de pressão, com a indicação de informações como localização, extensão e diâmetro.

Em função disso, deverá ser solicitada à concessionária a importação do cadastro técnico em SIG e em cotas topográficas, compreendendo os seguintes itens:

- Adutoras e redes existentes, com informações de localização, diâmetro, comprimento e material.
- Válvulas existentes e informações de *status* (aberta/fechada).
- Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs).
- Polígono de delimitação das zonas de pressão e DMCs – se houver.
- Reservatórios e estações elevatórias.
- Curvas de nível, preferencialmente, de 5 m em 5 m.

CAMPANHAS DE MEDIÇÃO

O levantamento de dados em campo é extremamente importante para a etapa de calibração do modelo hidráulico, para que sejam asseguradas a precisão e a confiabilidade do modelo, garantindo-se uma representação fiel dos sistemas de abastecimento de água.

Chamamos de campanhas os monitoramentos realizados em pontos estratégicos por um período pré-determinado. Nas campanhas, temos a medição dos dados de vazão e pressão. O monitoramento dos dados deverá ser realizado por período mínimo de 7 dias consecutivos, incluindo-se o final de semana.

As medições de vazão deverão ser realizadas nos seguintes pontos:

- Saída dos reservatórios.
- Entrada de setores, zonas de pressão e DMCs existentes.
- Saída de estações elevatórias.

Para os setores que não estiverem estanques, a medição deverá ocorrer de maneira simultânea, ou seja, nos setores onde há comunicação, os *loggers* deverão ser instalados ao mesmo tempo. Além disso, a medição deverá ocorrer por 30 dias consecutivos, nos locais onde existir macromedidor instalado, e pelo período mínimo de 7 dias consecutivos, nos locais sem macromedidor.

As medições de pressão deverão ocorrer nos seguintes pontos:

- Em cada setor.
- Nas zonas de pressão.
- Nos DMCs existentes.

Os *loggers* de pressão deverão ser distribuídos da maneira mais equidistante possível, com priorização das regiões mais críticas do setor, ou seja, dos pontos com maior elevação. As medições de vazão e de pressão deverão ocorrer simultaneamente, com registros dos valores instantâneos a cada 15 minutos.

Os dados históricos de pressões, vazões e níveis de reservatório poderão ser extraídos do SCADA (CCO/supervisório). Entretanto, isso não exclui a necessidade de medições de pressão e vazão, com *dataloggers* de pressão e vazão instalados em pontos estratégicos, definidos em conjunto com a equipe responsável pela criação/atualização do modelo hidráulico.

2.2.2 Parâmetros de projeto

DEMANDA ATUAL DE ÁGUA

Para que sejam garantidas a precisão e a eficiência do modelo hidráulico, é fundamental haver a definição da demanda atual de água, discriminada por matrícula. Esses dados possibilitarão ao modelo simular com precisão o comportamento do sistema de distribuição de água, identificar áreas com alta demanda, verificar locais com pressões dinâmicas abaixo do estabelecido em norma e apontar necessidades de melhorias no sistema. Para isso, deverá ser consultado o histórico de consumo micromedido, com dados georreferenciados, adotando-se o período mínimo de 12 meses.

Adicionalmente, é recomendável que seja considerada a demanda de água de futuros empreendimentos verticais e horizontais, de acordo com a curva de crescimento populacional da região, avaliada em função das projeções dos planos diretores.

ÍNDICE DE PERDAS

O índice de perdas do Sistema de Abastecimento de Água deverá atender às metas dos contratos de concessão de cada unidade, ou, então, às metas internas definidas pela Gerência e pela Diretoria. A curva de perdas, a ser incluída no modelo hidráulico, deverá contemplar o período até o final do plano.

Para a simulação do SAA existente e projetado, são sugeridas as seguintes possibilidades:

- Que o índice de perdas seja atribuído por Distrito de Medição e Controle ou zona de pressão (caso a unidade disponha dos dados necessários).
- Que seja atribuído de forma genérica, com adição ao consumo de cada matrícula da base comercial.

ÁREAS IRREGULARES

Algumas concessionárias enfrentam diariamente o desafio de lidar com áreas irregulares ou de invasão. Define-se por área de invasão aquela com ocupações irregulares ou clandestinas, onde o consumo de água ocorre de forma não autorizada,

principalmente, por meio de ligações feitas diretamente nas redes de distribuição e em adutoras ao longo do município.

Nas áreas irregulares, definir o consumo de água é desafiador, devido à dificuldade de identificação das ligações clandestinas e da falta de integridade dos medidores, muitas vezes, danificados por vandalismo. Essas áreas apresentam altos índices de perdas, causadas por ligações fora dos padrões e pelo uso de materiais inadequados. O consumo elevado impulsionado pela ausência de pagamento contribui para uma falta de conscientização das pessoas sobre a gestão da água, aumentando as perdas e dificultando a precisão dos dados e o planejamento operacional.

A metodologia de cálculo para a estimativa do volume consumido em áreas de invasão é específica de cada SPE, que desenvolve metodologia própria baseada em abordagens e critérios distintos, ação que dificulta o estabelecimento de um padrão para a companhia.

De modo geral, o processo começa com a identificação dessas áreas irregulares, frequentemente, baseada em dados fornecidos por órgãos oficiais. Em seguida, são adotadas diferentes estratégias, como a contagem de telhados para estimar o número de residências, a população local e o consumo per capita, ou a instalação de medidores de vazão em pontos de interligações clandestinas para aferição desse volume.

Independentemente da metodologia de cálculo adotada pelas concessionárias, o consumo das áreas de invasão deverá ser contabilizado nos projetos de modelagem hidráulica, uma vez que essas áreas, apesar de irregulares, representam uma demanda real no sistema de abastecimento, afetando a pressão nas redes de distribuição, o dimensionamento adequado da infraestrutura e a definição de estratégias para controle de perdas, comprometendo, assim, a eficiência operacional.

Nesse contexto, deverão ser apresentadas, minimamente, as seguintes informações:

- Polígono das áreas de invasão, definindo-se geograficamente o limite dessas regiões.
- Projeção de consumo de cada uma das áreas de invasão.

Os dados relativos ao consumo de água nas áreas de invasão deverão ser previamente definidos pela concessionária, em conjunto com a empresa projetista contratada durante a reunião de premissas (*kick-off*). A concessionária será responsável por informar a demanda de água de cada uma das áreas de invasão previamente mapeada, de acordo com a metodologia adotada, seja por macromedição dos pontos disponíveis ou técnicas alternativas, seja pela contagem de telhados.

Cada uma das áreas de invasão deverá ser representada no modelo hidráulico por um nó específico contendo a respectiva demanda de consumo, garantindo-se que as estimativas de consumo sejam devidamente incorporadas e reflitam as condições reais.

Nos cenários de demanda atual ou futura, quando houver a necessidade de traçado de redes de água para regularização do abastecimento, deverá ser inserido *label* diferenciado para essas redes no modelo, como forma de facilitar a visualização e a análise das infraestruturas projetadas para as áreas a serem regularizadas.

COEFICIENTES K_1 E K_2

No estudo de modelagem hidráulica os coeficientes de variação de consumo de água deverão ser determinados conforme a região delimitada pelo DMC. Os coeficientes terão de refletir o comportamento do sistema, considerando-se os efeitos da variação do tempo, as condições climáticas, os hábitos da população e a predominância da área (residencial, industrial, comercial etc.).

Desse modo, deverão ser consideradas as seguintes informações:

- Coeficiente do dia de maior consumo (K_1), com $K_1 =$ maior consumo diário do ano / consumo médio diário no ano. Para cada K_1 , deverá ser adotado o histórico de medição da região do DMC estudado.
- Coeficiente da hora de maior consumo (K_2), com $K_2 =$ maior vazão horária no dia / consumo média no dia. Para cada K_2 , deverá ser adotado o histórico de medição da região do DMC estudado.

Após o levantamento dos dados de K_1 e K_2 para cada um dos DMCs analisados, esses valores deverão ser apresentados à concessionária para avaliação, assegurando-se de que estejam alinhados às condições operacionais e de consumo de cada região, e de que atendam aos critérios técnicos estabelecidos para o projeto.

COEFICIENTE C DE HAZEN-WILLIAMS

Para a elaboração e calibração dos projetos de modelagem hidráulica, será importante a adoção do coeficiente C de Hazen-Williams, de acordo com o material e a condição de superfície interna das redes existentes. Essa condição está relacionada à idade da tubulação e ao ano de sua instalação, sendo crucial para se determinar a perda de carga ao longo das tubulações.

Em redes mais antigas, é comum que a rugosidade aumente com o tempo devido à corrosão, a incrustações e a desgastes, o que resulta em um coeficiente C menor. Já as redes novas têm menor resistência ao fluxo de água, o que resulta em um coeficiente C mais alto. A análise e a definição do coeficiente C com o propósito de modelagem hidráulica deverá representar da melhor maneira possível a realidade do sistema existente, considerando-se as condições de cada DMC individualmente.

Quando não há informações confiáveis de cadastro para se determinar a data de instalação da rede, poderá ser realizada uma estimativa, considerado quando foi implementado o bairro ou o Distrito de Medição e Controle (DMC). Assim, poderá ser utilizada uma data aproximada de instalação da rede para a definição do coeficiente C mais adequado, refletindo, portanto, a condição da tubulação ao longo do tempo.

RESERVATÓRIOS E ELEVATÓRIAS DE ÁGUA

Os projetos de modelagem hidráulica deverão considerar a infraestrutura existente, contemplando, também, informações detalhadas sobre os reservatórios e as Estações Elevatórias de Água (EEAs). Isso fará com que o modelo simule, com precisão, o comportamento do sistema de distribuição, das linhas de recalque e da gravidade.

Nesse processo, deverão ser contempladas informações sobre os seguintes tópicos:

- Os reservatórios, com diâmetro, altura, redes, macromedidores e válvulas de controle existentes.
- A configuração das regras operacionais de bombas e de abertura/fechamento de reservatórios.

- Os dados relativos às bombas instaladas, contemplando-se marca, modelo, vazão, pressão e rotação. A concessionária poderá compartilhar as curvas das bombas, caso seja possível.

Nos locais onde for identificada a necessidade de criação de novos reservatórios e/ou estações elevatórias, o dimensionamento das estruturas deverá atender às seguintes normas: NBR 12218:2017 (projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público), NBR 12217:1994 (projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público) e NBR 12214:2020 (projeto de estação de bombeamento ou estação elevatória de água).

Além disso, deverão ser seguidas as diretrizes de dimensionamento estabelecidas no Volume 1 do Manual de Engenharia da Iguá Saneamento, que detalham os critérios para projetos de reservatórios e de estações elevatórias.

Cada reservatório deverá ser dimensionado com base no estudo de demandas da área de influência, considerando-se, no mínimo, reservação equivalente a $\frac{1}{3}$ do volume diário necessário para o atendimento à população projetada de final de plano.

A empresa projetista deverá delimitar a área de influência do reservatório, garantindo-se que o dimensionamento do reservatório e da rede de distribuição atenda à demanda de água de todas as regiões sob sua abrangência, inclusive as mais distantes ou elevadas.

Além disso, o dimensionamento deverá levar em conta os coeficientes K_1 e K_2 específicos de cada Distrito de Medição e Controle (DMC), conforme as orientações apresentadas em item anterior deste capítulo. Esses coeficientes deverão representar as condições reais da área de influência, de acordo com as características de consumo e das variações da demanda ao longo do dia.

Será necessária a identificação dos grandes consumidores localizados na área de influência dos reservatórios e a contabilização, separada, de seu consumo, representado por um nó específico no modelo hidráulico. Apenas para esses casos, a influência dos coeficientes K_1 e K_2 poderá ser desconsiderada, garantindo-se o dimensionamento adequado da capacidade de reservação para atendimento à demanda da população e dos grandes consumidores.

Nas áreas onde a instalação do reservatório não for suficiente para garantir a pressão dinâmica mínima de 10 mca, em qualquer ponto da área de abrangência, deverá ser prevista uma estação elevatória para o bombeamento de água e o atendimento à pressão dinâmica. Em áreas onde a pressão estática máxima exceder 40 mca, deverão ser instaladas VRPs.

Para as estações elevatórias, a modelagem terá de contemplar as especificações das bombas e suas condições de operação, seguindo as orientações da concessionária. O projeto deverá prever, minimamente, duas bombas operando de forma alternada (1+1R), com altura manométrica a ser definida pela empresa projetista.

Durante a modelagem, deverão ser considerados as condições de partida das bombas e o uso de inversores de frequência, para ajustes da pressão e da vazão, conforme as variações de demanda ao longo do dia.

A simulação hidráulica deverá assegurar que as pressões nos nós mais elevados e mais baixos da rede estejam dentro dos limites operacionais aceitáveis, evitando-se cavitação nas bombas ou pressões excessivas que possam causar danos à rede.

2.2.3 Critérios para elaboração do modelo hidráulico

Na elaboração do modelo hidráulico, deverão ser atendidos alguns critérios mínimos, para que o modelo replique com maior exatidão o sistema estudado. Para a modelagem do sistema, deverão ser utilizados *softwares* específicos de simulação hidráulica compatíveis com os utilizados pela Iguá Saneamento (WaterCAD e SewerCAD).

NÚMERO MÍNIMO DE TRECHOS

O número mínimo de trechos no modelo deverá conter todas as tubulações informadas no cadastro técnico fornecido pela concessionária. Eventualmente, ela poderá solicitar o estudo de um setor específico, e tal solicitação deverá ser alinhada ainda na fase de coleta de dados, antes da elaboração do modelo.

NÓS INDISPENSÁVEIS

A elaboração do modelo deverá considerar as características de cada região. No entanto, a locação dos nós deverá atender, no mínimo, às seguintes condições:

- 1 nó em cada mudança de diâmetro de tubulação, independentemente da vazão.
- No mínimo, 1 nó na cota mais elevada do terreno em cada zona de pressão. Caso represente um reservatório, o nó deverá ser considerado com nível mínimo no cenário de maior demanda.
- No mínimo 1 nó na cota mais baixa do terreno em cada zona de pressão. Caso represente um reservatório, o nó deverá ser considerado com nível máximo no cenário de menor demanda.
- A montante e a jusante do eixo de uma bomba hidráulica.
- A montante e a jusante de válvulas de controle de vazão, de válvulas de controle de pressão e de VRPs.
- Na entrada e na saída de reservatórios.
- Identificação dos grandes consumidores.
- Em trechos de redes com cotas de terrenos intermediárias superiores às cotas de terreno dos seus extremos.

VAZÃO POR NÓ

Para o cálculo de demanda dos nós, deverão ser utilizados os dados micromedidos dos últimos 12 meses relativos às matrículas georreferenciadas de cada setor de estudo. O valor calculado por nó não poderá superar a demanda média estipulada pela concessionária, exceto nos casos de grandes consumidores.

Os grandes consumidores deverão ser identificados por nós individuais, e ter sua demanda informada manualmente na rede definida, conforme o cadastro técnico. Para economias em áreas de expansão, deverá ser adotado o consumo igual ao de economias de um grupo com padrão de consumo similar.

2.2.4 Simulação dos cenários

Após a elaboração do modelo, deverá ser simulado o cenário atual, fazendo-se os ajustes e a calibração do sistema. Em seguida, deverão ser simulados os cenários alternativos, com o estudo das propostas de melhorias para que se alcance a solução ótima.

Em todos os cenários, a empresa projetista deverá executar a simulação estática para a vazão máxima horária e a vazão mínima. Outras condições poderão ser solicitadas pela concessionária, na dependência dos resultados obtidos.

Em relação a Sistemas de Esgotamento Sanitário, deverão ser simulados cenários de início de plano e de final de plano, no qual o final de plano representa a condição de uso final de cada unidade em análise (rede, linha de recalque e ETE).

2.2.5 Diagnóstico do sistema

No relatório de diagnóstico do sistema existente, deverão ser apresentados os dados do sistema inicialmente modelado. O diagnóstico deverá ser elaborado com base nos dados obtidos com as concessionárias, no cadastro técnico e nas inspeções em campo, considerando-se as estruturas existentes e aquelas em fase de implantação.

O diagnóstico deverá descrever, ao menos, os seguintes itens:

- Estações de Tratamento de Água (ETAs).
- Reservatórios e estações elevatórias.
- Boosters.
- Adutoras e linhas de recalque.
- Redes de distribuição.

O diagnóstico deverá fornecer os dados relativos ao sistema de abastecimento existente, descrevendo as características do sistema de tratamento, as bacias e sub-bacias de captação, os sistemas de distribuição isolados, o Distrito de Medição e Controle e as zonas de pressão, as populações atendidas, o número de economias, as vazões de contribuição (média e máxima), os diâmetros, os comprimentos e o tipo de material das redes de distribuição, dos reservatórios e dos sistemas de gravidade/recalque, bem como a capacidade de atendimento e a área de cobertura.

Esse relatório deverá apresentar, no mínimo, as seguintes informações:

- Quadro de DMCs com os dados de vazão máxima diária, vazão média e vazão mínima, bem como os valores adotados para os coeficientes K_1 , K_2 e K_3 em cada DMC.
- Quadro de DMCs com a quantidade de ligações ativas, a extensão de rede, o volume distribuído, o volume micromedido, a vazão distribuída, a vazão micromedida e a porcentagem de perdas.
- Quadro de boosters e estações elevatórias com vazão máxima e vazão média de distribuição.

- Quadro de reservatórios com vazão máxima registrada (incluindo-se dia e hora), maior consumo (incluindo-se o dia), vazão máxima diária, vazão média e vazão mínima, além dos coeficientes K_1 , K_2 e K_3 adotados para cada reservatório.
- Relação de pontos críticos por zonas de pressão.

2.2.6 Relatórios de melhorias

Após a finalização da etapa de calibração, deverão ser construídos cenários com a proposição de melhorias no SAA. As premissas deverão ser aprovadas pelo corpo técnico da Iguá Saneamento, definindo-se previamente a elaboração dos relatórios técnicos.

Nesse processo, deverão ser consideradas as seguintes etapas de intervenções:

- **Etapa 1** – Intervenções prioritárias/emergenciais, com prazo para implementação de até 1 ano.
- **Etapa 2** – Intervenções de baixa/média complexidade, com prazo para implementação de até 5 anos.
- **Etapa 3** – Intervenções de alta complexidade, com prazo para implementação de até 10 anos.
- **Etapa 4** – Intervenções até final da concessão.

As intervenções apresentadas na Etapa 1 deverão propiciar melhorias operacionais, de características pontuais e de baixo custo, como interligações, reabilitação ou troca de trechos de redes, instalação de válvulas de manobra e válvulas redutoras de pressão.

Poderão ser consideradas, ainda, intervenções para a correção de qualquer condição classificada, pela concessionária, como emergencial, durante a etapa inicial do estudo, independentemente do custo. O relatório deverá abordar essa demanda especial em um item separado.

Deverão ser apresentados os cenários com as alternativas para o aumento da eficiência com o menor nível possível de intervenções. Dentre essas alternativas, são dadas como certas as propostas de criação ou de alteração das setorizações existentes.

Além das setorizações no sistema, deverão ser consideradas as seguintes atividades:

- Implementação/desativação de reservatórios e/ou de estações elevatórias.
- Implementação/desativação de *boosters*.
- Reforços e interligação de redes.
- Implementação de novas VRPs e ventosas.
- Ampliação de ETAs.

O relatório de melhorias deverá conter a descrição do sistema modelado e as premissas adotadas, destacando as condições de contorno, os dados de entrada, a metodologia de trabalho e os parâmetros de projeto. Também deverá apresentar a descrição detalhada das condições estudadas em cada cenário, destacando as principais diferenças entre eles. Deverá conter, ainda, tabelas e mapas dos resultados de cada cenário estudado, bem como a definição da solução ótima e dos motivos da escolha.

Como as intervenções nos sistemas de abastecimento são de grande porte e exigem

altos investimentos, as melhorias previstas nos estudos diagnósticos deverão ser avaliadas por meio do uso de matrizes multicritério, considerando-se, no mínimo, os seguintes aspectos:

- **Econômico-financeiro** – Avaliação das intervenções no que diz respeito aos investimentos necessários para a implementação e manutenção (CAPEX e OPEX) e ao retorno financeiro esperado e à sustentabilidade econômica da intervenção.
- **Regulatório** – Avaliação das intervenções em conformidade com as normas regulatórias e os contratos de concessão, evitando-se implicações legais e sanções no caso da não execução do investimento.
- **Operacional** – Avaliação das intervenções quanto à sua eficácia na operação, com focos na melhoria da eficiência e na redução de falhas, identificando-se quais projetos oferecem o melhor desempenho e maior produtividade ao sistema de distribuição de água, e integrando-se soluções que resolvam os principais desafios operacionais, como a redução de perdas, a otimização de recursos e o aumento da confiabilidade do sistema.

ENTREGÁVEIS

A seguir, estão detalhados os entregáveis mínimos para os projetos de modelagem hidráulica e setorização:

- **Memorial descritivo**, contendo, minimamente, os seguintes itens:
 - Folha de dados (dados da contratante, dados da contratada, município, SPE, nº de contrato e equipe técnica responsável).
 - Objetivo do projeto.
 - Referências e normas utilizadas.
 - Metodologia utilizada.
 - Parâmetros hidráulicos.
 - Cenários de simulação.
 - Resultados obtidos.
 - Propostas de intervenção.
 - Orçamento básico.
 - Especificação técnica dos materiais e equipamentos (bombas, tubulações de rede, VRPs, medidores de vazão, ventosas e válvulas de manobra).
- **Memória de cálculo**, contendo, minimamente, os seguintes itens:
 - Cálculo de pressões, vazões, perdas de carga e dimensionamento de tubulações.
 - Dimensionamento de VRPs, medidores de vazão e ventosas.
- **Layouts** (em arquivo editável e em PDF):
 - Pressão máxima no cenário de menor demanda para o sistema existente.
 - Pressão mínima no cenário de maior demanda para o sistema existente.
 - Pressão máxima no cenário de menor demanda para o sistema projetado.
 - Pressão mínima no cenário de maior demanda para o sistema projetado.
 - Distritos de Medição e Controle e zonas de pressão.
 - Área de influência de *boosters* e reservatórios, com os pontos críticos.
 - Área de influência das Válvulas Redutoras de Pressão, com os pontos críticos.

- Planta geral com o sistema existente (estações de tratamento, reservatórios, estações de elevatórias, adutoras, sistemas de abastecimento, zonas de pressão e corpos hídricos).
- Planta geral com o sistema de rede de distribuição.
- Planta geral da estrutura existente dos sistemas de abastecimento ou zona de pressão isolados.
- Fluxograma do SAA.
- **Projetos executivos:**
 - Projeto executivo de caixas de macromedidores, válvulas redutoras de pressão e ventosas.
 - Projeto executivo dos Distritos de Medição e Controle, com delimitação da área e detalhamento das válvulas a serem instaladas/manobradas.
 - Projeto executivos de adutoras, interligações e reforços de rede.
 - Lista de materiais (diâmetro nominal, classe de pressão e quantidades).
- **Modelo hidráulico em formato editável** compatível com os *softwares* utilizados pela Iguá Saneamento (WaterGEMS e SewerGEMS).
- **Databook das obras de setorização**, contendo, minimamente, os seguintes itens:
 - Folha de dados (dados da contratante, dados da contratada, município, SPE, nº de contrato, equipe técnica responsável).
 - Escopo do projeto (sistemas de abastecimento/DMCs).
 - Descritivo das obras e das intervenções executadas.
 - Relatórios fotográficos.
 - Teste de estanqueidade.
 - Teste de abastecimento.
 - Mapas dos testes de estanqueidade e abastecimento.
 - Manual de operação dos equipamentos instalados (VRPs e medidores de vazão).
- **Projetos do tipo *as built*:**
 - Todos os projetos do tipo *as built* deverão ser entregues, obrigatoriamente, no Sistema de Coordenadas Projetado SIRGAS 2000, com a concessionária sendo consultada sobre o UTM correspondente.

2.2.7 Labels

Labels são identificadores ou marcadores que ajudam a categorizar e organizar informações. São utilizados para elementos específicos dos projetos de modelagem hidráulica, facilitando sua identificação e o seu gerenciamento, garantindo que todos os envolvidos compreendam a estrutura e a nomenclatura utilizada.

Conforme foi definido pela Iguá Saneamento, a identificação dos *labels* a serem utilizados nos projetos de modelagem deverá seguir a estrutura apresentada no quadro a seguir:

DESCRIÇÃO DA CODIFICAÇÃO			
Componentes	Abrangência	Sistema/setor	Ordem sequencial
LLL	LL	LLL	NNN

Observação: L = Letra. N = Número.

COMPONENTE

Indica o tipo de estrutura do sistema (componente) para o qual o *label* se aplica. Exemplo:

COMPONENTE			
Código	Descrição	Código	Descrição
BOO	Booster	REG	Registro
EEA	Estação Elevatória de Água	VEN	Ventosa
MM	Macromedidor de vazão	VRP	Válvula Redutora de Pressão

ABRANGÊNCIA

Indica a unidade de negócio/operação para a qual o *label* se aplica. Exemplo:

ABRANGÊNCIA	
Código	Descrição
CB	Águas Cuiabá
MP	Miguel Pereira
PN	Paranaguá Saneamento
PY	Paty do Alferes
RJ	Rio de Janeiro
SN	Sanessol

SISTEMAS/SETOR POR OPERAÇÃO

ÁGUAS CUIABÁ	
Código	Descrição
SUL	Sistema Sul
CNT	Sistema Central
TJC	Sistema Tijucal
LPA	Sistema Lipa
GUI	Distrito Nossa Senhora da Guia
AGU	Distrito Aguaçu
PT	PT Distrito Nova Esperança

MIGUEL PEREIRA	
Código	Descrição
MPE	Miguel Pereira - sede
CON	Conrado

PATY DO ALFERES	
Código	Descrição
COL	Sistema Colônia
ALE	Sistema Alexandra
BRA	Sistema Brasília
ENC	Sistema Encantadas

PATY DO ALFERES

Código	Descrição
PDA	Paty do Alferes - sede
AVE	Avelar

RIO DE JANEIRO

Código	Descrição
JAC	Jacarepaguá
OU	Outeiro
RN	Reunião
TAQ	Taquara
TX	Teixeiras

SANESSOL

Código	Descrição
ETA	ETA
VDS	Vale do Sol
SCL	Santa Cláudia
KAR	Karina
BIC	Bico
REG	Regissol
SPD	São Pedro
RAL	Recanto de Alá
RUI	Ruilândia
VIL	Village
TVI	Terra Vista
PDF	Parque das Flores
GPK	Golden Park
ALP	Alphaville

3

SUSTENTABILIDADE

3.1 INTRODUÇÃO

A busca por soluções sustentáveis e socialmente responsáveis é fundamental na condução de projetos de engenharia, especialmente na área do saneamento. Esta diretriz visa incorporar os princípios de sustentabilidade e ESG (Ambiental, Social e Governança) da companhia em todas as fases do ciclo de vida dos projetos de saneamento, assegurando a minimização de impactos negativos e a promoção de benefícios duradouros para a comunidade e o meio ambiente.

3.2 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL E SOCIAL

Antes do início de qualquer projeto, deverá ser conduzida uma análise detalhada de impacto ambiental e social. Isso inclui a identificação e a avaliação de possíveis impactos nos recursos naturais, nos ecossistemas locais e nas comunidades circunvizinhas e dos aspectos culturais relacionados. As conclusões dessa análise deverão orientar a tomada de decisões durante o desenvolvimento do projeto.

3.2.1 Ecossistema local

Deverão ser realizadas a identificação e a análise dos ecossistemas existentes nas áreas de influência do projeto. Adicionalmente, deverá ser avaliado o impacto nas espécies vegetais e nos animais locais, incluindo-se a flora e a fauna terrestres e aquáticas. Caso existam áreas de preservação envolvidas, medidas específicas para a sua proteção e conservação deverão ser propostas.

3.2.2 Recursos naturais

Será necessária uma avaliação detalhada do uso de recursos naturais, como água e solo, destacando-se qualquer alteração significativa no equilíbrio hídrico local. Estratégias para a preservação da qualidade da água e do solo, bem como para a minimização da pegada hídrica do projeto, deverão ser claramente delineadas.

3.2.3 Impactos sociais

Será importante a análise dos impactos sociais diretos e indiretos do projeto sobre as comunidades locais. Essa atividade deverá incluir a avaliação sobre possíveis deslocamentos de populações, mudanças na infraestrutura local, acesso a serviços básicos e potencial criação de oportunidades de emprego. Será crucial, também, que sejam levadas em consideração as perspectivas das comunidades afetadas, para que haja a incorporação de suas preocupações nas decisões do projeto.

3.2.4 Aspectos culturais

Deverão ser considerados os aspectos culturais e históricos da região, assegurando-se o respeito pela herança cultural local. Também terão de ser adotadas medidas para a proteção dos sítios arqueológicos, a preservação de patrimônios culturais e envolvimento das comunidades na preservação de elementos culturais significativos.

3.2.5 Riscos ambientais e desastres naturais

Outra iniciativa importante será a avaliação dos riscos ambientais associados ao projeto, incluindo-se a vulnerabilidade a desastres naturais, como enchentes e deslizamentos de terra. Estratégias de mitigação e planos de emergência deverão ser desenvolvidos, para que sejam minimizados os danos potenciais e haja a garantia da segurança das comunidades afetadas.

SELEÇÃO ESTRATÉGICA DE LOCALIZAÇÕES

Deverá ser priorizada a seleção de localizações que apresentem topografia favorável, como forma de amplificar os diversos benefícios ambientais. A escolha de áreas nas quais a movimentação de terra seja minimizada contribuirá para a preservação do solo e a redução do risco de erosão. Além disso, devem ser previstos planos de manutenção da cobertura vegetal natural, para o auxílio à proteção contra deslizamentos de terra e à conservação da biodiversidade local.

PRESERVAÇÃO DE ECOSISTEMAS SENSÍVEIS

Deverão ser evitadas áreas que abriguem ecossistemas sensíveis, como zonas úmidas e *habitats* naturais. A preservação dessas áreas contribuirá para a manutenção do equilíbrio ecológico, além de evitar impactos negativos sobre espécies nativas e ecossistemas críticos para a saúde ambiental.

REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES

A seleção cuidadosa de áreas propícias à topografia será fator importante na redução dos riscos de desastres naturais, como inundações e deslizamentos. Isso não apenas protegerá as infraestruturas do projeto, mas, também, minimizará a exposição de comunidades locais a situações de perigo, contribuindo para a segurança e a resiliência ambiental da região.

3.2.6 Ruídos nas unidades projetadas

Como parte integrante do planejamento das unidades projetadas, deverão ser realizados esforços para a minimização de ruídos. A realização de estudos de impacto acústico durante a fase de projeto, com a identificação das fontes potenciais de ruído e o desenvolvimento de estratégias para mitigar seus efeitos, promoverá uma abordagem preventiva e responsável em relação ao impacto sonoro.

LOCALIZAÇÃO ESTRATÉGICA DE EQUIPAMENTOS

Outra necessidade será o planejamento e a disposição estratégica de equipamentos e instalações nas unidades, de modo a se obter redução nos níveis de propagação de ruídos indesejados. Com o mesmo objetivo, posicionar fontes de potencial ruído, como bombas e compressores, considerando-se as barreiras naturais, as edificações e as áreas de absorção sonora, minimizará a transmissão do ruído para áreas sensíveis.

USO DE MATERIAIS ABSORVENTES DE SOM

Deverão ser incorporados materiais absorventes de som na construção das unidades. A seleção de materiais com propriedades acústicas adequadas contribuirá para a redução da reverberação e da propagação do som, melhorando a qualidade acústica interna e externa das instalações.

3.3 EFICIÊNCIA E INOVAÇÃO

Priorizar o uso eficiente de recursos naturais será de extrema importância para a execução dos projetos, que deverão ser desenhados de forma a otimizar o consumo de água, energia e materiais. A implementação de tecnologias inovadoras e práticas sustentáveis, como a reutilização de água e a utilização de fontes renováveis de energia, deverá ser considerada, sempre que possível.

3.3.1 Otimização do consumo de água

A otimização do consumo de água deverá ser uma prioridade central em projetos de engenharia de saneamento. tal iniciativa terá de incluir, por exemplo, a implementação de tecnologias avançadas de tratamento que possibilitem a reutilização de água tratada em diferentes estágios do processo. Estratégias para a captação de água da chuva e a recuperação de água de processos também deverão ser exploradas, para que haja redução da pressão de demanda sobre os recursos hídricos locais.

3.3.2 Perdas na rede de água

Também deverá ser dada preferência a abordagens que minimizem as perdas de água por vazamentos. Nesse processo, terão de ser considerados fatores como a expansão das redes, diâmetros, materiais utilizados, adoção de redes duplas de distribuição de água e outras características, incluindo-se as juntas em adutoras.

3.3.3 Utilização de fontes renováveis de energia

Será essencial, também, a incorporação de fontes de energia renovável, para que seja minimizada a pegada de carbono dos projetos de saneamento. A adoção de sistemas de geração de energia a partir de fontes como solar, eólica e hidrelétrica deverão ser consideradas sempre que possível.

Além disso, estratégias de eficiência energética, como a otimização de processos e a escolha de equipamentos com baixo consumo energético, contribuirão para a sustentabilidade do projeto.

3.3.4 Seleção de materiais sustentáveis

A escolha de materiais para a construção de infraestruturas de saneamento deverá ser pautada pela sustentabilidade. A priorização de materiais reciclados, de baixa emissão de carbono e com durabilidade comprovada contribuirá para a redução do impacto ambiental. Além disso, a utilização de tecnologias de construção sustentável, como a modularidade e a pré-fabricação, poderá otimizar o uso de materiais e reduzir desperdícios.

3.3.5 Eficiência energética

A eficiência energética é crucial para a sustentabilidade de projetos de saneamento. Por isso, implementar sistemas de monitoramento e controle para otimizar o consumo de energia ao longo do tempo, bem como a utilização de tecnologias inteligentes, poderá resultar em significativas economias e na redução da pegada de carbono associada às operações do sistema de saneamento.

SELEÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE ALTA EFICIÊNCIA

A escolha criteriosa de equipamentos com eficiência energética elevada é fundamental para reduzir o consumo de energia nos sistemas de saneamento. Assim, priorizar bombas, compressores, motores e outros dispositivos que atendam aos padrões de eficiência energética reconhecidos nacionalmente e internacionalmente contribuirá diretamente para a redução dos custos operacionais e a minimização do impacto ambiental.

Para a melhoria nas condições da eficiência energética, poderá ser prevista a modulação dos equipamentos, buscando-se outras faixas operacionais e, por consequência, gerando evolução positiva no rendimento.

Com relação à demanda de energia elétrica, deverá ser verificado o limite contratual para a não utilização da demanda de ultrapassagem. Preferencialmente, terá de ser contratada demanda inferior à potência nominal instalada no sistema, de modo que os acréscimos fiquem dentro do limite permitido pela concessionária de energia elétrica.

SISTEMAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE AUTOMATIZADO

A implementação de sistemas avançados de monitoramento e controle automatizado será crucial para a otimização do uso de energia ao longo do ciclo operacional do projeto. Sensores inteligentes e sistemas de automação poderão ajustar dinamicamente a potência e o funcionamento dos equipamentos, com base na demanda em tempo real, garantindo-se uma utilização eficiente de energia, sem desperdícios.

ESTRATÉGIAS DE PICO E VALE

Também deverá ser prioritário o desenvolvimento de estratégias específicas para se lidar com variações na demanda de energia. Sistemas de gerenciamento de “picos e vales” poderão ser implementados para equilibrar, eficientemente, o fornecimento de energia durante períodos de alta demanda, minimizando-se a demanda por sobrecapacidade constante, com redução do consumo global de energia.

OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS

Além da eficiência dos equipamentos, a otimização dos processos operacionais também desempenha papel importante na gestão eficiente de energia. Por isso, a análise e o aprimoramento contínuos dos procedimentos operacionais poderá resultar em ganhos significativos de eficiência, reduzindo-se o tempo de operação dos equipamentos e, conseqüentemente, o consumo de energia associado.

MANUTENÇÃO PREDITIVA

O desenvolvimento de práticas de manutenção preditiva (planos de manutenção) ajudará na minimização das falhas não planejadas nos equipamentos, maximizando-se sua vida útil e se garantindo operação, sempre, em condições ideais. Isso não apenas reduzirá os custos de reparo e substituição, mas, também, contribuirá para a eficiência energética no longo prazo, evitando-se, assim, o desperdício causado por equipamentos em mau estado.

PLANOS DE CONTINGÊNCIA

Deverão ser previstas medidas para a minimização de riscos de contaminação ambiental em casos de interrupção de fornecimento de energia elétrica e/ou de falhas eletromecânicas/operacionais em estações elevatórias e em ETEs.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA SUSTENTÁVEL

Também serão essenciais a pesquisa e a implementação de tecnologias inovadoras. A incorporação de práticas emergentes, como sistemas de tratamento avançado e tecnologias de gestão inteligente, irá aprimorar a eficiência operacional.

3.3.6 Definição de rotas tecnológicas

Será fundamental para a sustentabilidade, também, a priorização da concepção de sistemas de tratamento que resultem em uma menor quantidade de resíduos. Isso deverá envolver a seleção cuidadosa de processos e tecnologias que minimizem a produção de subprodutos indesejados, com redução da carga ambiental e simplificação da gestão dos resíduos gerados.

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS

Outra ação importante será a incorporação de estratégias para o reaproveitamento dos resíduos gerados durante o processo de tratamento. Uma delas será a identificação de subprodutos que possam ser reintegrados em outros processos produtivos, entre elas a utilização, na agricultura (como fertilizante), de lodo de estações de tratamento.

TRATAMENTO AVANÇADO PARA RESÍDUOS ESPECÍFICOS

Sempre que for possível, a prioridade deverá ser a escolha de tecnologias de tratamento avançado direcionadas a resíduos específicos. Tal iniciativa possibilitará um controle mais eficaz sobre a natureza e a quantidade de subprodutos, possibilitando-se a implementação de processos de recuperação e reciclagem direcionados, com redução da necessidade de descarte em aterros sanitários.

3.4 GESTÃO RESPONSÁVEL DE RESÍDUOS

A gestão adequada de resíduos é parte intrínseca da sustentabilidade. Por isso, os projetos deverão incorporar sistemas eficazes de coleta, tratamento e disposição final de resíduos, promovendo-se, assim, a minimização de impactos ambientais, com respeito às regulamentações locais.

3.4.1 Coleta e separação adequada

Deverão ser estabelecidos sistemas eficientes de coleta e separação de resíduos. Isso significará que cada tipo de resíduo será tratado de acordo com sua natureza, com atenção especial aos materiais perigosos. Essa abordagem reduzirá a contaminação ambiental, e possibilitará a reciclagem ou o tratamento adequado.

3.4.2 Tratamento sustentável

A implementação de tecnologias avançadas de tratamento de resíduos é essencial. Dessa forma, processos que visam à reciclagem, à compostagem e ao tratamento biológico deverão ser preferenciais, tendo como consequências potenciais a minimização do impacto ambiental e a promoção da economia circular. O descarte final deverá seguir padrões rigorosos que garantam a segurança ambiental e da saúde pública.

3.4.3 Adoção sustentável de produtos químicos

Deverá ser prioritária a escolha consciente de produtos químicos acondicionados de maneira a reduzir a geração de resíduos. Isso significa, por exemplo, ser priorizado o uso de embalagens sustentáveis, com design que minimize desperdícios e promova a reciclagem, contribuindo, assim, para a redução da pegada ambiental associada aos produtos químicos utilizados nos processos de saneamento.

AVALIAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS

Como possibilidade importante, deverá ser analisada a viabilidade da adoção de produtos químicos menos agressivos ao meio ambiente. A opção por substâncias químicas de menor impacto na qualidade da água, no solo e na fauna local será fundamental para a mitigação dos efeitos adversos associados ao uso de produtos químicos em processos de tratamento, garantindo-se, com isso, uma gestão mais sustentável dos resíduos gerados.

ALTERNATIVAS DE PRODUTOS QUÍMICOS ECOEFICIENTES:

Sempre que for viável, deverão ser exploradas alternativas de produtos químicos ecoeficientes, e que tenham propriedades mais amigáveis ao meio ambiente. Esses produtos poderão não apenas desempenhar suas funções específicas nos processos de saneamento, mas, também, minimizar a formação de subprodutos indesejados.

3.5 CONFORMIDADE COM PADRÕES E NORMAS

Outra obrigatoriedade será a garantia da conformidade das práticas com padrões ambientais, sociais e de governança (locais e internacionais) e demais diretrizes da Iguá Saneamento. Os engenheiros deverão estar cientes das legislações pertinentes e trabalhar em estreita colaboração com as autoridades reguladoras, para que seja garantida a aderência aos requisitos legais.

3.6 DOCUMENTAÇÃO E TRANSPARÊNCIA

Será imprescindível que sejam mantidos registros detalhados de todas as decisões e ações relacionadas à sustentabilidade e práticas ESG. Além disso, deverá ser promovida a transparência, por meio da produção de relatórios periódicos e de comunicações claras às partes interessadas.



4

AUTOMAÇÃO, TELEGESTÃO, TELEMETRIA E ELÉTRICA DAS ESTAÇÕES

4.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir os critérios técnicos mínimos a serem seguidos nos projetos de automação e de telegestão das instalações da Iguá Saneamento. Os tópicos a seguir servirão de balizamento para as futuras implementações de automação e telegestão.

4.2 REFERÊNCIAS

- Módulo 8 – PRODIST – Qualidade da energia elétrica.
- IEC61131-2 – Padrão internacional para CLPs (parte 2).
- IEC 61131-3 – Padrão internacional para CLPs (parte 3).

4.3 ÁREAS ENVOLVIDAS

- CAPEX e Operacional/Manutenção Eletromecânica.

4.4 ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES

As equipes de CAPEX das operações serão responsáveis por compartilhar o documento com os fornecedores que realizarão trabalhos desse segmento. As diretrizes deverão ser seguidas nos novos projetos de elétrica e automação e nas adequações de sistemas existentes pelas equipes de Manutenção Eletromecânica ou por terceiros.

4.5 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

4.5.1 Definições e critérios iniciais

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP)

GERAL

Os CLPs são os controladores eletrônicos industriais que contêm a programação necessária, sendo responsáveis, também, no caso da Iguá Saneamento, pelo controle e pelo monitoramento dos processos de bombeamento, tratamento de água e esgoto e telemetria. Fazem ainda conexão com os *softwares* SCADA, localizados nos CCOs. Os CLPs deverão ser adotados conforme os critérios deste documento, independentemente da aplicação – estações de tratamento, estações de bombeamento ou estações de telemetria.

Observações

Não serão aceitas soluções com o emprego de CLPs, *modem-CLPs*, *modem-I/O*, remotas e dispositivos eletrônicos proprietários (nos quais apenas o fornecedor tem acesso à programação) ou que necessitem de pagamentos para uso ou licenciamento e/ou suporte técnico (por exemplo). Deverão ser adotados CLPs normatizados, certificados, de produção seriada e de mercado, com acesso irrestrito à programação.

DIMENSIONAMENTO DOS CLPS

Os CLPs serão dimensionados a partir dos mapas de I/O (mapas de entradas e saídas) levantados em projetos e/ou em campo. Conforme a quantidade de sinais de I/O levantados e previstos, será possível se determinar o tamanho dos CLPs e suas especificações.

O dimensionamento dos CLPs é, basicamente, determinado pelo número de entradas e saídas lógicas. Mas, além desses parâmetros, deverão ser consideradas as seguintes características e especificações para os CLPs:

- Capacidade de processamento da CPU.
- Capacidade de memória para programação.
- Linguagem de programação *ladder*.
- Protocolos de comunicação disponíveis.
- Capacidade das portas físicas de comunicação.
- Capacidade dos canais simultâneos de comunicação.
- Número e tipo de entradas digitais.
- Número e tipo de saídas digitais.
- Número e tipo de entradas analógicas.
- Número e tipo de saídas analógicas.
- Arquitetura modular e expansibilidade.
- Capacidade de operação com sistema de supervisão SCADA.
- Alteração do programa *on-line* etc.

Deverá ser também considerada a opção de flexibilidade operacional e de manutenção. Por exemplo: um mesmo equipamento reserva poderá servir em qualquer estação. Para isso, bastará que ele seja trocado e configurado para a nova situação, gerando, inclusive, menos peças sobressalentes em estoque. Será importante que cada unidade mantenha uma quantidade de equipamentos sobressalentes proporcional ao parque a ser instalado. Ou que seja firmado um contrato de manutenção com empresa idônea e apta na área.

Todas as estações deverão ter um CLP. A diferenciação se dará pela capacidade, conforme a quantidade de I/O, de processamento, de memória e de comunicação. Os CLPs serão interligados por rede lógica de dados do tipo Ethernet TCP/IP, por meio de uma rede de automação/telegestão.

ESPECIFICAÇÕES DOS CLPS

Geral

A seguir, os requisitos mínimos para os CLPs:

- O CLP deverá ser inteiramente em estado sólido, apresentando concepção modular.
- Os cartões deverão ser do tipo *plug-in* e providos de intertravamento mecânico que impeça a inserção errônea e de dispositivos que facilitem a sua extração.

- Cada cartão deverá ter pontos de testes e indicadores luminosos do estado de funcionamento. Será desejável que as expansões necessárias se deem por meio da colocação de módulos adicionais (sem haver necessidade de troca ou modificação do *hardware* instalado).
- Cada módulo de entrada/saída deverá ser identificado por inscrição localizada no respectivo borne. A inscrição deverá ter, pelo menos, o número do ponto de entrada/saída associado.
- Com a finalidade de maximizar a confiabilidade, os equipamentos do CLP deverão atender às seguintes especificações:
 - Ter circuitos impressos tratados de modo a evitar o aparecimento de fungos ou danos pela umidade (tropicalização).
 - Ter placas de circuito impresso de alta densidade.
 - Cada módulo deverá ter conectores do tipo encaixe (*plug-in*) com parafusos ou grampos de fixação ao bastidor.
 - Na fase de fabricação, os circuitos deverão passar por processo de envelhecimento.
 - A concepção dos circuitos deverá prevenir que a falha num determinado cartão de circuito impresso se propague ou induza outra modalidade de falha nos demais cartões.
 - O projeto de instalação do CLP deverá prever aterramento adequado para proteção contra efeitos de descargas elétricas estáticas.
- Com o objetivo de fornecer os procedimentos de manutenção, o CLP deverá incorporar:
 - Placas mestres para interligação das placas de circuito impresso dos módulos.
 - Sistema de autodiagnóstico, com execução periódica e automática.
 - Sinalização de falhas nos cartões de circuito impresso.
 - Pontos de testes e de ajuste internos claramente identificados e de fácil acesso.
 - Método de distinção entre os cartões, de forma a se evitar sua instalação em posição indevida no bastidor ou no *rack*.
 - Os cartões deverão ser montados em trilhos padrão DIN também como opção adicional.
- Em caso de falta de energia, a CPU deverá manter toda a programação interna (*software* operacional e do usuário), sem haver a necessidade de recarregamento do programa via *pendrive* ou qualquer outra facilidade física externa à CPU, além de desenergizar todas as saídas (com a abertura dos circuitos de saída). O *software* operacional deverá ser mantido por tempo indeterminado. Já o *software* do usuário deverá ser mantido por, pelo menos, 48 h.
- O CLP deverá trabalhar em regime contínuo e em ambiente industrial, devendo apresentar elevadas *performance*, confiabilidade e disponibilidade.
- Os processadores de comunicação deverão possuir recursos para a detecção de falhas na comunicação por meio dos *drivers* incorporados a eles. Rotinas de detecção e correção, como *check* de paridade e medição de nível de pulso, deverão ser programados, o que possibilitará a geração de sinal para alarme no caso de falha.

- Deverá possuir opções de módulos ou interfaces de comunicação com portas Ethernet RJ-45 (Modbus TCP-IP), portas RS-485 (Modbus), porta para programação e comunicação e opção de uma porta RS-232C adicional para comunicação (Modbus RTU). O fornecedor deverá propor opções de composição do CLP em relação ao quesito comunicação. A aprovação final será responsabilidade da unidade.
- Possibilidade de efetuar alterações *on-line*, sem haver a necessidade de interrupção da execução do programa.
- Características construtivas:
 - Temperatura de operação: 0~40°C
 - Umidade: 20% a 90% (sem condensação).
 - Relógio-calendário com ano, mês, dia, dia da semana, hora, minuto e segundo (informações acessíveis ao programa aplicativo).
 - Circuito de *watch dog*.
 - Porta de comunicação Ethernet – RJ-45 integrada.

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DOS CLPS

CLP TIPO 1 (M241)	
Aplicação: Estações Elevatórias e de Tratamento de Água e de Esgoto	
Forma construtiva:	Modular
Fixação no painel:	Trilho DIN
Grau de proteção:	IP-20
Temperatura de operação:	-10°C a 55°C (conforme IEC61131-2 part 2)
Umidade relativa:	5% a 95%
Alimentação:	24Vcc ou 100~240Vca
Tipo dos conectores:	Extraíveis
LEDs sinalizadores de estado:	Mínimos: RUN, falha, comunicação, entradas e saídas
Conector das portas de comunicação:	Frontais
Opção de <i>switch</i> incorporado ao CLP:	Sim (4 portas)
Número máximo de I/O digitais:	264
Número máximo de I/O analógicas:	114
Memória retentiva do tipo <i>flash</i>:	128 MB (capacidade mínima)
Memória RAM:	64 MB (capacidade mínima)
Porta de programação:	USB e/ou Ethernet
Portas de comunicação na CPU:	Ethernet
Processador:	Dual Core
Entrada para cartão:	Tipo SD
Tempo de varredura por instrução booleana:	22 ns (mínimo)

- Funções incorporadas mínimas:
 - Controladores PID.
 - Relógio de tempo real (RTC).
 - *Firewall*.
 - Protocolo OPC UA Server.
 - Protocolo SNMP versão MIB2.
 - Protocolo FTP cliente e servidor.
 - Protocolo Modbus/TCP.
 - Protocolo Modbus/RTU.
 - Protocolo Ethernet/IP.
 - Protocolo DHCP.
 - Protocolo MQTT.
 - Cliente SQL.
 - Criação de telas via servidor de *web* incorporado.
- Possibilidade de possuir remotas com os mesmos cartões de entrada e saída.
- Atualização de *firmware* via porta Ethernet e/ou USB.
- Atualização de *firmware* via porta Ethernet.
- Linguagens de programação nativas ao CLP:
 - *Ladder*.
 - Grafcet ou Sequence Language (SFC).
 - Function Block Language (FBD).
 - Instruction List (IL).
 - Structured Text (ST).
 - *Double precision float 64 bits* (IEEE 754-1985).
 - Norma IEC 61131-3 com as linguagens de programação acima.
 - Simulador do programa do CLP.
 - Emulador de *hardware*.
 - Emulador de comunicação do CLP com SCADA.
- Operações mínimas nativas ao CLP:
 - Blocos controladores PID.
 - Relógio de tempo real (RTC).
 - Blocos temporizadores.
 - Blocos contadores.
 - Canais de contagem rápida: 08 – 200kHz (mínimo).
 - Função PWM.
 - Possibilidade de comunicação em rede (troca de dados) com outros CLPs via macros que foram pré-configuradas em Modbus e/ou Ethernet.
 - Operações matemáticas, trigonométricas, de comparação e booleanas.
 - Operação com ponto flutuante.

- Operações matemáticas, trigonométricas, de comparação e booleanas.
- Operação com Double Word (32 bits).
- Capacidade de utilização *on-line* com *software* supervisor SCADA.
- Monitoramento *on-line* do programa com indicação visual clara do *status* das variáveis.
- Autodiagnóstico dos subsistemas.
- Configuração de senhas.
- Configuração de rede de comunicação no mesmo *software* de configuração/ programação do CLP.
- Ferramenta de programação do *software* OPC DA incorporado.
- Ferramenta de programação do CLP com função de programação da IHM incorporada.
- Criação de comentários de instrução e de linha.
- *Software* de programação em português (mínimo) e inglês.

CLP TIPO 2 (M251)

Aplicação: Estações Elevatórias e de Tratamento de Água e de Esgoto

Forma construtiva:	Modular
Fixação no painel:	Trilho DIN
Grau de proteção:	IP-20
Temperatura de operação:	-10°C a 55°C (conforme IEC61131-2 part 2)
Umidade relativa:	5% a 95%
Alimentação:	24Vcc ou 100~240Vca
Tipo dos conectores:	Extraíveis
LEDs sinalizadores de estado:	Mínimos: RUN, falha, comunicação, entradas e saídas
Conector das portas de comunicação:	Frontais
Opção de <i>switch</i> incorporado ao CLP:	Sim (4 portas)
Número máximo de I/O digitais:	264
Número máximo de I/O analógicas:	114
Memória retentiva do tipo <i>flash</i>:	128 MB (capacidade mínima)
Memória RAM:	64 MB (capacidade mínima)
Porta de programação:	USB e/ou Ethernet
Portas de comunicação na CPU:	03 Ethernet – 01 RS 485
Processador:	Dual Core
Entrada para cartão:	Tipo SD
Tempo de varredura por instrução booleana:	22 ns (mínimo)

- Funções incorporadas mínimas:
 - Controladores PID.
 - Relógio de tempo real (RTC).
 - *Firewall*.

- Protocolo OPC UA Server.
- Protocolo SNMP versão MIB2.
- Protocolo FTP cliente e servidor.
- Protocolo Modbus/TCP.
- Protocolo Modbus/RTU.
- Protocolo Ethernet/IP.
- Protocolo DHCP.
- Protocolo MQTT.
- Cliente SQL.
- Criação de telas via servidor de *web* incorporado.
- Possibilidade de possuir remotas com os mesmos cartões de entrada e saída.
- Atualização de *firmware* via porta Ethernet e/ou USB.
- Atualização de *firmware* via porta Ethernet.
- Linguagens de programação nativas ao CLP:
 - *Ladder*.
 - Grafcet ou Sequence Language (SFC).
 - Function Block Language (FBD).
 - Instruction List (IL).
 - Structured Text (ST).
 - *Double precision float 64 bits* (IEEE 754-1985).
 - Norma IEC 61131-3 com as linguagens de programação apresentadas acima.
 - Simulador do programa do CLP.
 - Emulador de *hardware*.
 - Emulador de comunicação do CLP com SCADA.
- Operações mínimas nativas ao CLP:
 - Blocos controladores PID.
 - Relógio de tempo real (RTC).
 - Blocos temporizadores.
 - Blocos contadores.
 - Canais de contagem rápida: 08 – 200kHz (mínimo.)
 - Função PWM.
 - Possibilidade de comunicação em rede (troca de dados) com outros CLPs via macros pré-configuradas em Modbus e/ou Ethernet.
 - Operações matemáticas, trigonométricas, de comparação e booleanas.
 - Operação com ponto flutuante.
 - Operações matemáticas, trigonométricas, de comparação e booleanas.
 - Operação com Double word (32 bits).
 - Capacidade de utilização *on-line* com *software* supervisor SCADA.

- Monitoramento *on-line* do programa com a indicação visual clara do *status* das variáveis.
- Autodiagnóstico dos subsistemas.
- Configuração de senhas.
- Configuração de rede de comunicação no mesmo *software* de configuração/programação do CLP.
- Ferramenta de programação do *software* OPC DA incorporado.
- Ferramenta de programação do CLP com função de programação da IHM incorporada.
- Criação de comentários de instrução e de linha.
- *Software* de programação em português (mínimo) e inglês.

CLP TIPO 3 (M221)

Aplicação: Telemetria e Estações Elevatórias de Água e de Esgoto

Forma construtiva:	Modular
Fixação no painel:	Trilho DIN
Grau de proteção:	IP-20
Temperatura de operação:	-10°C a 55°C (conforme IEC61131-2 part 2)
Umidade relativa:	10% a 95%
Alimentação:	24Vcc ou 100~240Vca
Tipo dos conectores:	Extraíveis
LEDs sinalizadores de estado:	Mínimos: RUN, falha, comunicação, entradas e saídas
Conector das portas de comunicação:	Frontais
Opção de <i>switch</i> incorporado ao CLP:	Sim (4 portas)
Número máximo de I/O digitais:	488
Número máximo de I/O analógicas:	114
Memória retentiva do tipo <i>flash</i>:	2 MB (capacidade mínima)
Memória RAM:	640 kB (capacidade mínima)
Porta de programação:	USB e/ou Ethernet
Portas de comunicação na CPU:	01 Ethernet – 02 RS 485
Processador:	Dual Core
Entrada para cartão:	Tipo SD
Tempo de varredura por instrução booleana:	22 µs (mínimo)

- Funções incorporadas mínimas:
 - Protocolo Modbus/TCP.
 - Protocolo Modbus/RTU.
 - Protocolo Ethernet/IP.
 - Criação de telas via servidor de *web* incorporado.
- Programação *on-line* via porta Ethernet e/ou USB
- Atualização de *firmware* via porta Ethernet.

- Linguagens de programação nativas ao CLP.
 - *Ladder*.
 - Graficet ou Sequence Language (SFC).
 - Function Block Language (FBD).
 - Instruction List (IL).
 - Structured Text (ST).
 - *Double precision float 64 bits* (IEEE 754-1985).
 - Norma IEC 61131-3 com as linguagens de programação apresentadas acima.
 - Simulador do programa do CLP.
 - Emulador de *hardware*.
 - Emulador de comunicação do CLP com SCADA.
- Operações mínimas nativas ao CLP:
 - Blocos controladores PID.
 - Relógio de tempo real (RTC).
 - Blocos temporizadores.
 - Blocos contadores.
 - Canais de contagem rápida: 08 – 200kHz (mínimo).
 - Função PWM.
 - Possibilidade de comunicação em rede (troca de dados) com outros CLPs via macros pré-configuradas em Modbus e/ou Ethernet.
 - Operações matemáticas, trigonométricas, de comparação e booleanas.
 - Operação com ponto flutuante.
 - Operações matemáticas, trigonométricas, de comparação e booleanas.
 - Operação com Double Word (32 bits).
 - Capacidade de utilização *on-line* com *software* supervisor SCADA.
 - Monitoramento *on-line* do programa com indicação visual clara dos *status* das variáveis.
 - Autodiagnóstico dos subsistemas.
 - Configuração de senhas.
 - Configuração de rede de comunicação no mesmo *software* de configuração/ programação do CLP.
 - Ferramenta de programação do *software* OPC DA incorporado.
 - Ferramenta de programação do CLP com função de programação da IHM incorporada.
 - Criação de comentários de instrução e de linha.
 - *Software* de programação em português (mínimo) e inglês.

CLP TIPO 4 (M580)

Aplicação: ETAs e ETEs

Forma construtiva:	Modular
Fixação no painel:	Rack próprio com possibilidade de expansão
Temperatura de operação:	0°C a 60°C (conforme IEC61131-2)
Alimentação:	24Vcc ou 100~240Vca
Tipo dos conectores:	Extraíveis
LEDs sinalizadores de estado:	Mínimos: run, falha, comunicação, entradas e saídas
Conector das portas de comunicação:	Frontais
Opção de <i>switch</i> incorporado ao CLP:	Sim (04 portas)
Número máximo de I/O digitais:	1024
Número máximo de I/O analógicas:	256
Memória para programação:	4 MB (capacidade mínima)
Expansão de memória:	4 MB (capacidade mínima)
Porta de programação:	USB e/ou Ethernet
Tempo típico de varredura:	10 k instruções/ms (mínimo)
Portas de comunicação na CPU:	03 Ethernet
Porta de programação:	USB e/ou Ethernet

- Instruções básicas sobre funções incorporadas mínimas (nativas):
 - Controladores PID.
 - Relógio de tempo real (RTC).
 - Protocolo Modbus/TCP.
 - Protocolo Modbus/RTU.
 - Protocolo Ethernet/IP.
 - *Firewall*.
 - Protocolo SNMP versão MIB2.
 - Protocolo FTP cliente e servidor.
 - Protocolo DHCP.
 - Protocolo MQTT.
 - Cliente SQL.
 - Criação de telas via servidor de *web* incorporado.
 - Alteração de *hardware on-line*.
 - Troca de módulos a quente.
 - *Upload* de lógica, variáveis e comentários sem a necessidade de aplicativo de programação.
 - Programação e alteração de programas *on-line*.
 - Atualização de *firmware* via porta Ethernet e/ou USB.

- Funções de comunicação com a possibilidade de agregação por módulos (não serão aceitas soluções de uso de *gateways*):
 - Profibus-DP.
 - HART.
 - OPC.
 - IEC61850.
 - DNP3.
 - IEC 60870-5-104.
 - Módulo de comunicação com função IP Forwarding realizando a segregação da rede de supervisão da rede de campo.
 - Linguagens de Programação Nativas ao CLP.
 - *Ladder*.
 - Grafcet ou Sequence Language (SFC).
 - Function Block Language (FBD).
 - Instruction List (IL).
 - Structured Text (ST).
 - *Double precision float 64 bits* (IEEE 754-1985).
 - Norma IEC 61131-3 com as linguagens de programação acima.
 - Simulador do programa do CLP no *software* de programação do CLP.
 - Emulador de *hardware*.
 - Emulador de comunicação do CLP com SCADA.
 - Simulador gráfico dos I/Os.
 - Gráfico das variáveis.
- Operações mínimas nativas ao CLP:
 - Blocos controladores PID.
 - Relógio de tempo real (RTC).
 - Blocos temporizadores.
 - Blocos contadores.
 - Canais de contagem rápida.
 - Função PWM.
 - Possibilidade de comunicação em rede (troca de dados) com outros CLPs via macros pré-configuradas em Modbus e/ou Ethernet.
 - Possibilidade de utilização de remotas de I/O (com ou sem CPUs) via macros ou funções nativas em - Modbus e/ou Ethernet e/ou rede de comunicação própria do CLP.
 - Operações matemáticas, trigonométricas, de comparação e booleanas.
 - Operação com ponto flutuante.
 - Operação com Double Word (32 bits).
 - Capacidade de utilização *on-line* com *software* supervisor SCADA.
 - Monitoramento *on-line* do programa com indicação visual clara do *status* das variáveis.

- Autodiagnóstico dos subsistemas.
- Configuração de senhas.
- Configuração de rede de comunicação no mesmo *software* de configuração/ programação do CLP.
- Ferramenta de programação do *software* OPC DA incorporado.
- Ferramenta de programação do CLP com função de programação da IHM incorporada.
- Criação de comentários de instrução e de linha.
- *Software* de programação em português (mínimo) e inglês.
- Endereçamento com memórias não alocadas.
- Número ilimitado de instâncias de blocos de funções.
- Possibilidade de sobrescrever valores de I/O com indicação clara das variáveis forçadas.
- Instruções de manipulação de palavras e *bits*.
- Instruções de controle.
- Certificações necessárias:
 - IEC/EN 61000-4-2 – Descargas eletrostáticas.
 - EC/EN 61000-4-4 – Imunidade a transientes rápidos.
 - IEC/EN 61000-4-5 – Surtos.
 - IEC/EN 60068-2-6 – Imunidade a vibração com equipamento energizado.
 - IEC 61131-3 – Programação e estruturação de variáveis.
 - IEC/EN 60721-3-3 class 3C4, ISA S71.04 classes G1 to Gx e IEC/EN 60068-2-52 – Resistência a ambientes agressivos e gases químicos. Em especial: dióxido de enxofre, sulfeto de hidrogênio, cloro, amônia, ozônio e dióxido de nitrogênio.
- Observações gerais:
 - As fontes de alimentação (módulos de *power supply*) deverão ser em 24Vcc.
 - As IHMs, se existirem, deverão ser conectadas apenas na porta de serviço da CPU do CLP.
 - A porta de serviço dos módulos BMENOC0321 não deverá ser utilizada. Serão reservadas para a conexão de um *notebook* para programação e manutenção.
 - Todos os cartões de entrada e de saída digitais deverão ser padronizados com 32 canais.
 - Todos os cartões de entrada e de saída analógicas deverão ser padronizados com 8 canais.
 - Todos os *racks* deverão ser padronizados com 12 *slots* (código: BMEXBP1200).
 - Todas as CPUs deverão ser padronizadas com código BMEP5820XX.
 - Todas as fontes de alimentação do CLP deverão ser padronizadas com o código BMXCPS4022.
 - Cada *rack* deverá ter, no mínimo, um *slot* vazio.

Para aplicações sucintas, com o monitoramento de poucas variáveis, como em poços e *boosters* simplificados, poderá ser aceito o relé programável (fabricantes Schneider e Zélio Logic), desde que tal definição seja previamente aprovada pela Iguá Saneamento nas fases aplicáveis.

PADRÕES DE PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO

Este tópico refere-se aos protocolos de comunicação para as seguintes situações:

- Entre CLPs.
- Entre CLPs das estações e telemetria com o SCADA.
- Entre os servidores SCADA.
- Entre CLPs e acionamentos (partidas de motores), equipamentos (instrumentação, centrífugas, roscas desaguadoras, preparadores de polímeros, relés de proteção, medidores de grandezas, IHMs etc.)

O protocolo de comunicação foi escolhido conforme os seguintes critérios:

- Facilidade de configuração e programação.
- Interligação completa com qualquer sistema supervisor SCADA.
- Comprovado reconhecimento e disseminação de mercado.
- Tecnologia de domínio público sem a necessidade de pagamento de licenças e/ou *royalties*.
- Disponibilidade de acessórios de comunicação para automação.
- Possibilidade de encapsulamento via redes Ethernet/TCP-IP.
- Protocolo de comunicação nativo do CLP.

Tudo isso terá como objetivo gerar facilidade e flexibilidade operacional para as unidades. Dessa forma, o protocolo de comunicação será o Modbus e/ou Modbus-IP (ou Ethernet/Modbus). Preferencialmente, deverá ser empregado o protocolo Modbus-IP (Ethernet/Modbus), para que haja conciliação com a especificação da comunicação da rede de automação/telegestão (definidas em Ethernet).

O protocolo Ethernet possibilitará, entre outras coisas, que outros protocolos (neste caso, o Modbus) sejam transportados pela rede e integralmente encaminhados aos seus respectivos destinos sem dificuldades ou alterações. É o denominado encapsulamento.

Logo, o protocolo de comunicação dos CLPs (Ethernet/Modbus) será transportado (encapsulado) pela rede de automação até o respectivo CCO, onde estará localizado o *software* SCADA.

PADRÃO DE SINAIS ANALÓGICOS DE ENTRADA E SAÍDA DOS CLPS

O padrão para os sinais analógicos de entrada e saída dos CLPs está padronizado conforme os seguintes critérios:

- Padronização de mercado e de norma.
- Interligação completa com qualquer equipamento e instrumentação de mercado.

- Comprovado reconhecimento e disseminação de mercado.
- Tecnologia de domínio público sem necessidade de pagamento de licenças e/ou *royalties*.
- Disponibilidade de acessórios de manutenção, ajustes e calibração.
- Possibilidade de comunicação no protocolo Hart.
- Padrão de sinal nativo das placas do CLP.

Dessa forma, foi adotada a especificação do padrão para os sinais analógicos o padrão 4~20mA.

Muito difundido no mercado, esse tipo de sinal é o padrão de diversos equipamentos de automação e de instrumentação (exemplos: transmissores de pressão, inversores e transmissores de vazão).

Atualmente, vários instrumentos e equipamentos têm protocolos de comunicação em rede, como o Modbus e o Ethernet/Modbus.

Tendo em vista a quantidade de equipamentos por estação de bombeamento (que é relativamente pequena), talvez, não se justificará a utilização de protocolos de comunicação para a instrumentação.

Mas, eles poderão (e deverão) ser considerados no projeto. Para os transmissores de vazão, por exemplo, para leitura de volume acumulado (em m³), obrigatoriamente, deverá ser utilizado, no mínimo, o protocolo RS-485/Modbus. Isso, inclusive, deverá ser previsto nos transmissores de vazão.

Porém, se, no futuro existir a necessidade de implementação de redes de comunicação com a instrumentação e os equipamentos, os CLPs especificados deverão ter funções de comunicação. Preferencialmente, elas deverão ser previstas em cartões do CLP específicos para isto. Em aplicações menores, as portas de comunicações poderão ser integradas à CPU do CLP, desde que tenham possibilidade de expansão com mais cartões.

SINAIS DE I/O

Sinais de I/O ou E/S (Entradas e Saídas) são todos os sinais elétricos recebidos e/ou enviados dos processos a serem controlados e/ou monitorados. Poderão ser informações elétricas vindas do campo (painéis, equipamentos, instrumentos, atuadores etc.) ou comandos elétricos enviados para o campo, nesse caso, aos equipamentos (bombas, inversores, *soft-starters* etc.)

Deverão ser levantados todos os sinais de I/O necessários para que a automação seja viabilizada. Também deverão ser consideradas previsões para instalações e/ou ampliações futuras.

Todos os sinais de I/O levantados e previstos estarão intrinsecamente relacionados ao dimensionamento dos CLPs de cada estação e localidade (pontos de telemetria), das estações de tratamento ou dos equipamentos.

A seguir, os principais sinais de I/Os típicos:

RESERVATÓRIOS OU POÇOS DE SUCÇÃO		
Sinal:	Tipo I/O:	Origem:
Nível "Muito Alto"	Entrada digital	Chave de nível
Nível "Muito Baixo"	Entrada digital	Chave de nível
Nível	Entrada analógica (4~20mA)	Transmissor de nível

BOMBAS – PARTIDA DIRETA		
Sinal:	Tipo I/O:	Origem:
Status da bomba	Entrada digital	Circuito de comando
Seletora "Manual – 0 – Automático"	Entrada digital	Circuito de comando
Falha(s)	Entrada(s) digital(is)	Circuito de comando
Comando "Liga" em automático	Saída digital	CLP

BOMBAS – PARTIDA SOFT-STARTER		
Sinal:	Tipo I/O:	Origem:
Status da bomba	Entrada digital	Circuito de comando
Seletora "Manual – 0 – Automático"	Entrada digital	Circuito de comando
Falha(s)	Entrada(s) digital(is)	Circuito de comando
Fim de partida da <i>soft-starter</i>	Entrada digital	Circuito de comando
Comando "Liga" em automático	Saída digital	CLP

LINHAS DE RECALQUE DE BOMBAS OU PONTOS DE TELEMETRIA		
Sinal:	Tipo I/O:	Origem:
Pressão	Entrada analógica	Transmissor de pressão
Vazão + Volume acumulado em m ³	Comunicação RS-485/Modbus	Transmissor de vazão

LINHAS DE SUCÇÃO DE BOMBAS DE BOOSTERS – ÁGUA		
Sinal:	Tipo I/O:	Origem:
Pressão	Entrada digital	Pressostato
Pressão	Entrada analógica	Transmissor de pressão

BOMBAS – INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Sinal:	Tipo I/O:	Origem:
Status da bomba	Entrada digital	Circuito de comando
Seletora “Manual – 0 – Automático”	Entrada digital	Circuito de comando
Falha(s)	Entrada(s) digital(is)	Circuito de comando
Velocidade do motor (em %) e demais variáveis do motor (corrente, rotação, torque etc.)	Entrada analógica ou via rede de comunicação a definir (RS-485/Modbus ou Ethernet/Modbus)	Inversor de frequência → CLP
Comando “Liga” em automático	Saída digital	CLP
Referência de velocidade	Saída analógica (4~20mA) ou via rede de comunicação a definir (RS-485/Modbus ou Ethernet/Modbus)	CLP → Inversor

BOMBAS DOSADORAS DE QUÍMICOS

Sinal:	Tipo I/O:	Origem:
Status da bomba	Entrada digital	Circuito de comando
Seletora “Manual – 0 – Automático”	Entrada digital	Circuito de comando
Falha	Entrada digital	Circuito de comando
Comando “Liga” em automático	Saída digital	CLP
Velocidade do motor (em %) e demais variáveis do motor (corrente, rotação, torque etc.)	Entrada analógica ou via rede de comunicação a definir (RS-485/Modbus ou Ethernet/Modbus)	Inversor de frequência → CLP
Referência de velocidade	Saída analógica (4~20mA) ou via rede de comunicação a definir (RS-485/Modbus ou Ethernet/Modbus)	CLP → Inversor

ATUADORES ELÉTRICOS VÁLVULAS E COMPORTAS – TIPO ON-OFF

Sinal:	Tipo I/O:	Origem:
Status aberto	Entrada digital ¹	Atuador
Status fechado	Entrada digital ¹	Atuador
Seletora “Manual – 0 – Automático”	Entrada digital ¹	Atuador
Falha(s)	Entrada(s) digital(is) ¹	Atuador
Posição de abertura (em %)	Entrada analógica ¹	Atuador → CLP
Comando “Abre” em automático	Saída digital ¹	CLP
Comando “Fecha” em automático	Saída digital ¹	CLP

¹ Dependendo da quantidade e da distribuição física dos atuadores, poderá ser empregada a comunicação RS-485/Modbus ou Ethernet/Modbus.

ATUADORES ELÉTRICOS VÁLVULAS E COMPORTAS – TIPO MODULANTE		
Sinal:	Tipo I/O:	Origem:
Status aberto	Entrada digital ²	Atuador
Status fechado	Entrada digital ²	Atuador
Seletora Manual / 0 / Automático	Entrada digital ²	Atuador
Falha(s)	Entrada(s) digital(is) ²	Atuador
Posição de abertura (em %)	Entrada analógica ²	Atuador
Comando de posição (em %)	Saída analógica ²	CLP → Atuador

² Dependendo da quantidade e da distribuição física dos atuadores, poderá ser empregada a comunicação RS-485/Modbus ou Ethernet/Modbus.

SINAIS EM GERAL		
Sinal:	Tipo I/O:	Origem:
Com até 1 parâmetro de medição	Entrada analógica (4~20mA)	Controlador do instrumento
Com até 2 parâmetros de medição	Entrada analógica (4~20mA) para cada parâmetro ou RS-484/Modbus	Controlador dos instrumentos
Com mais de 3 parâmetros de medição	Ethernet/Modbus	Controlador dos instrumentos

Para cada projeto, a melhor solução deverá ser avaliada. Mas, os critérios acima são um ponto de partida para a interligação dos sinais.

SINAIS EM GERAL		
Sinal:	Tipo I/O:	Origem:
Alarme patrimonial	Entrada digital	Sistema de alarme patrimonial da estação
Alarme de extravasamento	Entrada digital	Chaves do tipo boia

4.5.2 Lógicas de controle e de intertravamento das estações

Alguns padrões de funcionamento serão apresentados ao longo deste item para orientar o processo de programação dos CLPs e do sistema supervisor SCADA.

Para a melhoria e a flexibilidade operacionais, ganhos de produtividade e maior confiabilidade do sistema, estão previstas algumas lógicas de funcionamento e de intertravamento nas estações. Esse trabalho deverá orientar as diretrizes para a automação e a telegestão a serem implementadas.

CONVENÇÕES ADOTADAS

Seguem as convenções de hierarquia de comando a serem estabelecidas nas lógicas de programação das estações:

Chave seletora “Manual – 0 – Automático”

Localizada na porta dos painéis de comando das estações. Deverá ser adotada uma seletora por partida de motor e por equipamento (centrífugas, roscas desaguadoras

de lodo, preparadores de polímero, grades mecanizadas, peneiras finas, canais desarenadores, adensadores mecânicos, secadores de lodo etc.)

Posição “Manual”

As bombas e os equipamentos poderão ser acionados e/ou desligados pelos botões de comando dos painéis de comando (acionamento manual).

Posição “Automático”

As bombas e equipamentos serão acionados e/ou desligados via CLP. Essa posição estará condicionada ao sistema supervisor SCADA.

Posição “0” (neutra)

Nesta posição, eletricamente, não serão possíveis comandos manuais e comandos via CLP. A posição não deverá ser identificada com etiquetas nos painéis, já que se trata, apenas, de uma posição.

Botões de comando “Liga” e “Desliga”

Estão localizados na porta dos painéis de comando das estações. Deverá ser considerado um conjunto para cada partida de motor e equipamento. Não serão aceitos botões de “Liga” e “Desliga” conjugados numa mesma peça e nem com a sinalização luminosa de “Ligado” e “Desligado”.

Botão “Liga”

As bombas e equipamentos poderão ser ligados por acionamento manual. O botão “Liga” estará condicionado eletricamente à seletora “Manual – Automático”. O acionamento se dará, apenas, se a seletora estiver em “Manual”.

Botão “Desliga”

As bombas e os equipamentos poderão ser desligados, com o botão “Desliga” condicionado eletricamente à seletora “Manual – Automático”. O desligamento acontecerá, apenas, se a seletora estiver em “Manual”.

Telecomando de Seleção “Local – Remoto”

Trata-se de comando localizado e originado no *software* de supervisão SCADA. Deverá ser adotada uma seleção por partida de motor e por equipamento (centrífugas, roscas desaguadoras de lodo, preparadores de polímero, grades mecanizadas, peneiras finas, canais desarenadores, adensadores mecânicos, secadores de lodo etc.)

Posição “Local”

Está condicionada à seletora “Manual – Automático”. Quando a posição estiver em “Automático”, valerão as lógicas e os intertravamentos contidos nos CLPs. As bombas e os equipamentos serão acionados e/ou desligados pela programação dos CLPs.

Posição “Remoto”

Está condicionado à seletora “Manual – Automático”. Quando estiver em “Automático”, valerá o telecomando “Liga – Desliga” no *software* SCADA. As bombas e equipamentos serão acionados e/ou desligados remotamente pelo SCADA, via CLP. Em ambos os casos, se a seletora “Manual – Automático” estiver em “Manual”, as seleções “Local – Remoto” não serão funcionais.

Telecomando “Liga – Desliga”

Está condicionado à seleção “Local – Remoto” e à seletora “Manual – Automático”. Quando, respectivamente, estiverem em “Remoto” e “Automático”, valerá a seleção feita pelo telecomando “Liga – Desliga” no *software* SCADA. As bombas e os equipamentos serão acionados (ou mantidos assim) se o telecomando estiver em “Liga”. Serão desligados (ou mantidos assim) se o telecomando estiver “Desliga”.

Em ambos os casos, se a seletora “Manual – Automático” estiver em “Manual” e/ou a seleção “Local – Remoto” estiver em “Local”, os telecomandos não atuarão, e suas seleções não deverão ser alteradas pelo SCADA e/ou, principalmente, pelo CLP.

Hierarquia de comandos (modos de comando)

A seguir, quadro de funcionamento lógico da hierarquia de comando:

Seletora “Manual – Automático” no painel	Botões “Liga” e “Desliga” no painel	Telecomando “Local – Remoto” no SCADA	Telecomando “Desliga – Liga” no SCADA
Neutra	Sem efeito.	Sem efeito.	Sem efeito.
Manual	Habilitados (são operados pelos botões).	Sem efeito (em qualquer seleção).	Sem efeito (em qualquer seleção).
Automático	Sem efeito (botões sem ação).	Em “Local”: o CLP segue a programação prevista em <i>ladder</i> .	Sem efeito (em qualquer seleção).
		Em “Remoto”: o CLP obedece ao telecomando “Desliga – Liga”.	Em “Desliga”: o motor é desligado e mantido desligado até a alteração desse comando. Em “Liga”: o motor é ligado e permanece ligado até a alteração desse comando ou desliga por falha e/ou discordância e/ou algum intertravamento de segurança previsto seja elétrico e/ou no <i>ladder</i> . As condições de desligamento não alteram a seleção desse comando em modo “Desliga”.

Os telecomandos de *set-point* continuam funcionando independentemente da posição da Seletora “Manual – 0 – Automático”. Ou seja, continuam escrevendo o valor comandado no *set-point* nas %MWs do CLP.

ALARME DE DISCORDÂNCIA

Trata-se de alarme para situação diferente ou discordante daquela esperada. No caso da automação, é uma situação diferente daquela programada ou solicitada para ocorrer. Por exemplo: existe condição lógica para se acionar uma bomba e, de fato, acionou-se a saída digital do CLP. Porém, não se tem o sinal digital de retorno indicando que o contator tinha sido atracado – e a bomba não ligou. Ou, então, comandou-se o desligamento da mesma bomba, e o sinal de retorno (*status*) continua verdadeiro – e a bomba não desligou.

Na existência desse alarme, um sinal lógico é produzido (*bit* do Alarme de Discordância), participando das lógicas operacionais de comando do respectivo motor.

Portanto, quando verdadeiro, deverá ser desabilitado o comando da saída digital do CLP para o respectivo equipamento. Nessas situações, deverá ser verificado o motivo da discordância.

Assim, terá de ser programado, no sistema supervisor, um telecomando para *reset* das falhas. O telecomando deverá voltar a “não zero” ao final do comando (temporizado pelo *ladder* no CLP).

O alarme de discordância é, habitualmente, atrelado ao funcionamento dos equipamentos quando estes estão no modo de operação “Automático”. Um Alarme de Discordância será necessário para cada equipamento.

Todas estas convenções são válidas para outros equipamentos, como válvulas motorizadas, bastando haver a adaptação das designações dos comandos (“Abre – Fecha”), sinalizações, alarmes etc.

ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ÁGUA COM BOMBAS DE RECALQUE COM INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Algumas estações elevatórias de água bombeiam diretamente para a rede de abastecimento/distribuição e contam com um ou mais inversores de frequência, com variação da velocidade das bombas para regulação e do controle da pressão de saída.

Um controle PID (Proporcional-Integral-Derivativo) deverá ser previsto e devidamente configurado na lógica da programação do CLP. Esse PID ficará a cargo do controle e da regulação da pressão da linha de recalque “segundo a segundo” (*on-line*). Para o sinal de feedback do PID, um sinal analógico de pressão será enviado diretamente ao CLP.

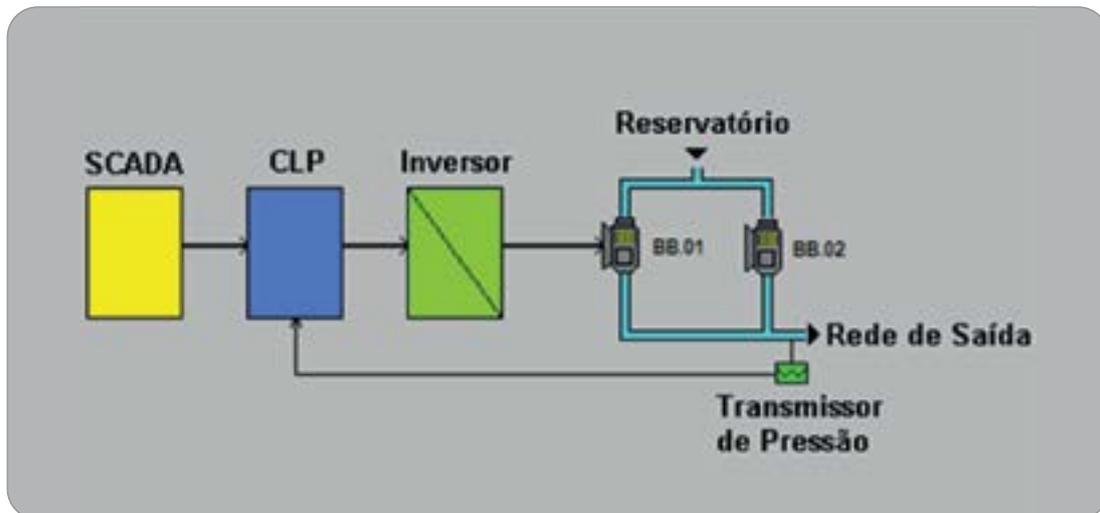
O transmissor de pressão deverá ser instalado no barrilete de saída das bombas ou logo no início da linha de recalque, desde que não fique muito distante do painel de comando da estação.

Por outro lado, a partir do CLP, será enviado continuamente um sinal de referência de velocidade para o inversor, que deverá seguir os valores de velocidade, de modo a produzir a pressão desejada na rede.

Os sinais trocados entre CLP e inversor deverão ser, no mínimo, por sinal analógico 4~20mA. Nesse caso, ele será o sinal de referência de velocidade e de velocidade real (variando de 0% a 100%).

A depender do projeto previsto e da quantidade de inversores, a comunicação poderá ser digital. A mais básica é a rede RS-485/Modbus e a mais utilizada é a Ethernet/Modbus.

Deverá ser previsto, no mínimo, um sinal de velocidade real vindo do inversor. Para as demais informações elétricas do motor (se disponíveis), os set points de pressão deverão ser gerados remotamente no SCADA, via telecomandos.



Configuração do controle de pressão pelo CLP/SCADA

RESERVATÓRIO DE ÁGUA DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO

Cada reservatório de água deverá ter 2 sensores de nível instalados. Cada um indicará o “Nível Muito Alto” e o “Nível Muito Baixo”. Por esses sensores, serão gerados os seguintes alarmes: “Alarme de Nível Muito Baixo” e “Alarme de Nível Muito Alto”. Nesse contexto, será recomendável o uso de chaves do tipo boia, da marca Flygt (modelo EM-10).

O projeto de automação deverá contemplar a instalação de um transmissor de nível em cada reservatório e, por meio de, 2 outros alarmes deverão ser gerados: o “Alarme de Nível Alto” e o “Alarme de Nível Baixo”.

Esses alarmes serão gerados pelo transmissor de nível, com a possibilidade de serem ajustados os pontos em que cada um deles será ativado (gerado). Isso facilitará a operação, uma vez que se poderão ser adotados valores de trabalho conforme a conveniência de cada processo. Os ajustes dos pontos de atuação serão feitos diretamente na programação dos CLPs ou pelo SCADA, quando isso for aplicável. Essa lógica também possibilitará que as ações sejam antevistas (em função de eventuais problemas de nível nos reservatórios).

A seguir, uma tabela-resumo com a função de cada sinal:

Origem do sinal	Sinal gerado	Função lógica
Sensor “Nível Muito Alto”	Nível “Muito alto”	Alarme de “Nível Muito Alto” (supervisório).
Sensor “Nível Muito Baixo”	“Nível Muito Baixo”	<ul style="list-style-type: none"> Alarme de “Nível Muito Baixo” (supervisório). Sinaliza para desligar ou não permitir a partida das bombas do recalque.
Transmissor de nível	“Nível Alto”	<ul style="list-style-type: none"> Alarme de “Nível Alto”. Sinaliza para o fechamento de válvula automática de entrada do reservatório, se existir.
	“Nível Baixo”	<ul style="list-style-type: none"> Alarme de “Nível Baixo”. Sinaliza para desligar ou não permitir a partida das bombas do recalque. Sinaliza para a abertura de válvula automática de entrada do reservatório, se existir.

Os sinais dos sensores de nível e do transmissor de nível do reservatório estarão presentes nas lógicas das bombas alimentadas pelos reservatórios.

Caso existam válvulas motorizadas (atuadores elétricos) nas entradas dos reservatórios, os sinais de nível poderão comandar os pontos (os níveis) de abertura e fechamento dessas válvulas, controlando, assim, os níveis dos reservatórios.

BOMBAS

O acionamento e a habilitação (permissão) das bombas ocorrerão quando o nível operacional tiver sido alcançado (gerado via programação pela leitura da variável medida pelo transmissor de nível). Conforme a dinâmica do processo (para que haja flexibilidade e agilidade operacional), esse sinal poderá ser opcional, bastando ocorrer o sinal de “Nível Baixo” e/ou “Nível Muito Baixo” para a proteção das bombas.

Por medida de segurança, as bombas poderão ser ligadas pelos sinais de “Nível Alto” e “Nível Muito Alto”. Seu desligamento se dará pelo sinal de “Nível Baixo”. Por medida de segurança, a bomba também deverá ser desligada pelo sinal de “Nível Muito Baixo”, inclusive, eletricamente, no circuito de comando de cada partida.

As bombas não serão acionadas (partida do repouso) quando os sinais de “Nível Baixo” e “Nível Muito Baixo” estiverem presentes via programação CLP e/ou eletricamente nos circuitos de comando de cada partida.

Existem algumas possibilidades de configuração de recalque que deverão ser consideradas. São elas:

- **Recalque com apenas uma bomba com variação de velocidade (inversor)** – Nesse caso, existirá apenas uma bomba e, conseqüentemente, apenas um inversor. A lógica de funcionamento é mesma já descrita no tópico “Recalque – Controle de Pressão da Linha”. A função de PID, configurada e programada na lógica *ladder*, para o controle da pressão da linha de saída (recalque), ficará a cargo do CLP da estação. O PID será responsável pelo controle do inversor da bomba. A configuração de estação será semelhante à do funcionamento de *boosters*, mas com a diferença de não que eles contam com reservatórios. Nesse caso, a bomba será instalada in-line.

Os intertravamentos para segurança da bomba serão feitos por pressostato na entrada e/ou no transmissor de pressão. Assim, será evitado que a bomba opere a seco. O circuito de comando da bomba deverá possuir seletora “Manual – 0 – Automático”.

- **Recalque com múltiplas bombas: uma bomba com variação de velocidade (inversor) e demais sem variação** – Nesse caso, a bomba principal será aquela com acionamento por inversor de frequência. Essa bomba será considerada a principal e ficará ligada, exceto quando os intertravamentos de segurança e operacionais forem acionados.

Todas as bombas deverão ter circuito de comando com seletoras “Manual – 0 – Automático”.

As demais bombas deverão entrar em paralelo e cascata com a primeira bomba (principal), que terá inversor de frequência, se estiverem no modo “Automático – Local” e sem falhas.

A primeira bomba (ou Bomba 01), independentemente de haver outras bombas operando em paralelo, continuará modulando sua velocidade instantaneamente pelo PID de controle de pressão da rede.

Assim que a Bomba 01 alcançar 95% de velocidade (por exemplo), haverá a temporização (para a estabilização de pressão da rede) e será acionada uma bomba adicional em paralelo.

Assim que a Bomba 01 alcançar 20% de velocidade (por exemplo), haverá a temporização e o desligamento da bomba que entrou em paralelo, e de velocidade fixa. As velocidades de referência para entrada e saída da segunda bomba poderão ser alteradas conforme a necessidade do processo (especialmente por questões hidráulicas), assim como para uma eventual terceira bomba.

Caso existam mais do que duas bombas, as velocidades de referência para entrada e saída escalonadas deverão ser determinadas. Ou seja: todo o processo de controle PID descrito anteriormente ocorrerá, e as demais bombas entrarão, caso o *set-point* de pressão não tenha sido alcançado.

Quando houver mais de duas bombas), pelo menos, entre as de velocidade fixa, deverá ser implementado um revezamento, com a entrada, em primeiro lugar, daquela que estiver com menos horas trabalhadas, e a saída, na sequência, daquela com mais horas trabalhadas. Não será possível implementar rodízio de bombas entre bombas de velocidade fixa e bombas de velocidade variável.

- **Recalque com múltiplas bombas: todas com variação de velocidade (inversor)** – Neste caso, todas as bombas terão inversor de frequência, mas, sempre, haverá apenas uma malha de controle (PID) de pressão. Deverá haver, também, uma bomba principal para iniciar o bombeamento.

Para isso, terá de ser implementada uma lógica de revezamento das bombas por horímetros visando determinar qual a bomba principal do momento e quais as demais que serão acionadas na sequência. Caso haja falha nos intertravamentos atuados de uma bomba escalada para operar ou se ela estiver no modo “Manual” ou em “Automático/Remoto/Desliga”, uma outra bomba disponível (no “Automático/Local” e sem falhas) deverá entrar no lugar daquela inicialmente escalada para funcionar.

Todas as bombas deverão ter circuito de comando da partida com seletoras “Manual – 0 – Automático”. As demais deverão entrar em paralelo e em cascata com a bomba principal, desde que estejam no modo “Automático - Local” e sem falhas.

Todas as bombas vão operar em paralelo modulando suas velocidades instantaneamente e simultaneamente pelo PID de controle de pressão da rede.

Assim que for alcançada a marca de 95% de velocidade (por exemplo), haverá a temporização (para que ocorra a estabilização da rede), acionando-se, na sequência, uma bomba adicional em paralelo. Assim que for alcançada a marca de 20% de velocidade (por exemplo), haverá a temporização, para, em seguida, ocorrerem o desligamento da bomba que entrou em paralelo.

As velocidades de referência para entrada e saída da segunda bomba poderão ser alteradas conforme a necessidade do processo (especialmente por questões hidráulicas), assim como as de uma eventual terceira bomba.

Caso existam mais do que duas bombas na instalação, as velocidades de referência para entrada e saída escalonadas deverão ser determinadas. Ou seja: ocorrerá todo o processo de controle PID descrito anteriormente, e as demais bombas entrarão em funcionamento caso o *set-point* de pressão não seja alcançado.

Ainda em relação ao revezamento: primeiramente, deverá entrar (acionar) a bomba que estiver com menos horas trabalhadas, com a saída sendo feita por aquela com mais horas trabalhadas.

- **Recalque com única bomba: bombeamento com apenas um inversor, mas com revezamento entre duas bombas iguais** – Essa configuração deverá ser evitada ao máximo para que não ocorram problemas de funcionamento do inversor ou danos elétricos. Portanto, esse tipo de configuração não é recomendado. A lógica se assemelha à configuração do subitem “Recalque com apenas uma bomba com variação de velocidade (inversor)”.

A lógica de funcionamento será a mesma já explicada neste tópico. A diferença será a existência de duas bombas para um mesmo inversor de frequência. A seleção da bomba para operação será feita por contatores de potência instalados entre o inversor e cada motor.

A configuração de estação também poderá ser empregada em *boosters*. Vale lembrar que, nesse caso, os intertravamentos para segurança da bomba serão feitos por pressostato na entrada dela e e/ou do transmissor de pressão (que atuará apenas via CLP em “Automático”).

O circuito de comando da bomba deverá ter a seletora “Manual – 0 – Automático”. O revezamento, será implementado. A prioridade de “entrar/acionar” será para a bomba com menos horas trabalhadas. A “saída” será feita por aquela com mais horas trabalhadas.

Todas as configurações serão feitas no modo “Automático-Local”, com o funcionamento das bombas de recalque condicionado e intertravado, com os seguintes sinais:

Falha no motor: relé térmico, relé de falta de fase, falha inversor etc.

Alarme de Discordância.

Nas situações de operação em “Manual” ou “Remoto”, valerão os botões de comando do painel e os telecomandos no SCADA, respectivamente.

Nesses casos, o funcionamento das bombas de recalque também deverá estar condicionado e intertravado com os seguintes sinais:

- Falha no Motor: relé térmico, relé de falta de fase, falha de *soft-starter*, falha inversor de frequência etc.
- “Nível Baixo” e “Nível Muito Baixo” alcançados.
- Alarme de Discordância (apenas para o modo “Remoto”).

Esses sinais também deverão estar presentes nos circuitos elétricos de comando dos painéis (exceto o Alarme de Discordância).

Observações

- Caso existam instalações nessa configuração, deverá ser previsto que a seleção da bomba desejada pelos seus contatores acontecerá automaticamente pelo circuito de comando da partida em “Manual” e em “Automático”. Ou seja: a seleção não deverá ser pelo CLP já que, em “Manual”, o CLP não poderá atuar no circuito elétrico da partida. Portanto, o circuito de comando da partida deverá prever as seleções das bombas.
- Nessa configuração, não serão permitidos acionamentos entre motores com potências diferentes ou com potências iguais, mas de características diferentes, como, rotação (número de polos) e corrente.
- Essa configuração não deverá prever contingenciamento elétrico, por conta da existência de apenas um inversor de frequência instalado.

ESTAÇÕES COM BOMBAS PARA RECALQUE – SEM INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Como certas estações de bombeamento apenas recalcam água de um reservatório para outro reservatório de outra estação, suas bombas não têm inversores de frequência. Em alguns casos, são estações dedicadas, apenas, a essa função. ou se trata de um grupo de bombas para este fim numa estação com outras bombas destinadas ao abastecimento de rede de distribuição, por exemplo. A configuração desse tipo de estação será a mesma das demais estações citadas anteriormente.

Os mesmos sensores de nível e transmissores do reservatório também são considerados nessa configuração de estação. Portanto, os mesmos sinais e alarmes são, igualmente, válidos, se a situação for aplicável.

Assim, as lógicas, os intertravamentos e as proteções descritos no item anterior para as bombas com inversor de frequência também serão válidas para esta configuração de estação.

Em relação ao funcionamento, são previstas duas alternativas. São elas:

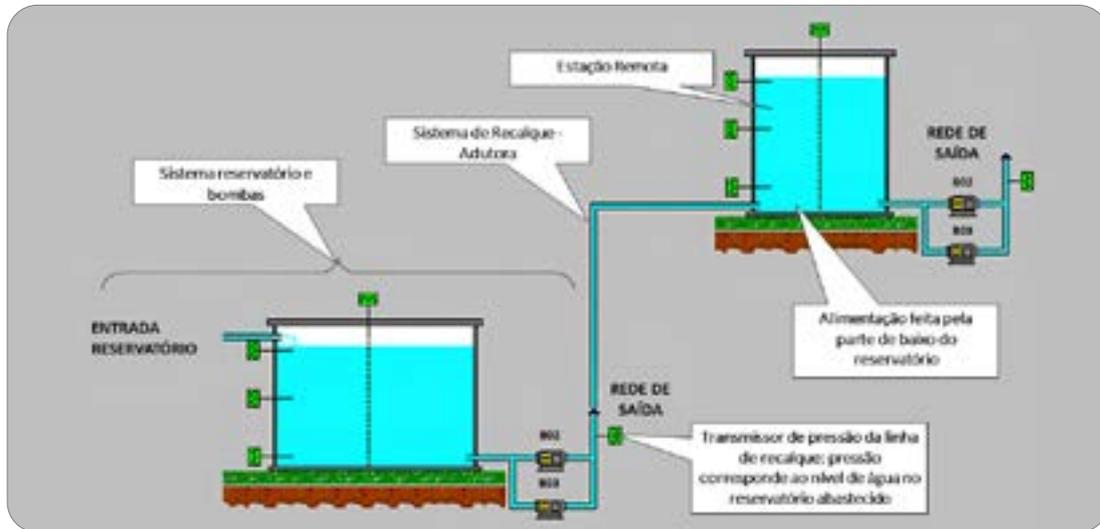
- **Alternativa 1 (acionamento das bombas por nível via pressão na linha de recalque)**

Nela, haverá a instalação de um transmissor de pressão no barrilete de saída das bombas (recalque). Por meio desse instrumento, serão observadas medidas de pressão na rede de abastecimento do outro reservatório. Essas medidas de pressão indicarão, na prática, a medida do nível do reservatório abastecido. Para isso, as redes deverão abastecer os reservatórios por suas partes inferiores (cota de fundo do reservatório). A rede de recalque não deverá conter sangrias ao longo de seu trajeto.

Em função disso, serão estabelecidos um “Nível Baixo” e um “Nível Alto” para o reservatório abastecido. Eles serão os sinais de acionamento e desligamento das bombas de recalque.

A bomba de recalque deverá ser ligada quando a pressão medida no barrilete de saída corresponder ao “Nível Baixo” no reservatório abastecido. A bomba de recalque, por sua vez, será desligada quando a pressão medida no barrilete de

saída corresponder ao “Nível Alto” no reservatório abastecido. Essa operação ocorrerá no modo “Automático-Local”.



Alternativa 1: Controle de bombas por pressão da linha de recalque

Nas situações de operação no modo “Manual” ou no modo “Remoto”, valerão os botões de comando do painel e os telecomandos no SCADA, respectivamente. Nesses modos, o funcionamento das bombas de recalque deverá estar condicionado e intertravado com os sinais de falha no motor, relé térmico, relé de falta de fase, falha *soft-starter* etc.

- **Alternativa 2 (acionamento das bombas por medida de nível remoto do reservatório abastecido via rede de dados)**

Nesta alternativa, haverá a instalação de um transmissor de pressão no barrilete de saída das bombas (recalque). Sua função servirá mais ao monitoramento da pressão do bombeamento (proteção das redes de recalque) do que ao intertravamento lógico para acionamento das bombas.

Essa alternativa está baseada na capacidade de comunicação (troca de dados) entre os CLPs, como já foi especificado no item “Características específicas para os CLPs” .

Macros de comunicação pré-configuradas no CLP da estação de recalque (estação local) irão buscar (ler) os valores de nível do reservatório da estação abastecida (estação remota) no CLP. Com esses valores, será possível determinar os pontos de acionamento e de desligamento das bombas de recalque nos níveis em ocorrerem.

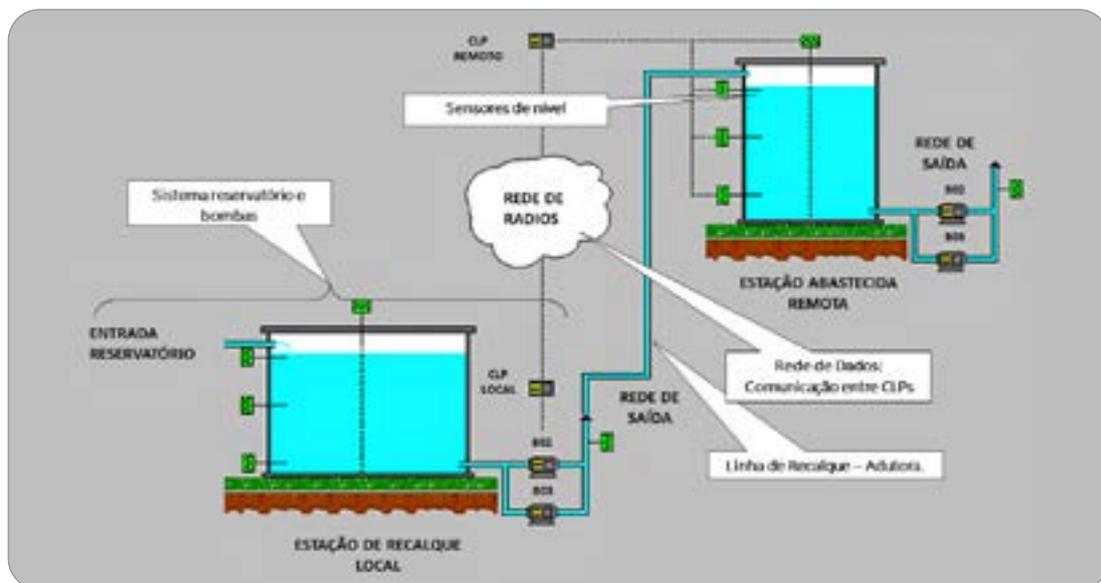
Da mesma forma que na Alternativa 1, serão estabelecidos um “Nível Baixo” e um “Nível Alto” para o reservatório abastecido (remoto).

A bomba de recalque será ligada quando o nível lido do reservatório abastecido pelo CLP local corresponder ao nível de acionamento (“Nível Baixo”) da bomba de recalque local.

A bomba de recalque será desligada quando o nível lido do reservatório abastecido pelo CLP local corresponder ao “Nível Alto” da bomba de recalque local. Essa operação ocorrerá no modo “Automático-Local”.

Observações

- Deverão ser previstos (instalados), no reservatório abastecido, um transmissor de nível e/ou os sensores de “Nível Baixo” e “Nível Alto” (chaves do tipo boia). Sem esses instrumentos, não será possível determinar os níveis do reservatório abastecido pelo CLP da estação de recalque (local).
- A lógica descrita acima foi baseada nos sinais analógicos do transmissor de nível a ser instalado no reservatório abastecido. Mas, ela poderá ser baseada, também, nos sinais digitais dos sensores de “Nível Baixo” e “Nível Alto” do reservatório abastecido. A vantagem para o sinal do transmissor de nível será a possibilidade de ajustes nos pontos de “Nível Baixo” e “Nível Alto” – e, conseqüentemente, dos pontos de operação das bombas de recalque.



Alternativa 2: Controle das bombas por medida de nível remoto do reservatório abastecido

Nas situações de operação no modo “Manual” ou “Remoto” valerão os botões de comando do painel e os telecomandos no SCADA, respectivamente. Nesses casos, o funcionamento das bombas de recalque deverá estar condicionado e intertravado com os sinais de falha no motor, relé térmico, relé de falta de fase, falha *soft-starter* etc.

ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO – SEM INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Habitualmente, as Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) recebem o efluente das redes coletoras de esgoto por gravidade, recalcando-o para uma ETE. Em alguns casos específicos, uma EEE poderá receber o efluente de outra, ocorrendo o recalque para outras elevatórias.

As EEEs poderão ter suas bombas na configuração para poço seco ou de poço úmido. Na configuração de poço seco, as bombas estarão do lado de fora do poço de sucção, atuando como centrífugas convencionais. Já na configuração de poço úmido, as bombas estarão submersas. O princípio de funcionamento será, praticamente, o mesmo para as duas configurações.

Em todas elas, haverá um poço de sucção para as bombas. Ele deverá ter os seguintes sinais: “Nível Muito Baixo”, “Nível Baixo”, “Nível Alto” e “Nível Muito Alto”.

Haverá duas opções de sinais. A primeira delas será a de utilização para os 4 sinais do tipo boia (marca Flygt, modelo ENM-10). A segunda opção será a de uso de chaves do tipo boia para os sinais de “Nível Muito Baixo” e “Nível Muito Alto”, e de transmissor de nível para os sinais de “Nível Baixo” e “Nível Alto” (com sinais gerados pelo *ladder* pela leitura do instrumento. A primeira opção é a mais aconselhável.

Todas as bombas deverão ter circuito de comando da partida com seletoras “Manual – 0 – Automático”.

O funcionamento das bombas será relativamente simples. No caso de EEEs com apenas duas bombas (esquema 1+1), em “Automático + Local”, deverá ser acionada uma das bombas habilitadas (e sem falhas) quando for alcançado o “Nível Alto” ou o “Nível Muito Alto”. A bomba será aquela habilitada/selecionada pela lógica de revezamento.

Para que isso aconteça, deverá ser implementada uma lógica de revezamento das bombas por horímetros, determinando-se qual será aquela a entrar em operação (geralmente, revezam-se as bombas por tempo de operação). Caso haja falhas, intertravamentos atuados de uma bomba escalada para operar ou ela esteja no modo “Manual” ou em “Automático/Remoto/Desliga”, deverá entrar em funcionamento a outra bomba disponível (que estará em “Automático/Local” e sem falhas).

Quando ocorrer o sinal de “Nível Baixo” ou de “Nível Muito Baixo”, a bomba deverá ser desligada. Se ela estiver em repouso, não deverá ser ligada.

Para aquelas EEEs com mais de duas bombas instaladas, deverá ser implementada uma lógica de cascadeamento do acionamento, além da lógica de revezamento. Nesse caso, serão utilizadas várias chaves do tipo boia instaladas em alturas pré-determinadas (normalmente, com cotas de projeto) ou o transmissor de nível. Nesse caso, serão utilizadas as leituras de nível na programação.

Nessa configuração, a lógica de revezamento escolherá a configuração das bombas que irão operar. Conforme os níveis forem alcançados (os níveis intermediários citados anteriormente), as demais bombas deverão entrar em paralelo e em cascata com a bomba principal, desde que estejam no modo “Automático – Local” e sem Falhas. As bombas que estiverem no modo “Manual + Desliga” (botão) ou na posição Neutra da seletora “Manual – 0 – Automático”, permanecerão desligadas. As bombas que estiverem no modo “Automático + Remoto/Desliga” também permanecerão desligadas. As bombas que estiverem no modo “Automático + Remoto/Liga” permanecerão ligadas, desde que o “Nível Baixo” ou o “Nível Muito Baixo” esteja acionado.

Para que sejam evitados acionamentos simultâneos de duas bombas na EEE, poderá ser providenciado um intertravamento na lógica do CLP. No modo “Manual”, essa lógica não irá impedir o acionamento simultâneo de duas bombas. No modo “Remoto”, tal proteção poderá ser ocorrer.

O sinal de “Nível Muito Baixo” deverá ser intertravado eletricamente em cada comando de partida das bombas, além de haver o bloqueio previsto na programação do CLP. Nesse caso, ocorrendo o “Nível Muito Baixo”, por segurança e proteção, as bombas deverão ser desligadas ou impedidas de acionamento em repouso tanto no modo “Manual” quanto no modo “Automático”.

Os sinais de “Nível Muito Baixo”, “Nível Baixo”, “Nível Muito Alto” e “Nível Alto” deverão, também, gerar os respectivos alarmes na programação do CLP para a sinalização no SCADA.

Caso seja adotado um transmissor de nível, a leitura em metros e/ou em porcentagem (0~100%) deverá ser indicada no SCADA.

ESTAÇÕES COM CONTROLE DE HORÁRIO DE PONTA (CONTRATOS DE ENERGIA HOROSAZONAIS) E/OU COM HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO PRÉ-DETERMINADO

Algumas estações de bombeamento ou de tratamento poderão ter contratos de energia horo-sazonais, ou seja, contratos em que a demanda (carga instalada ativa) no chamado “horário de ponta” deverá ser reduzida ou totalmente zerada, dependendo das condições operacionais.

Para esses casos, deverá ser prevista uma lógica operacional de bloqueio. Com isso, não será permitida a partida ou haverá o desligamento das bombas dentro do período do horário de ponta. Tal situação irá garantir a não ocorrência do estouro da demanda contratada e, conseqüentemente, a não incidência de multas pesadas pela empresa concessionária de energia elétrica.

Para tanto, os CLPs deverão contar com um relógio-calendário e funções lógicas na programação. O recurso de controle de horário de ponta poderá ser habilitado ou desabilitado a qualquer momento. Essa mesma lógica se aplicada às estações que tiverem horários específicos de entrada e saída de funcionamento, independentemente de terem ou não contratos horo-sazonais.

LÓGICAS DE REVEZAMENTO DAS BOMBAS

Para poupar os equipamentos, aumentar suas vidas úteis e, conseqüentemente, reduzir custos (sempre que possível), é aconselhável que seja prevista uma lógica de revezamento dos equipamentos. A mais utilizada é a por tempo de operação, como se poderá ver a seguir.

REVEZAMENTO POR TEMPO – HORÍMETROS

A lógica deverá ser em função do tempo em que o equipamento está operando. Obviamente, o revezamento só será possível quando houver, pelo menos, 2 equipamentos com a mesma função e ambos estiverem aptos a funcionar (eletricamente e mecanicamente).

Portanto, a lógica deverá prever que tão logo um equipamento atinja, no modo “Automático, determinado valor de horas de operação de um equipamento”, outro deverá entrar em operação.

Ambos os equipamentos deverão estar em modo “Automático” e em modo “Local”. Caso um dos 2 seja mantido em “Manual” e/ou “Remoto”, o equipamento em uso deverá permanecer assim, mesmo que já tenha atingido o tempo para o revezamento.

Em condições normais, o registro do tempo deverá ser feito no modo “Automático”, independentemente de o equipamento estar em modo “Local” ou modo “Remoto”. Não será registrado o tempo de operação no modo “Manual”.

Em alguns casos, poderão ocorrer problemas na operação das estações caso o revezamento ocorra em determinadas horas do dia. Se isso acontecer, um intertravamento horário com a lógica do revezamento deverá ser previsto. Os períodos convenientes terão de ser informados pela unidade por ocasião da programação dos CLPs.

O período de revezamento dos equipamentos poderá ser ajustado (somente via programação do CLP) conforme a conveniência da unidade. Os valores normais de revezamento serão os seguintes: 24 h/24 h, 12 h/12 h ou 24 h/12 h.

REVEZAMENTO POR FALHA E/OU MODO REMOTO

Essa lógica deverá se dar em função de falha do equipamento em operação. A falha poderá ser pela proteção elétrica do motor, por intertravamentos atuados ou pelo Alarme de Discordância. Assim, o outro equipamento em espera deverá ser colocado em marcha, automaticamente.

Nesse contexto, o revezamento só será possível quando houver, pelo menos, 2 equipamentos com a mesma função e aptos a funcionar (eletricamente e mecanicamente). A lógica deverá prever que, tão logo o equipamento em operação entrar em falha (no modo “Automático” e no modo “Local”), o outro, em espera, deverá entrar em operação.

Ambos os equipamentos deverão estar em modo “Automático” e em modo “Local”. Caso um dos 2 estiver em modo “Manual” e/ou em modo “Remoto/Desliga”, o equipamento em funcionamento deverá permanecer parado em “falha”. Essa lógica deverá ser prevista para o equipamento que apresentar Alarme de Discordância, e, também, quando um deles for mantido em “Remoto – Desliga”.

Observações

Em nome da preservação da segurança de operadores e usuários, não é aconselhável que ocorra o rearme (*reset*) automático e/ou remoto das partidas e acionamentos (inversores e *soft-starters*). Caso haja necessidade, a realização desse comando (remotamente) deverá ser limitada a 3 tentativas de resolução. Se o problema não for resolvido, um alarme adicional deverá ser gerado para a realização de diagnóstico *in loco*.

HORÍMETROS DOS EQUIPAMENTOS – TEMPO DE OPERAÇÃO DOS MOTORES E/OU EQUIPAMENTOS

Com o objetivo de controlar os tempos de operação de cada equipamento e, consequentemente, possibilitar futura implementação de um programa de manutenção preventiva, deverá ser prevista uma lógica de contagem de tempo de operação dos equipamentos (os horímetros).

Para cada item monitorado, uma lógica no CLP da estação deverá ser prevista, de modo a se registrar (contar) o tempo de funcionamento de cada equipamento. Tal lógica é, e deverá ser, independente das lógicas de revezamento dos equipamentos. Ela não substituirá os horímetros mecânicos instalados nas portas dos painéis de comando. Portanto, sempre que possível, esses equipamentos deverão ser mantidos e previstos.

Os valores de tempo deverão ser enviados ao sistema SCADA por registradores Memory Words (%MWs). Automaticamente, ao final de suas capacidades de contagem, os registradores terão de voltar a zero. Os valores de tempo apresentados no SCADA deverão ser em horas “cheias”, não havendo a necessidade de apresentação de seus submúltiplos (exceto nos registradores internos da memória do CLP). Enquanto isso, os valores não poderão ser perdidos em caso de desligamento do CLP (por falta de energia, por exemplo).

Portanto, a lógica de contagem deverá prever que, a partir do início de funcionamento de determinado equipamento (no modo “Automático”), o tempo será contado e armazenado nos registradores de memória do CLP e lido pelo sistema supervisor.

COMANDOS DE VÁLVULAS AUTOMÁTICAS

Alguns projetos poderão ter aplicações com válvulas automáticas para acionamento. Habitualmente chamados de atuadores, os acionamentos poderão ser elétricos, pneumáticos, hidráulicos ou elétricos. De preferência, deverá ser adotado o acionamento por meio elétrico.

Existem, basicamente, 2 tipos de atuadores: os *on-off* e os modulantes. Os atuadores do tipo *on-off* fecham e abrem as válvulas completamente. Já os atuadores modulantes obedecem a valores de abertura e/ou de fechamento a partir de sinais analógicos. Isso significa que pode haver variação na abertura e/ou no fechamento da válvula, a partir de valores comandados.

Para os atuadores, deverão ser previstos circuitos elétricos de comando integrados ao equipamento, incluindo a seletora “Manual/Automático” (dependendo do fabricante, o nome será “Local – 0 – Remoto”), o botão de emergência e os bloqueios para acionamentos não autorizados por chave.

Para válvulas solenoides, da mesma maneira que ocorre com as bombas, deverão ser previstos as seleções “Manual-0-Automático” e botões para abertura e fechamento (em IHM e/ou no SCADA, se for o caso). Portanto, esses equipamentos obedecerão às mesmas convenções e aos mesmos princípios tratados ao longo deste documento. Ou seja: serão operados localmente via botões de comando no modo “Manual”, funcionando automaticamente quando estiverem no modo “Automático”. Em relação a este último modo, os comandos serão executados pelo programa do CLP no modo “Local” ou comandados remotamente pelo sistema supervisor no modo “Remoto”.

Os atuadores também poderão apresentar sinal(is) de falha(s). Eles deverão ser monitorados pelo CLP. Estarão intertravados (inclusive, com os Alarmes de Discordância) na abertura e no fechamento. Os funcionamentos poderão ser interrompidos quando os alarmes estiverem presentes/ativos. Ou seja: com exceção dos comandos manuais, em modo “Automático”, o sinal digital de abertura e/ou de fechamento pelo CLP deverá ser interrompido (desligado) na presença do Alarme de Discordância. A lógica do CLP (saídas digitais) deverá ser interrompida nessas situações.

Comandos remotos de abertura e de fechamento pelo sistema supervisor (telecomandos) deverão ser previstos. Em relação aos atuadores modulantes, telecomandos de valores de abertura remota também deverão ser previstos. As seleções de modo “Local” e de modo “Remoto” deverão ser, igualmente, previstas no *software* SCADA. As mesmas convenções descritas anteriormente serão válidas para esses equipamentos. A seguir, o resumo do funcionamento lógico das hierarquias de comando:

Seletora “Manual/ Automático” no atuador	Botões “Abre” e “Fecha” no atuador	Telecomando “Local/ Remoto” no SCADA	Telecomando “Fechar/ Abrir” no SCADA
Neutra	Sem efeito.	Sem efeito.	Sem efeito.
Manual	Habilitados (são operados pelos botões).	Sem efeito (em qualquer seleção).	Sem efeito (em qualquer seleção).
Automático	Sem efeito (botões sem ação).	Em modo “Local”: o CLP comandará o atuador conforme a programação prevista em <i>ladder</i> .	Sem efeito (em qualquer seleção).
		Em modo “Remoto”: o CLP obedecerá ao telecomando Fechar/Abrir.	Em “Fechar”: a válvula será fechada e mantida fechada até alteração deste comando. Em “Abrir”: a válvula será aberta e mantida aberta até alteração desse comando.

4.6 DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA OS PAINÉIS ELÉTRICOS

4.6.1 Características construtivas mecânicas e elétricas do painel

Tipo de painel:	Autoportante ou de sobrepor (a depender da aplicação)
Composição dos barramentos:	3 Fases + 1 Terra (+ 1 Neutro, sem previsto em 220Vca/3F).
Tipo de instalação:	Abrigada.
Temperatura ambiente:	<40°C
Altitude:	<1.000 m
Proximidade do mar:	Conforme o local do projeto em questão.
Área classificada:	Não. Ou conforme o projeto em questão.
Umidade relativa do ar:	80%
Sujeito a vibrações:	Não.
Classe de tensão:	600V
Frequência nominal	60Hz
Tensão de alimentação do comando:	220Vca
Tipo de aterramento:	Por meio de transformador de comando. Estrela solidamente aterrada no secundário.
Esquema de aterramento	TN-S
Grau de proteção:	IP-51 mínimo.
Forma construtiva do painel:	2b (ou conforme o projeto elétrico).
Resistente ao tempo:	Não. Instalação abrigada.
Resistente à corrosão:	Sim para os barramentos.
Material de construção:	Chapas de aço Estrutura: 12 MSG Portas, fechamentos e placas de montagem: 14 MSG
Flanges (entrada/saída de cabos):	Sim, superior/inferior (a depender do projeto).

Tipo de painel:	Autoportante ou de sobrepor (a depender da aplicação)
Conexões elétricas:	Por bornes.
Fechamento frontal:	Porta com punho e fechadura tipo Yale.
Fechamento lateral e traseira:	Aparafusadas.
Pintura externa:	Munsell N6.5.
Espessura de pintura:	140 microns (eletrostática – poliéster).
Pintura da placa de montagem:	Laranja Munsell 2,5YR6/14.

Todos os painéis deverão ter plaquetas metálicas devidamente fixadas (rebitadas) no corpo do painel, com, no mínimo, as seguintes informações:

- Identificação do fabricante.
- Identificação do painel com a respectivo *tag*, o nome da estação (e/ou do processo controlado) e seu número de série.
- Principais características elétricas (tensão de alimentação, tensão de comando, frequência, classe de tensão etc.)
- Data de fabricação.

Todos os painéis de potência, quadros de luz e de CLPs (incluindo as remotas de CLPs) deverão vir acompanhados de diagramas elétricos contendo:

- Diagramas unifilares.
- Diagramas trifilares.
- Diagramas funcionais e de comando.
- Diagramas de interligações.
- Lista de materiais com todas as quantidades, as especificações e os fabricantes.
- Ajustes de disjuntores, inversores, *soft-starters* e relés.
- *Layout* do painel (interno e externo).
- Lista de I/O do CLP.
- Lista de endereços IPs.
- Lista de bornes.
- Lista de interligações elétricas.
- Lista de endereços Modbus (%MWs – Memory Words).

Os arquivos editáveis em formato AutoCAD (ou compatível) deverão ser fornecidos para o arquivamento da Iguá Saneamento. Em relação aos painéis, deverão ser fornecidos, minimamente, os relatórios de inspeção e de ensaios de rotina.

Os painéis de potência e seus respectivos CLPs e/ou Unidades Remotas (URs) deverão ser integrados mecanicamente e eletricamente como se fossem um conjunto/painel único. Serão permitidas designações diferentes para cada parte do painel (CCM x CLP). Porém, a configuração final esperada será a de um painel único.

Os painéis dos CLPs e dos CCMs já deverão vir integrados mecanicamente e eletricamente de fábrica. Porém, a depender do seu tamanho (caso sejam de dimensões inadequadas para o transporte montado por completo), os painéis poderão ser fornecidos em partes (grupos de colunas montadas). Serão, contudo, de responsabilidade da empresa contratada pelo fornecimento a perfeita montagem e a integração (mecânica e elétrica) em campo, garantindo-se o seu funcionamento pleno.

Todos os CLPs deverão ser construídos em coluna(s) separada(s) da parte de potência do painel. No caso de painéis de potência menores, uma área adequada para o CLP deverá ser prevista. Para salas elétricas com múltiplos painéis CCMs e apenas um CLP, o painel do CLP poderá ser exclusivo.

Todo painel elétrico deverá ter um disjuntor geral de entrada e de proteção e contar com protetores de surto da marca Schneider. Esses protetores deverão ser protegidos por disjuntor, de acordo com as especificações da Schneider Electric. A responsabilidade pela especificação de todas as proteções e ajustes será da empresa contratada para o fornecimento. A atuação dos disjuntores e dos protetores de surto deverá ser sinalizada para o I/O do CLP: aberta e fechada (para os disjuntores) e *trip* (para os protetores de surto).

Observações

Caso haja a necessidade de aquisição de um cartão digital adicional, apenas, para o atendimento do item acima, a premissa poderá ser reavaliada pela contratada, em acordo com a contratante. Todas as portas dos painéis deverão ter dispositivos de bloqueio que impeçam sua abertura e/ou das tampas enquanto houver a energização do painel e/ou as partidas. A tensão dos circuitos de comando das partidas de motores deverá ser em 220Vca, por meio de transformador de comando. A sinalização para o I/O do CLP terá de ser em 24Vdc.

Poderão ser permitidas alimentações de quadros de luz e/ou de similares com 220Vca gerado a partir de fase e neutro de 380V dos painéis de potência, desde que seja garantido o correto balanceamento entre as fases e o nível de curto adequado no painel. Caso não seja possível assegurar esse atendimento, a alimentação dos quadros de luz deverá ser em 220Vca trifásico por transformadores específicos nos painéis de potência ou nas subestações/cabines.

Atuadores elétricos de válvulas automáticas deverão alimentados a partir dos painéis de potência (CCMs) em 220Vca/trifásico, com alimentadores por disjuntor-motor da marca Schneider Electric (de modelo e família adequados para tal aplicação). Os disjuntores deverão ser sinalizados ao CLP no caso de atuação da proteção elétrica. Os atuadores precisarão ter, também, minimamente, os seguintes itens: botoeiras integradas (“Abre”, “Fecha”, “Manual/O/Auto” e “Emergência”), *display* digital, I/O de *status*, comando remoto e interface RS-485/Modbus (conforme aplicação).

Cada painel elétrico de potência deverá ter 1 botão de emergência geral com “giro de destrave”. Caso haja necessidade, poderá ser utilizado relé de segurança da marca Schneider Electric (desde que com validação da Iguá Saneamento). O acionamento do botão de emergência implicará o desligamento ou a paralisação de todos os acionamentos controlados pelo painel.

Para a implementação de botoeiras de comando, em campo (ao lado de cada motor), os circuitos de comando das partidas no CCM terão de estar preparados.

Deverão ser previstas, também, seletoras “Painel/0/Campo” com chave (na porta do painel) e bornes de espera nos circuitos de comando para os botões de campo (“Desliga”, “Liga” e “Emergência”). No caso específico do modo “Emergência” de campo, apenas o motor daquele botão pressionado deverá ser paralisado.

Para todas as partidas de roscas transportadoras de detritos, roscas transportadoras de lodo, grades mecanizadas, peneiras finas, pontes-rolantes de desarenadores e raspadores de decantadores e de adensadores deverão ser previstos relés de monitoramento de sobretorque da Schneider Electric (referência sugestiva: RM35JA32MW ou equivalente técnico da respectiva aplicação).

Os relés deverão atuar sempre que os equipamentos apresentarem sobrecarga e/ou travamento mecânicos nos circuitos de comando da partida, com sinalização para o CLP. Não serão aceitas as funções desse tipo em acionamentos como em inversores.

Bombas de engraxamento de mancais deverão ser alimentadas em tensão trifásica e ter circuito de comando (nos painéis da planta), com relés temporizadores Schneider Electric, código RE17RLMU para a função tON (tempo operando) e tOFF (tempo desligado) para o acionamento da bomba. A lubrificação deverá ocorrer no circuito “Manual” e no circuito “Automático”, sem a atuação de CLP.

As bombas dosadoras de produtos químicos empregadas nos processos de tratamento deverão ter motores trifásicos. O controle de velocidade poderá ser realizado por inversor de frequência instalado nos painéis da planta ou ter o controle de velocidade incorporado. Essa definição deverá ser tratada com a contratante.

Os sopradores de ar deverão ser acionados por inversores de frequência instalados nos painéis de potência dos processos (CCMs). As máquinas precisarão ter painéis de comando próprios, que, inclusive, terão de ser alimentados via CCMs dos processos. É esperado que os painéis das máquinas e o CCM tenham sinais elétricos de comando, intertravamentos e *status*. Portanto, os circuitos de comando dos motores dos sopradores deverão estar adequados para a interface entre painéis.

Os equipamentos que tiverem painéis de comando próprios, como centrífugas, roscas desaguadoras, preparadores de polímero, grades mecanizadas, peneiras finas, geradores de hipoclorito, sistemas UV etc., deverão ser alimentados pelos painéis de potência locais do processo (planta ou estação), por meio de disjuntores alimentadores individualizados.

A interface com esses equipamentos será feita pelo CLP local do processo. Poderão ser adotadas comunicações digitais no protocolo Ethernet/Modbus. Será necessário que tais máquinas tenham seus próprios CLPs, (previamente aprovados pela Iguá Saneamento).

O CLP adotado deverá estar em alinhamento com as diretrizes deste documento e ser, no mínimo, do fabricante Schneider (TM221CE40T), já com a previsão de separação das redes de comunicação internas do painel da máquina da rede do processo ou planta.

Todos os instrumentos de medição de vazão e de nível deverão ter IHM (conversor) remota, alimentada, preferencialmente, em 220Vca, com interface protocolo RS-485/Modbus. Não serão aceitos instrumentos com IHM/display acoplada ao instrumento. Em relação aos medidores de vazão, deverá ser prevista a leitura de volume acumulado em m³.

Para a instrumentação analítica de processo, os controladores/IHM deverão ser remotos, alimentados em 220Vca, com interface protocolo RS-485/Modbus e/ou Ethernet/Modbus.

Todas as entradas e saídas analógicas 4~20mA “de” e “para” o campo deverão ter protetores adequados. As redes RS-485/Modbus “de” e “para” o campo deverão ter protetores de surto.

As redes RS-485/Modbus partirão do CLP até cada equipamento na configuração “estrela”, por meio de *hub* RS-485, da marca Schneider e código LU8GC3.

As chaves de nível do tipo boia, sensores de proximidade, as chaves do tipo capacitivas, as chaves do tipo pás rotativas “Rotonivo”, com alimentação em 220Vca, deverão ter um contator auxiliar acionado por eles em 220Vca para interface com as entradas em 24Vdc dos CLPs, via contatos auxiliares desses contadores. As devidas proteções por disjuntores, bornes-fusíveis, fusíveis etc. deverão ser consideradas pela empresa contratada para o fornecimento.

Todas as bombas deverão ter intertravamento elétrico com as suas respectivas boias ou chaves de “Nível Muito Baixo” ou de “Nível Baixo”, se existirem. Conforme apresentado em item anterior, um contator auxiliar para interface com os instrumentos de campo em 220Vca deverá ser utilizado para o bloqueio e o desligamento dos circuitos de comando auxiliares de cada partida de motor.

Relés de proteção do próprio fabricante das bombas deverão ser instalados nos painéis de potência da planta e atrelados aos respectivos circuitos elétricos de comando das bombas. O sinal de falha do relé deverá intertravar eletricamente o circuito de comando da bomba e indicar para o CLP. A alimentação desses relés deverá ser prevista em 220Vca.

Todos os cabos de potência e de sinais deverão ser segregados fisicamente, de modo que não se toquem ou se misturem, para evitar interferências eletromagnéticas entre eles. Isso valerá, principalmente, para a distribuição elétrica nas estações ou nas plantas.

Cada partida de motor deverá ter seu próprio circuito de comando auxiliar por contadores auxiliares. Não será permitido que as funções desses circuitos de comando sejam feitas diretamente ou por meio dos CLPs e/ou pelos próprios acionamentos.

A sinalização de *status* (“ligado” e “desligado”), de seleção “Manual – 0 – Auto” e de falhas, a atuação dos botões “Liga” e “Desliga” e o acionamento das sinalizadores luminosos deverão ser feitos pelos circuitos de comando auxiliares. Os inversores de frequência não serão utilizados como remotas de I/O dos CLPs.

Todas as saídas digitais dos CLPs conectados a equipamento instalado em campo deverão ter um relé ou um contator auxiliar (externo ao CLP), e atrelado a essas saídas do CLP em 220Vca. Exemplo são as válvulas solenoides, que deverão ter bobinas em 220Vca e estar normalmente em campo.

Os inversores de frequência a serem adotados para a composição dos painéis elétricos deverão ser da marca Schneider (família Process, modelo ATV-630). Tais inversores deverão ser fornecidos com interface gráfica (IHM) e módulo de comunicação Ethernet/Modbus com porta RJ-45. A proteção de entrada de todos os inversores de frequência deverá ser feita por disjuntores, de acordo com as especificações da

Schneider Electric. A responsabilidade pela especificação dessas proteções será da empresa contratada pelo fornecimento.

As partidas por inversor de frequência deverão ter, obrigatoriamente, rampa de partida e rampa de parada ajustáveis. Todas as referências de velocidade para os inversores de frequência serão via rede Ethernet/Modbus ou RS-485/Modbus. As leituras provenientes dos inversores de frequência serão via rede Ethernet/Modbus ou RS-485/Modbus.

Os sinais de falha e de habilitação do inversor serão via I/O (entradas/saídas) de cada acionamento, por meio de circuitos de comando de cada partida, com contatores auxiliares.

As partidas *soft-starter* (se estiverem previstas) para a composição dos painéis elétricos poderão ser da marca Schneider (família Altistart ATS-48). Para potências menores do que 7,5CV, poderão ser empregadas *soft-starters* da família Altistart ATS-01.

Todas as *soft-starters* deverão ser fornecidos com *display* para configuração e diagnóstico, e módulo de comunicação RS-485/Modbus, com porta RJ-45.

A proteção de entrada de todas as *soft-starters* deverá ser feita por disjuntores, de acordo com as especificações da Schneider Electric. A responsabilidade pela especificação dessas proteções será da empresa contratada pelo fornecimento. Todas as partidas por *soft-starter* deverão ter rampa de partida e rampa de parada.

As leituras provenientes dos inversores de frequência deverão ser via rede RS-485/Modbus. Os sinais de falha da *soft-starter* e de habilitação *soft-starter* serão via I/O de cada acionamento, por meio de circuitos de comando de cada partida, com contatores auxiliares.

As bombas de alimentação de lodo, de alimentação de polímero e de água de serviço (para limpeza) de sistemas de desaguamento (centrífugas ou roscas desaguadoras) deverão ser acionadas pelos painéis de potência (CCMs) da planta. Para o funcionamento dessas bombas, deverá ser prevista a interface de sinais (I/O físico e/ou comunicação digital) entre os painéis do fabricante das máquinas e os CCMs/CLPs da planta.

As roscas transportadoras de detritos de grades mecanizadas e/ou de peneiras finas deverão ser acionadas pelos painéis de potência (CCMs) da planta. Para o funcionamento dessas roscas transportadoras, deverá ser prevista a interface de sinais (I/O físico e/ou comunicação digital) entre os painéis do fabricante das máquinas e os CCMs/CLPs da planta.

Em relação às bombas de limpeza (se existirem e estiverem com acionamento pelo painel das máquinas, no mínimo), deverá ser prevista a troca de sinais para o intertravamento do *status* ou do alarme de "falta de água". Essa condição também se aplicará para preparadores de polímero dotados de bombas *booster* de entrada de água.

Todos os instrumentos com sinal analógico 4~20mA a 2 fios (alimentação em 24Vdc em loop, com o sinal analógico 4~20mA) não poderão estar interligados num mesmo cartão/módulo de CLP com instrumentos que tenham sinal analógico 4~20mA a 4 fios (sinal analógico 4~20mA independente da alimentação do instrumento).

Os CLPs a serem adotados deverão ser da marca Schneider Electric (famílias M221, M241, M251 e M580).

A seguir, algumas orientações gerais para a composição dos CLPs:

- As IHMs, se existirem, deverão ser conectadas, apenas, na porta de serviço da CPU do CLP. Se forem conectadas em Ethernet, as IHMs deverão ficar na rede interna do painel e, sempre, em nível abaixo do CLP.
- Deverá ser prevista uma porta de serviço para a conexão de *notebook* (para programação e manutenção).
- Deverão ser considerados, no mínimo, 20% de I/O (E/S) reservas para digitais e analógicas. Valores quebrados deverão ser sempre arredondados para maior.
- Sugere-se que as redes Modbus/RTU não tenham mais do que 8 escravos por rede. Essa premissa deverá ser avaliada no projeto executivo e validada pela Iguá Saneamento.
- As redes Modbus/RTU (RS-485/Modbus) deverão utilizar o HUB Modbus Schneider (código LU9GC3 e terminador código: VW3A8306RC).
- As redes Modbus/RTU internas dos painéis (para ligação de *soft-starter*, por exemplo) e a rede de campo (para ligações de instrumentação e atuadores elétricos, por exemplo) deverão estar interligadas em canais RS-485 diferentes.
- Para entradas e saídas analógicas, sugere-se a utilização de borneiras Telefast (códigos: ABE7CPA02 e ABE7CPA021).
- Para entradas e saídas digitais, indica-se a utilização de borneiras Telefast (códigos: ABE7H16R21 e ABE7R16S210).
- *Rack* utilizado pelo CLP deverá ter, no mínimo, 2 *slots* vazios.
- Deverá ser previsto espaço na lateral do CLP para a expansão futura de cartões/módulos.
- Os *switches* Ethernet de ligação entre painéis (entre CLPs), numa mesma planta (exemplo: para vários painéis de uma ETE ou ETA), deverão ser do tipo gerenciável de 6 portas TX e de duas portas FX multimodo (marca Schneider, código: TCSESM083F2CU0).
- Os *switches* internos ao CCM para interligação dos acionamentos deverão ser do tipo básico gerenciável de 8 portas (marca Schneider código: TCSESB083F23F0), com topologia em anel entre os *switches* e o controlador, e em estrela para os acionamentos.

Deverão ser apresentados previamente os desenhos e a lista de materiais de todos os painéis elétricos para aprovação. Será de inteira responsabilidade da empresa contratada pelo fornecimento dos painéis o dimensionamento e a instalação de toda ventilação forçada necessária para todos as colunas dos painéis, de modo que sejam atendidas as exigências dos fabricantes dos equipamentos montados nesses painéis. Também deverão ser instalados filtros de pó nas grelhas de ventilação. Cada coluna deverá conter uma chave do tipo micro fim de curso para desligamento da ventilação quando a porta da respectiva coluna estiver aberta.

Deverão ser previstas, pelo menos, duas tomadas de energia nas colunas dos CLPs visando à alimentação de *notebook* e de outros acessórios.

Deverá ser prevista iluminação nas colunas dos painéis elétricos com acionamento por chave do micro fim-de-curso. Deverão ser previstas, também, resistências de aquecimento para os painéis elétricos com acionamento por termostatos reguláveis.

Especial cuidado terá de ser tomado em relação às partes metálicas expostas internas dos painéis elétricos. As partes metálicas nuas e eletrificadas deverão ter proteção mecânica/física contra toque para que sejam evitados acidentes. Deverá ser garantida a proteção para os barramentos contra a corrosão, especialmente para aquelas instalações em ETEs e/ou próximas do mar.

Os instrumentos de medição (nível, vazão etc.), analíticos e de processo (pH, OD, Redox, SST etc.) deverão ter disjuntores individuais para seus controladores/IHMs com alimentação em 220Vca.

Atenção especial deverá ser dedicada aos instrumentos alimentados em 24Vdc em *loop*, com os seus sinais analógicos 4~20mA. A proteção deverá ser individual, mas, para tais casos, terá de ser devidamente especificada.

Para interligação dos CCOs de plantas como ETAs e ETEs de grande porte com sua rede interna de automação, deverá ser previsto um *rack* 19", no CCO local, com placa em acrílico e circuito elétrico de comando e proteção para *switches* industriais (a quantidade de *switches* irá depender do projeto de interligação).

Os *switches* não poderão ser interligados. O primeiro *switch* deverá ser utilizado para a interligação das placas Ethernet de cada servidor SCADA do CCO à rede interna de automação, com os CLPs da planta e as estações de bombeamento remotas. O segundo *switch* interligará as duas placas Ethernet de cada servidor SCADA com a rede corporativa da unidade da Iguá Saneamento.

Os *switches* serão da Schneider Electric (código TCSESM083F2CU0). Como alternativa à placa de acrílico, poderá ser utilizado um adaptador para trilho de fixação da marca Phoenix Contact (código FL DIN RA – 2891053), conforme mostra figura a seguir:



Adaptador de placa de acrílico para trilho DIN

Todo CCO deverá ter um *no-break* com potência e autonomia adequadas, preferencialmente, alimentado em 220Vca trifásico para atendimento dos servidores SCADA, *switches*, rádios etc. O equipamento deverá ser da marca APC Schneider. Ele poderá ser instalado dentro do *rack* 19” citado no item anterior.

Caso sejam adotados no CLPs, os *no-breaks* deverão ser da marca APC/Schneider, com potência mínima de 1kVA. O *no-break* deverá ter um contato seco livre de potencial para indicação de falha, defeito ou anomalia no equipamento para sinalização aos respectivos CLPs ou remotas.

Em suas versões finais, os diagramas elétricos de cada painel deverão ser fornecidos pela empresa contratada em papel (encadernados) e em mídia eletrônica, na extensão ou no formato “dwg” (AutoCAD).

Os arquivos eletrônicos editáveis dos programas dos CLPs, SCADA e IHMs, deverão ser entregues (em suas últimas versões e sem senhas), no final da obra, pela empresa contratada para a unidade da Iguá Saneamento.

Sempre que possível, deverá ser adotada a arquitetura da rede de comunicação dos CLPs das plantas como ETAs e ETEs na topologia de anel em redundância, de modo a garantir a continuidade do funcionamento da automação de todos os processos e *softwares* SCADA.

Caso sejam empregadas, as fibras ópticas para a interligação entre os painéis de uma mesma planta, como ETAs, ETEs e estações de bombeamento deverão seguir as seguintes recomendações:

- Ser do tipo multimodo com, no mínimo, 3 pares de fibras e proteção para a instalação ao ar livre, na umidade e na presença de roedores.
- Todos os materiais relacionados à execução deverão ser considerados na proposta e fornecidos, como cabos de fibra óptica, conectores, DIOS, TIOs, distribuidores ópticos, gavetas para *racks* 19”, concentradores ópticos, cordões ópticos, *patch cords*, emendas ou *jumpers* ópticos, anilhas, cintas plásticas, canaletas plásticas, suportes, cintas metálicas, roldanas, rebites parafusos.
- Todos os serviços relacionados a execução devem ser considerados, como: conectorização, fusão, lançamento das fibras, identificação das fibras, certificação das fibras (com emissão de laudos), emendas, etc.

Todos os painéis deverão ser instalados sobre uma base de concreto ou de alvenaria, com altura máxima de 100 mm e caneleira/fundo para a entrada/saída de cabos.

Equipamentos ou máquinas como peneiras finas, gradeamento mecanizado, pontes-desarenadoras, roscas desaguadoras, centrífugas, geradores de hipoclorito (caso tenham painéis e CLPs próprios) deverão entrar em operação somente após o envio do sinal de habilitação remota (a partir do sistema de automação da planta ou processo local).

Cada máquina também deverá ter seletoras “Manual – 0 – Automático”, com sinalização de *status* para o CLP da planta. Isso também deverá ocorrer para os sinais de falhas. Exemplo: conjunto de desaguamento de lodo com apenas um painel de comando, mas com duas máquinas. Para essa situação, serão empregadas duas seletoras “Manual – 0 – Automático” – uma por máquina. As falhas deverão ser também individualizadas.

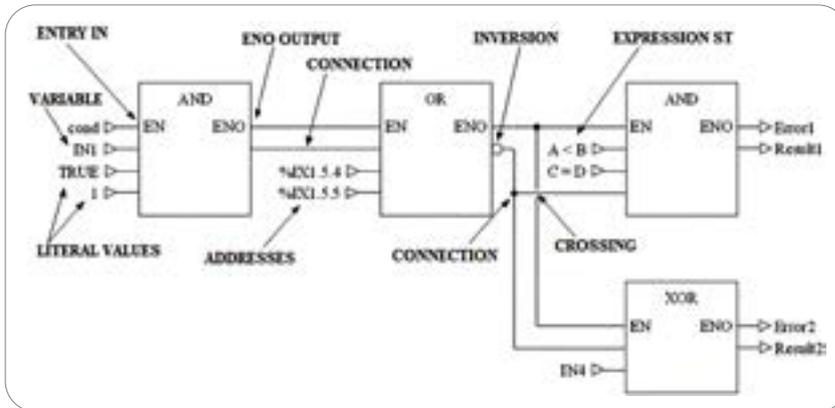
Todos os instrumentos de medição de nível utilizados para a operação das máquinas, especificamente para as peneiras finas e de gradeamento mecanizado, deverão ter os sinais interligados e ser alimentados pelos painéis da planta, e não pelos painéis das máquinas. Dessa forma, será possível alterar os *set-points* de atuação das máquinas pelo SCADA. Isso não acontecerá se forem possíveis a leitura e a escrita nos próprios CLPs das máquinas pelo CLP local da planta, e desde que a programação das máquinas atenda aos requisitos de comando, hierarquia de comando e revezamentos previstos neste Manual.

Para os pontos de telemetria (medição de pressão e/ou de vazão e/ou VRPs), deverão ser previstos os seguintes itens:

- Desenvolvimento de lógica de automação e telemetria para as leituras de pressão (em mca), vazão instantânea (em l/s ou m³/h) e volume acumulado (em m³).
- Preferencialmente deverá ser adotado o CLP da marca Schneider, com as seguintes possibilidades de modelos: M221 (código TM221CE40T), M241 (código TM241CE40T), com módulos analógicos, conforme a aplicação: código TM3AI4 (entradas analógicas) e código TM3AQ4 (saídas analógicas). Conforme foi apresentado no início deste documento, a Iguá Saneamento poderá aceitar a utilização de relé programável do tipo Zélio, desde que haja o monitoramento de poucas variáveis e que o processo não seja tão crítico.
- Poderá ser prevista a lógica de *data-logger* para registro dos dados coletados para efeitos de *backup* no caso de falha da comunicação com o *software* SCADA.
- Comunicação com o *software* SCADA via *modem* 3G ou 4G, dual SIMM. Não serão aceitas soluções GPRS e *modem-I/O*. A seguir, algumas opções:
 - Marca Schneider, modelo Edge Box (códigos: Edge Box = HMIBMIEA5DD1101; *MODEM 3G/4G* = HMIYMIN4GBR1; trilho DIN = HMIYADBMODIN11).
 - Marca iTech, com roteador industrial celular Robustel, modelo R3000-3P.
- Deverão ser criadas todas as VPNs necessárias para a comunicação com cada ponto monitorado. Os acessos se darão pela placa Ethernet de cada servidor SCADA com a rede corporativa. Todas as questões de segurança cibernética deverão ser providenciadas.
- Toda e qualquer solução deverá ser aprovada previamente pela Iguá Saneamento.
- O painel/quadro elétrico deverá ter as seguintes características:
 - Quadro metálico de comando, construído em aço carbono com revestimento em pintura eletrostática a pó (Epóxi), na cor cinza, dobradiças e eixos metálicos com tratamento anticorrosivo, fecho metálico tipo lingueta com chave tipo Yale, proteção IP66 e IK10 (para instalação ao tempo), e placa de montagem na cor laranja. Dimensão externa mínima sugerida: 500 mm x 400 mm x 250 mm.
 - Instalação ao tempo.
 - Proteção contra curto-circuito e sobrecargas nas linhas de força.
 - Proteção contra surto nas linhas de força (DPS) e de sinais.
 - Fonte 24Vcc marca Schneider.
 - Banco de baterias com autonomia mínima de 3 h.

- Placas solares (painéis fotovoltaicos) para a alimentação elétrica do painel.
- Instalação em poste de concreto duplo T 7m 100 daN.
- Deverão ser previstos todos os sinais de *status*, conforme os parâmetros monitorados/medidos para cada ponto de telemetria:
 - Leitura de pressão – em mca (com gráfico no SCADA).
 - Leitura de vazão – em l/s ou m³/h (com gráfico no SCADA).
 - Leitura de volume acumulado – em m³.
 - Alarme de pressão baixa.
 - Alarme de pressão muito baixa.
 - Alarme de pressão alta.
 - Alarme de pressão muito alta.
 - Alarme de vazão baixa.
 - Alarme de vazão muito baixa.
 - Alarme de vazão alta.
 - Alarme de vazão muito alta.
 - Alarme de falha do medidor de pressão (entre CLP e medidor).
 - Alarme de falha do medidor de vazão (comunicação entre medidor e CLP).
 - Alarme de falha de comunicação e/ou energia (entre CLP e SCADA/CCO).
 - Deverão ser previstos todos os telecomandos possíveis.
 - Telecomando de *set-point* de ajuste do alarme de pressão baixa.
 - Telecomando de *set-point* de ajuste do alarme de pressão muito baixa.
 - Telecomando de *set-point* de ajuste do alarme de pressão alta.
 - Telecomando de *set-point* de ajuste do alarme de pressão alta.
 - Telecomando de *set-point* de ajuste do alarme de vazão baixa.
 - Telecomando de *set-point* de ajuste do alarme de vazão muito baixa.
 - Telecomando de *set-point* de ajuste do alarme de vazão alta.
 - Telecomando de *set-point* de ajuste do alarme de vazão muito alta.
 - Telecomando de *set-point* para controle de pressão pela VRP (atuará pelo PID nos modos Automático + Local).
 - Telecomando de seleção “Manual – Automático” (em “Manual”, valerá o telecomando de *set-point* de pressão remoto).
 - Telecomando de seleção “Local – Remoto” da VRP.
 - Telecomando de comando de abertura remota da VRP (irá variar de 0% a 100%, com atuação se estiver nos modos “Automático” + “Remoto” + “Abre”).
 - Telecomando de Reset de Falhas – Não/Sim (deverá retornar à posição “Não” por temporização no *ladder* do CLP).
 - Deverão ser seguidas as premissas e as especificações técnicas descritas neste documento.

- Linguagem de Bloco de Função – FBD (Function Block Language).



Modelo de linguagem FDB

- Instruction List (IL).

```
LD A
ADD B
SUB (
LD C
MUL D
)
ST E
```

Modelo de linguagem I

- Structured Text (ST).

```
Instruction      Operator      Operand
D = B*B - 4*A*C
IF D < 0.0 THEN NROOTS = 0;
ELSEIF D = 0.0 THEN
  NROOTS = 1;
  X1 = -B / (2.0*A);
ELSE
  NROOTS = 2;
  X1 = (-B + SQR(D)) / (2.0*A);
  X2 = (-B - SQR(D)) / (2.0*A);
END_IF;
```

Modelo de linguagem ST

A linguagem *ladder* será a principal, devendo ser considerada como a preferencial para a maioria dos casos de programação. As demais linguagens serão destinadas aos casos nos quais a *ladder* não for suficiente para as lógicas e programações necessárias e empregadas apenas em complementação.

Para as leituras dos transmissores de vazão com interface RS-485/Modbus, especialmente, para volume acumulado em m³, deverá ser utilizada a lógica para leitura Double Precision Float 64 bits (IEEE 754-1985). Os protocolos de comunicação serão o Modbus e o Ethernet/Modbus.

Os programas deverão ser organizados em pastas e/ou subpastas por afinidade de função. Exemplos: alarmes, comunicações, lógicas operacionais e Intertravamentos e normalização (endereçamento de troca de dados de/para o SCADA em endereços %MWs).

Será permitida a utilização de macros, desde que elas sejam nativas do próprio CLP.

Na contratação, deverão ser previstas a configuração e a parametrização de todos os módulos do CLP: CPUs, módulos de comunicação, módulos de entradas e/ou de saídas digitais e módulos de entradas e/ou de saídas analógicas, *racks* etc.

Na contratação, também deverão ser previstas a configuração e a parametrização de itens como *switches* Ethernet, *bridges* Ethernet/RS-485-Modbus, módulos de comunicação de inversores e *soft-starters*, relés de proteção, relés inteligentes, medidores de grandezas elétricas, módulos de comunicação de disjuntores, placas de rede de servidores, instrumentos com comunicação Ethernet/Modbus e/ou RS-485/Modbus etc.

Todas as programações das comunicações digitais deverão ser previstas da seguinte forma:

- SCADA ↔ SCADA – Protocolo Ethernet/Modbus.
- SCADA ↔ CLPs – Protocolo Ethernet/Modbus.
- CLPs ↔ CLPs – Protocolo Ethernet/Modbus.
- CLPs ↔ Inversores de frequência – Protocolo Ethernet/Modbus e/ou RS-485/Modbus.
- CLPs ↔ *Soft-starters* – Protocolo Ethernet/Modbus e/ou RS-485/Modbus.
- CLPs ↔ Instrumentos – Protocolo Ethernet/Modbus e/ou RS-485/Modbus e/ou 4~20mA.
- CLPs ↔ CLPs Máquinas/Equipamentos – protocolo Ethernet/Modbus.

A empresa contratada pelos serviços de automação deverá fornecer à unidade da Iguá Saneamento cópia, em mídia eletrônica, da última versão do programa em execução em cada CPU dos CLPs, assim como todos os parâmetros configurados em acionamentos, *switches*, rádios, *bridges* etc.

A contratada deverá utilizar *tags* para todas as variáveis empregadas na programação, assim como para as entradas e saídas físicas dos CLPs (I/Os), variáveis auxiliares, temporizadores, blocos de programação, *status*, alarmes e afins. Também deverá haver, sempre, comentários sucintos nas linhas de programação.

Não será permitido o uso de senhas nas CPUs dos CLPs e IHMs (e equipamentos afins), exceto se houve orientação para que isso ocorra.

A empresa contratada para os serviços de automação deverá apresentar, previamente, um plano de endereçamento de IPs de todos os equipamentos para a aprovação da contratada. A empresa contratada também deverá apresentar, previamente, um plano de endereçamento das Words de Memória “%MWs” de cada equipamento para a aprovação da Iguá Saneamento – em especial, as que serão utilizadas para o endereçamento de comunicação. A empresa deverá, ainda,

programar as lógicas de funcionamento e de intertravamentos necessárias para todos os equipamentos e processos.

Deverão ser fornecidos os descritivos de automação por processo para a aprovação da Iguá Saneamento. As filosofias de automação e padrões terão de seguir aos padrões deste documento.

Todos os programas dos CLPs deverão ter, no mínimo.

- Lógicas de funcionamento e/ou de operação dos equipamentos em automático.
- Lógicas de intertravamentos operacionais e de proteção.
- Lógicas de revezamento por tempo e/ou por falha para todos os equipamentos.
- Lógicas de alarmes.
- Lógicas de telecomandos.
- Lógicas de horímetros (tempo de funcionamento) de cada equipamento.
- Lógicas ou algoritmos de controle PID.
- Lógicas de comunicação digital.
- Lógicas e endereços de memória (%MW) para o interfaceamento com o *software* SCADA.
- Lógicas e endereços de memória (%MW) para o interfaceamento com todas as IHMs.
- Lógicas e endereços de memória (%MW) para o interfaceamento com todas as partidas de motores.
- Lógicas e endereços de memória (%MW) para o interfaceamento com os relés de grandezas elétricas, relés de proteção SEPAM, disjuntores alimentadores e de entrada de painéis.
- Lógicas e endereços de memória (%MW) para o interfaceamento com todos os instrumentos de medição (nível, pressão, vazão etc.) e/ou de processos/analíticos.
- Lógicas e endereços de memória (%MW) para o interfaceamento com todos os equipamentos e máquinas da planta (exemplos: preparador de polímero, centrífugas, roscas desaguadoras, sistemas de desinfecção UV, gerador de hipoclorito.)
- Demais lógicas e programas necessários para a completa e perfeita execução do sistema de automação e telegestão.

Deverão ser programados e ajustados/sintonizados todos os laços de PID, previstos para os processos. A seguir, os principais exemplos:

- PID de controle de pressão de saída da linha de recalque de água (para estações de bombeamento de água e/ou *boosters*):
 - Instrumento de medição: transmissor de pressão.
 - Equipamento de atuação: inversor de frequência nas bombas.
- PID de controle de nível do poço de sucção de Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) ou EEEBs (Estações Elevatórias de Esgoto Bruto) de entrada de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs):

- Instrumento de medição: transmissor de nível.
- Equipamento de atuação: inversor de frequência nas bombas.
- PID de controle de pH de entrada de água bruta de Estações de Tratamento de Água (ETAs) ou de esgoto bruto de ETEs – dosagem de alcalinizantes (leite de cal, soda, geocálcio etc.):
 - Instrumento de medição: medidor analítico de pH.
 - Equipamento de atuação: inversor de frequência nas bombas de dosagem.
- PID de controle de dosagem de químicos em ETAs – dosagem de flúor e/ou cloro:
 - Instrumento de medição: analisadores de flúor e/ou de cloro
 - Equipamento de atuação: inversor de frequência nas bombas de dosagem.
- PID de controle de oxigênio dissolvido (OD) em tanques de aeração:
 - Instrumento de medição: medidor analítico de oxigênio dissolvido.
 - Equipamento de atuação: inversor de frequência nos sopradores de ar e/ou por válvulas com atuadores elétricos modulantes.
- PID de controle de pressão de ar no manifold de saída dos sopradores de ar de ETEs:
 - Instrumento de medição: transmissor de pressão.
 - Equipamento de atuação: inversor de frequência nos sopradores de ar.
- Todos os valores dos parâmetros configurados nos PIDs deverão ser fornecidos para a contratante.

Será permitida a troca de dados entre os CLPs de diferentes estações para efeitos de intertravamentos e/ou troca de dados, desde que haja a utilização de uma rede de automação e elas estejam dentro do mesmo território de atuação da unidade (SPE) da Iguá Saneamento.

4.8 PROGRAMAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DOS SOFTWARES SCADA

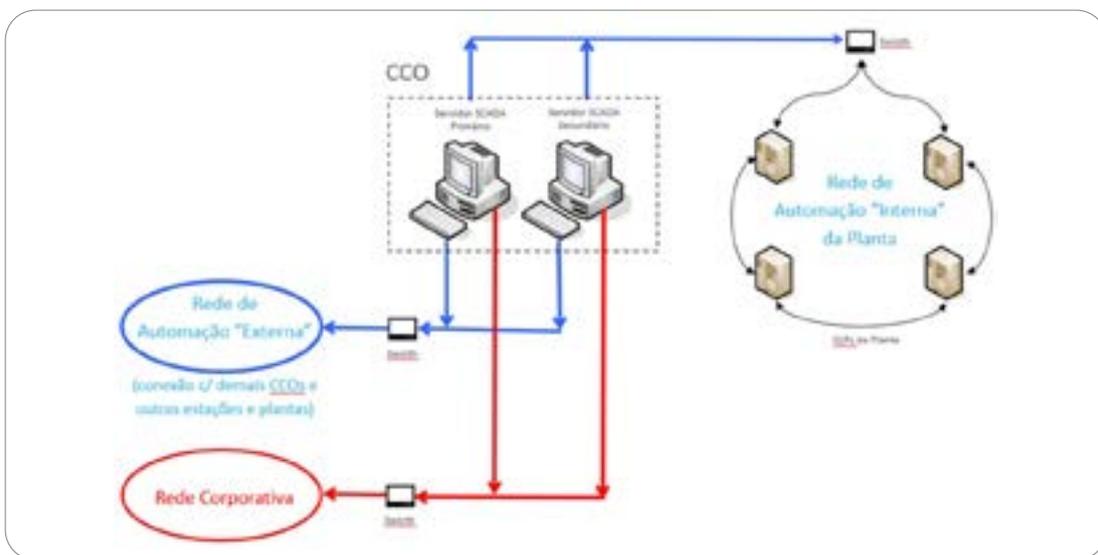
São todos os serviços técnicos necessários para a programação e configuração dos *softwares* SCADA dos Centros de Controle Operacional (CCO).

O *software* SCADA padrão será o Schneider Vijeo Citect, versão 7.40, Service Pack 2 (ou a última versão disponível). A quantidade de *tags* deverá ser definida conforme cada projeto e, em seguida, validada.

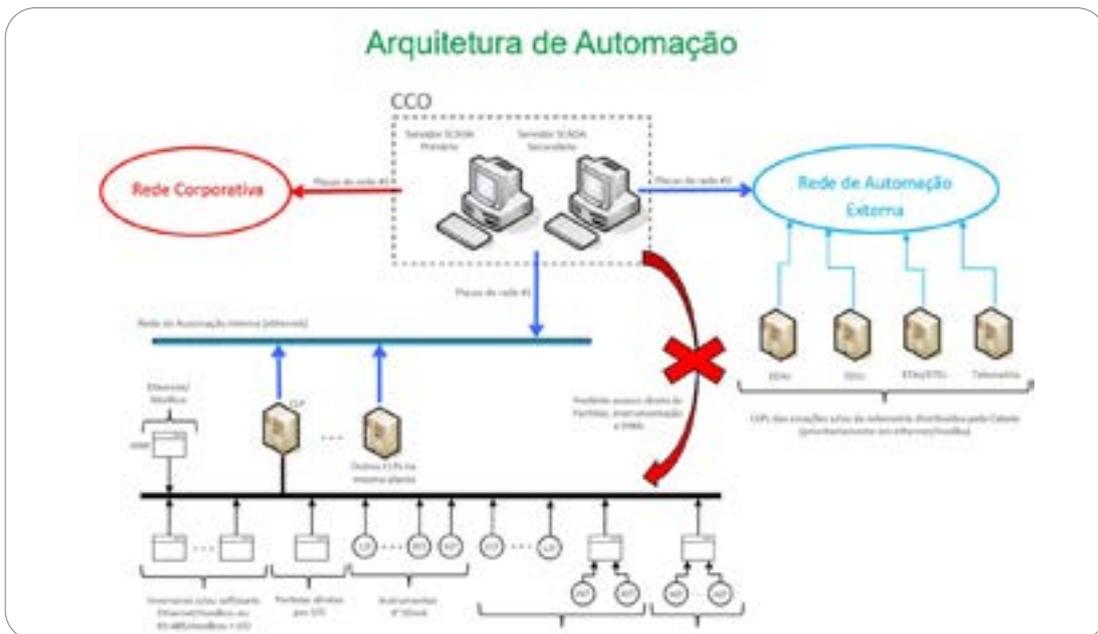
A configuração preferida será aquela na qual os servidores SCADA serão configurados e programados para operarem em redundância com outro servidor SCADA num mesmo CCO local. Caso não existam 2 servidores SCADA e redundantes entre eles, esse único servidor deverá estar em redundância com um dos servidores SCADA da *holding*.

Nesse contexto, as possíveis configurações são as seguintes:

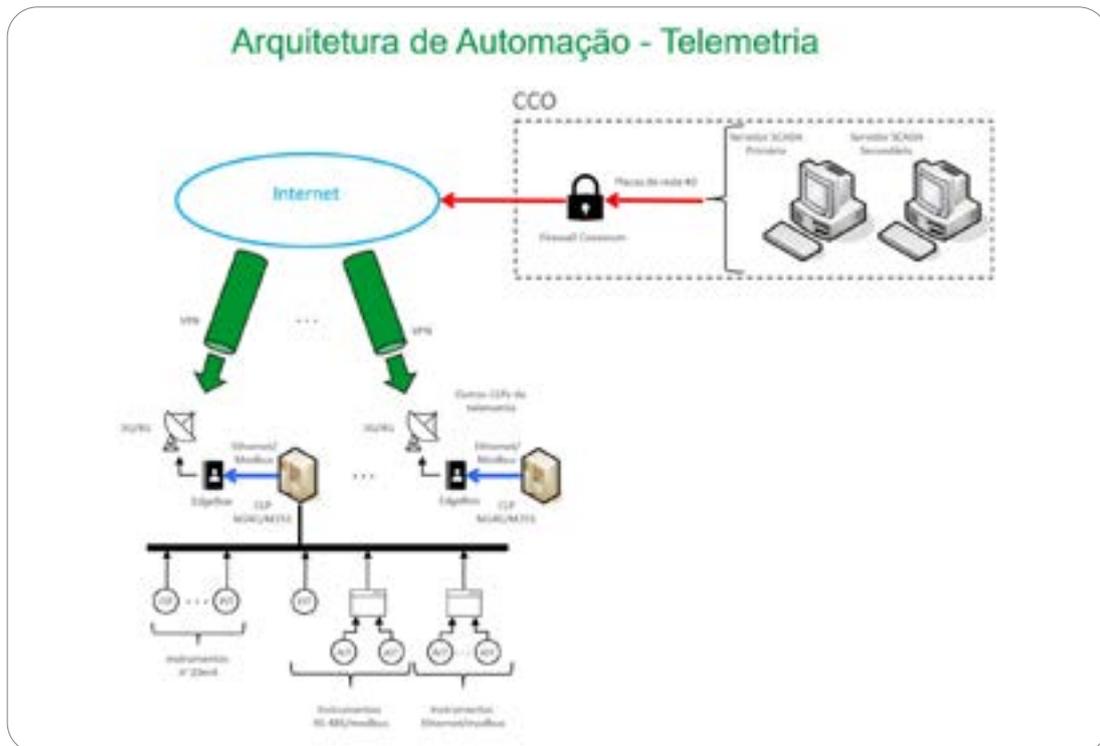
- Configuração mínima: um servidor SCADA no CCO da unidade em redundância com um servidor SCADA na *holding* ou em nuvem.
- Configuração ideal: 2 servidores SCADA localizados num mesmo CCO da unidade em redundância um com o outro, além de comunicação com o SCADA da *holding*.
- Para cada ETE de médio ou grande porte e processo de tratamento complexo, deverá ser previsto 1 servidor SCADA local, com sua redundância sendo feita por um dos servidores do CCO da unidade.



Arquitetura-padrão para os servidores SCADA



Arquitetura padrão de comunicação dos CLPs



Arquitetura-padrão de comunicação para os CLPs da telemetria com 3G/4G

Os protocolos de comunicação a serem empregados com os CLPs serão o Modbus e o Ethernet/Modbus. Cada servidor SCADA deverá ter uma placa Ethernet para a rede de comunicação, sendo uma para a rede de automação interna da planta (para comunicação com os CLPs da planta, se existirem), uma para a rede de automação externa (para comunicação com os CLPs das estações remotas da unidade) e uma para a rede corporativa (para a comunicação com a rede de computadores da contratante e com o CCO central da *holding*, em São Paulo).

Todas as placas de rede Ethernet dos servidores SCADA deverão ser configuradas em famílias de endereçamento de IP diferentes entre as redes de comunicação mencionadas no item anterior.

Não serão permitidos comunicações e/ou acessos entre as placas de rede Ethernet de cada um dos servidores SCADA. Não serão permitidos comunicações e/ou acessos entre as diferentes redes de comunicação.

Os CLPs da planta não serão acessíveis, em qualquer hipótese ou circunstância, externamente, por meio de uma das redes de comunicação dos servidores SCADA.

Os inversores de frequência, *soft-starters*, relés de proteção SEPAM, relés inteligentes, medidores de grandezas elétricas, disjuntores, *switches*, *bridges* etc. somente serão acessíveis para configuração e programação locais. Também não serão acessíveis, externamente, por qualquer rede de comunicação dos servidores SCADA.

Não serão permitidas comunicações diretamente pelos *softwares* SCADA com os instrumentos, os acionamentos de partidas, as máquinas ou os equipamentos (centrífugas, roscas desaguadoras etc.). A comunicação somente ocorrerá por meio dos CLPs.

Será permitida a utilização de macros de programação e/ou de configuração desde que elas sejam nativas do *software* SCADA.

Deverá existir atenção especial quanto à aplicação de *modems* GRPS ou 3G/4G. Uma vez que a comunicação com essas tecnologias demandará o uso de *software* de gerenciamento dos dados (para que cheguem ao SCADA), não será permitido que *softwares* desse tipo convivam nos mesmos servidores SCADA. Ou seja: a cada implementação de novas aplicações (CLPs de novas estações) nos SCADA, deverá ser utilizado o mesmo *software* de comunicação existente e em funcionamento. Não serão permitidos vários *softwares* de comunicação convivendo nos servidores SCADA.

Deverão ser configurados e parametrizados itens como placas de rede Ethernet, *switches* Ethernet, roteadores, *bridges* Ethernet/RS-485-Modbus, módulos de comunicação de inversores e *soft-starters*, relés de proteção, medidores de grandezas elétricas, módulos de comunicação de disjuntores, instrumentos com comunicação Ethernet/Modbus e/ou RS-485/Modbus, para que sejam viabilizadas as comunicações necessárias com os CLPs e os *softwares* SCADA.

A empresa contratada para os serviços de automação deverá fornecer à unidade da Iguá Saneamento cópia, em mídia eletrônica, da última versão do programa e/ou das telas em execução em cada servidor SCADA. Os arquivos não poderão estar protegidos por senhas e/ou por outro meio. As senhas dos usuários cadastrados poderão ser mantidas. Contudo, deverá ser criado um *login* de administrador para a unidade, com senha a ser informada, acesso e direitos irrestritos a todos os níveis dos *softwares* SCADA.

A contratada deverá utilizar *tags* para todas as variáveis empregadas na programação. Também deverão constar, sempre (onde forem cabíveis), comentários sucintos nas linhas de programação.

Não será permitido o uso de senhas nos *softwares* SCADA, nos servidores, nos *switches*, nos rádios, nos roteadores e afins, exceto se existir orientação diferente dada pela contratante.

A empresa contratada para o fornecimento da automação deverá apresentar, previamente, um plano de endereçamento de IPs de todos os equipamentos para a aprovação da unidade da Iguá Saneamento.

A empresa deverá, ainda, apresentar, previamente, um plano de endereçamento das Words de Memória "%MWs" de cada equipamento para a aprovação da unidade da Iguá Saneamento – em especial, as utilizadas para o endereçamento de comunicação. A contratada deverá promover testes, e certificar para a contratante, todas as comunicações de cada servidor SCADA com as redes de comunicação, CLPs, servidores, equipamentos etc.

Ao final de cada dia de trabalho, a fornecedora da automação deverá entregar os servidores SCADA (nos *sites* previstos) em perfeito estado de funcionamento e de funcionalidade. Não será permitido que os sistemas operem parcialmente e/ou com pendências de funcionamento às vésperas de finais de semanas e feriados.

Todas as bibliotecas-padrões empregadas pela Iguá Saneamento poderão ser fornecidas para a elaboração de itens como telas de sinópticos, telecomandos, alarmes, *displays*, figuras, definição de cores, definição de animações, relatórios, mas, apenas para a empresa vencedora das contratações dos Termos de Referência (TR).

Sempre que for possível e tecnicamente viável, as estações de bombeamento deverão ser agrupadas conforme as suas respectivas ETAs e ETEs. Nesse caso, poderá haver a ocorrência de mais de um CCO, a depender da quantidade de estações e complexidade dos processos de tratamento das plantas envolvidas.

A configuração deverá ser verificada em projeto elétrico e de automação específico. A aquisição de dados entre CLPs de CCOs diferentes será permitida exclusivamente entre os servidores SCADA de cada CCO. Não será autorizada a aquisição de dados entre o SCADA de um CCO diretamente com os CLPs do SCADA de outro CCO.

Será permitida a troca de dados entre CLPs de diferentes estações para efeitos de operação, intertravamentos e/ou troca de dados, desde que ocorra o uso da rede de automação e num mesmo território de atuação da unidade (SPE) da Iguá Saneamento. Ou seja: a aquisição de dados por outros SCADA de plantas ou estações que não estejam responsáveis se dará, somente, por meio do SCADA responsável.

Para cada processo, ETA, ETE ou estação (CLPs) sob supervisão, deverá ser executado um alarme de falha de comunicação (com ícone pulsante e sonoro na respectiva tela do *software* SCADA e mensagens na barra de alarmes). Na tela principal, com o mapa da cidade, a planta geral do processo (abastecimento, esgotamento ou de tratamento), deverão ser inseridos todos os ícones de alarmes pertinentes.

As telas dos servidores SCADA terão a seguinte composição:

- Tela inicial com a logomarca da Iguá Saneamento.
- Tela inicial com o mapa do sistema de abastecimento de água, de esgotamento sanitário ou do processo de tratamento.
- Menus das telas.
- Menus dos relatórios.
- Menus dos gráficos de tendências.
- Atalhos para a mudança de tela.
- Sinópticos animados dos processos e dos equipamentos.
- Ícones de alarmes pulsantes e sonoros com reconhecimento individual por clique do *mouse*.
- Barras de mensagens de *status* com data e hora das ocorrências.
- Barras de mensagens de alarmes com a data e a hora da ocorrência, do reconhecimento e da normalização. O reconhecimento poderá ser feito, também, clicando-se diretamente na mensagem de alarme, desde que o usuário esteja logado.
- Figuras padronizadas com animação e coloridas de todos os equipamentos conforme o *status* do momento.
- Telecomandos padronizados com animação e coloridas de todos os equipamentos, conforme o *status* e/ou a seleção do momento.

- *Pop-ups* de telecomandos padronizados com animação e colorida de todos os equipamentos, conforme o *status* e/ou a seleção do momento.
- *Displays* padronizados das medições *on-line* de cada variável de processo medida distribuídos pelos sinópticos de cada área supervisionada.
- Telas específicas de telecomandos.
- Gráficos de tendências pré-executados.
- Relatórios-padrões (pré-programados).

Para os PIDs com parâmetros configuráveis via telecomandos de *set-point* nas telas do SCADA, o acesso e/ou as alterações somente ocorrerão com senhas de administrador. Na prática, essa condição deverá ser evitada. Os ajustes dos parâmetros terão de ser feitos localmente na programação do próprio CLP.

Por outro lado, a empresa contratada deverá garantir que, mesmo com a falta de comunicação entre o SCADA e o CLP, os valores de parametrização do PID não serão perdidos, e que será, sempre, mantido o último valor de *set-point* enviado pelo SCADA (a variação não poderá ser zerada).

Todos os arquivos editáveis dos *softwares* SCADA (nas suas últimas versões) deverão ser entregues para a contratante ao final da obra.

A seguir, alguns itens mínimos que deverão ser previstos para cada instalação de automação no *software* SCADA:

Status

- Desligado/Ligado.
- Manual/Automático (*status* de cada seletora nos painéis elétricos).
- Aberto/Fechado.
- Nível: Alto/Baixo.
- Movimento das pontes desarenadores.
- *Status* das centrífugas ou das roscas desaguadoras.
- *Status* de sistemas de preparo de polímero.
- *Status* do sistema de desinfecção.
- Disjuntor: Aberto/Fechado.
- Seccionadora: Aberta/Fechada.
- *Status* de grupo geradores.
- *Status* de grades mecanizadas.
- *Status* de peneiras finas.

Alarmes

- Falha (falha elétrica e/ou combinações de outras falhas com a falha elétrica).
- Discordância.
- Invasão patrimonial (contato seco atuado vindo de uma central de alarme patrimonial).
- Falta de energia e/ou de comunicação (para cada CLP – entre cada CLP e SCADA).
- Comunicação (entre CLP e cada instrumento).

- Nível: Alto/Baixo/Muito Alto/Muito Baixo.
- Vazão: Alta/Baixa/Muito Alta/Muito Baixa.
- Pressão: Alta/Baixa/Muito Alta/Muito Baixa.
- pH: Alto/Baixo/Muito Alto/Muito Baixo.
- OD: Alto/Baixo/Muito Alto/Muito Baixo.
- Alarmes das centrífugas ou das roscas desaguadoras de lodo.
- Alarmes das pontes desarenadores.
- Alarmes dos sistemas de preparo de polímero.
- Alarmes das válvulas automáticas.
- Alarmes dos sopradores de ar.
- Alarmes dos compressores de ar.
- Alarmes do sistema de desinfecção.
- Alarmes de grupos geradores.
- Alarmes de grades mecanizadas.
- Alarmes de peneiras finas.

Telecomandos

- Reset de falhas (deverá retornar à posição “Não” por temporização no *ladder* do CLP).
- Desliga/Liga.
- Abre/Fecha.
- Local/Remoto.
- *Set-points*.
- Habilita (habilitação de processos e/ou ciclos de equipamentos).
- Telecomandos das centrífugas ou das roscas desaguadoras.
- Telecomandos das pontes desarenadores.
- Telecomandos dos sistemas de preparo de polímero.
- Telecomandos do sistema de desinfecção.

Indicações

- Nível (m e % – com gráfico).
- Velocidade dos motores (em % – com gráfico; verificar outras informações disponíveis).
- Pressão (mca, bar – com gráfico).
- Vazão (l/s, m³/h – com gráfico).
- Volume acumulado (m³).
- Abertura (em % p/ as válvulas e comportas c/ atuador elétrico).
- Grandezas elétricas (com gráfico).
- Instrumentos analíticos (com gráfico).

4.8.1 Serviços de programação e configuração das telas das IHMs dos CLPs

São todos os requisitos e serviços técnicos necessários para a programação e a configuração do *software* das IHMs de CLPs. A IHM deverá executar um *software/aplicativo* próprio e compartilhar os mesmos endereçamentos Modbus (%MWs) com o SCADA responsável pelo processo (estação ou planta).

A IHM, necessariamente, deverá ter a mesma marca que o CLP empregado. Ela deverá estar instalada na porta do painel elétrico ou em outro local estrategicamente definido para melhor atender à operação do processo (das estações ou plantas). Deverá funcionar localmente e em paralelo com os servidores SCADA dos CCOs. Não deverão ser previstas redundâncias das IHMs com os CCOs.

Os protocolos de comunicação com os CLPs serão o Modbus e/ou o Ethernet/Modbus. Preferencialmente, deverá ser adotado o Ethernet/Modbus.

A IHM se comunicará apenas com o respectivo CLP, e deverá ficar em nível de comunicação abaixo do CLP.

Não serão permitidos comunicações e/ou acessos além do que foi mencionado no item anterior. Não serão permitidos comunicações e/ou acessos entre diferentes redes de comunicação.

A IHM não será acessível externamente por meio de qualquer uma das redes de comunicação das plantas e/ou das estações.

Inversores de frequência, *soft-starters*, relés de proteção SEPAM, relés inteligentes, medidores de grandezas elétricas, disjuntores, *switches*, *bridges* etc., somente, serão acessíveis localmente para configuração e programação. Também não serão acessíveis externamente por qualquer uma das redes de comunicação e/ou pelas IHMs.

Será permitida a utilização de macros de programação e/ou configuração desde que ela sejam nativas do *software* SCADA da IHM.

Deverão ser configurados e parametrizados itens como placas de rede Ethernet, *switches* Ethernet, roteadores, *bridges* Ethernet/RS-485-Modbus, módulos de comunicação de inversores e *soft-starters*, relés de proteção, relés inteligentes, medidores de grandezas elétricas, módulos de comunicação de disjuntores, instrumentos com comunicação Ethernet/Modbus e/ou RS-485/Modbus, de modo a serem viabilizadas as comunicações necessárias com os CLPs e o *software* da IHM.

Todos os arquivos editáveis dos *softwares* da IHM (nas suas últimas versões e em execução) deverão ser entregues à contratante ao final da obra.

Deverão ser utilizadas *tags* para todas as variáveis empregadas na programação. Também deverão constar, sempre (onde forem cabíveis), comentários sucintos nas linhas de programação.

Deverão ser empregados *logins* de usuários e senhas para o acesso e a operação das IHMs. As empresas contratadas deverão informar à unidade da Iguá Saneamento todos os usuários pré-cadastrados. A unidade deverá ter a posse total do usuário mestre/principal, com todos os direitos de acesso e de alteração.

Deverá ser apresentado, previamente, um plano de endereçamento de IPs de todos os equipamentos para a aprovação prévia. Também deverá ser apresentado, previamente, um plano de endereçamento das Words de Memória “%MWs” de cada equipamento para aprovação – em especial, as utilizadas para o endereçamento de comunicação. Deverão, ainda, ser executados testes para a certificação de todas as comunicações de cada IHM com os respectivos CLPs.

As IHMs deverão ser entregues, ao final das implementações, em perfeito estado de funcionamento e de funcionalidade em cada painel previsto.

Todas as telas deverão ser elaboradas tendo como referências as bibliotecas-padrões empregadas pela Iguá Saneamento. Somente serão permitidas a troca/comunicação/aquisição de dados das IHMs com os respectivos CLPs.

Para as telas das IHMs, deverá ser prevista a seguinte composição mínima:

- Tela inicial com a logomarca da Iguá Saneamento, o nome do projeto (processo ou estação) ou o local.
- Menus das telas.
- Atalhos para a mudança de tela.
- Sinópticos animados dos processos e dos equipamentos.
- Ícones de alarmes pulsantes com reconhecimento individual por clique do *mouse*.
- Figuras padronizadas com animação, e coloridas, de todos os equipamentos, conforme o *status* do momento.
- Telecomandos padronizados com animação, e coloridas, de todos os equipamentos, conforme o *status* e/ou a seleção do momento.
- *Pop-ups* de telecomandos padronizados com animação, e coloridas, de todos os equipamentos, conforme o *status* e/ou a seleção do momento.
- *Displays* padronizados das medições *on-line* de cada variável de processo medida distribuídos pelos sinópticos de cada área supervisionada.
- Telas específicas de telecomandos.

As telas e/ou os sinópticos (com os respectivos telecomandos) deverão ser previstos e executados nas mesmas estruturas previstas para os servidores SCADA do escopo anterior. Não serão executadas, apenas, as partes relativas aos relatórios.

A depender do tamanho da IHM, da capacidade de processamento e da complexidade da aplicação, os requisitos deste tópico poderão variar, especialmente, com relação às telas e aos menus. Contudo, os princípios básicos de comunicação e seus critérios não serão alterados.

4.8.2 Padrões de comunicação para a telegestão das estações e da telemetria

São os requisitos e os critérios técnicos mínimos a serem adotados para as comunicações da telegestão das estações e da telemetria da Iguá Saneamento.

As comunicações das estações e de telemetria deverão ser totalmente segregadas da rede corporativa da *holding* e das próprias unidades (SPE).

Como já definido inicialmente neste documento, os protocolos de comunicação, serão o Modbus e o Ethernet/Modbus.

Não será permitido acesso direto (pelos próprios SCADA e/ou por qualquer outro motivo) aos acionamentos de motores, à instrumentação e às IHMs. Os acessos ocorrerão, somente, por intermédio dos CLPs de cada aplicação/local.

Os acionamentos de motores, a instrumentação e as IHMs deverão estar num nível de rede hierarquicamente abaixo do CLP de cada local/aplicação e ser segregados da rede de comunicação externa.

Para toda e qualquer comunicação feita em ambiente externo (especialmente, de terceiros, como operadoras de telefonia e/ou de Internet), será obrigatório o emprego de recursos de gerenciamento de rede e de proteção cibernética, entre eles, servidores, *routers*, *firewall* e VPNs. Preferencialmente, o uso será exclusivo para a automação.

Deverão ser adotados, sempre, CLPs com recursos mínimos de proteção cibernética e/ou aqueles que tenham em suas linhas de fornecimento acessórios externos para tal finalidade.

Não será permitido o uso de *modems*-CLPs para qualquer aplicação, especialmente para telemetria. Toda aplicação demandará o uso de CLPs homologados pela Iguá Saneamento.

MEIOS DE COMUNICAÇÃO

A seguir, os meios de comunicação a serem adotados como padrões para a interligação dos CLPs das estações e telemetria com os CCOs:

RÁDIO

Poderão ser empregados rádios digitais para a transmissão de dados entre as estações (de bombeamento, *boosters*, reservatórios e de tratamento) e a telemetria com os servidores SCADA nos CCOs.

Os rádios deverão ser de fabricantes renomados e de comprovada capacidade técnica para essa produção e para o desenvolvimento dos projetos de comunicação e de assistência técnica. Os rádios deverão ser homologados pela Anatel.

A implementação da rede de rádios deverá ser objeto de projeto específico para o alcance da melhor topologia de rádios, a máxima integração das estações e da telemetria (melhor configuração de quantidade de rádios e pontos de repetição) e a especificação dos equipamentos (incluindo a definição de rádios licenciados e/ou livre de licença). O projeto deverá também contemplar a definição de frequências

de trabalho, a garantia de estabilidade dos sinais em relação ao clima, ao terreno, à vegetação, a interferências diversas etc., à definição de capacidade de banda (velocidade) e à segurança cibernética.

O projeto deverá incluir, também, a atividade de *site-survey*, com a emissão dos respectivos relatório e diagnósticos técnicos. O projeto deverá ter a ART emitida pelo(s) profissional(is) responsável(is) da empresa contratada.

Os rádios deverão estar na configuração “ponto a ponto” e/ou “ponto multiponto”. Poderão ser empregados pontos de repetição, de modo a serem atendidas as localidades necessárias. O cascadeamento de estações ou de locais para uso como repetidoras será permitido desde que a operação da estação utilizada como repetidora não interfira na comunicação das demais.

Preferencialmente, deverão ser empregados rádios com interface de comunicação do tipo Ethernet e porta RJ-45. Poderão ser utilizados rádios que tenham, simultaneamente, outras interfaces de comunicação (como RS-232C e RS-485).

Não serão aceitas topologias de comunicação com um CLP central se comunicando com os CLPs de outras estações ou de telemetria. As comunicações deverão ser, diretamente, entre cada estação e cada ponto de telemetria com os *softwares* SCADA.

Se for necessário, poderão ser empregados recursos de gerenciamento de rede integrados e/ou recursos adicionais externos aos rádios.

Os rádios deverão ser fornecidos com seus *softwares* de configuração e senhas de acesso e permissão. *Softwares* de configuração *built-in* serão permitidos desde que não sejam a única opção para a configuração dos rádios.

Os rádios empregados deverão ter funções de criptografia AES 256 *bits*.

Será necessária atenção especial às questões de SPDA, para a proteção das antenas e de seus mastros ou torres. Deverão ser previstos centelhadores nos cabos de RF (onde isso for aplicável).

Deverão, também, ser utilizados suportes adequados e robustos, para que as antenas não saiam de suas posições ou se movimentem por causa das condições climáticas (vento, chuva, tempestades etc.)

Em relação as pontos de repetição (repetidoras), deverão ser previstos *racks* 19” ou quadros elétricos para a instalação dos rádios, de outros dispositivos de rede (régua de tomadas, *switches* etc.) e de *no-break*. O objetivo será manter a rede de comunicação sempre ativa mesmo em condições desfavoráveis, como falta de energia ou de clima.

MODEM 3G/4G

Poderão ser empregados *modems* 3G/4G (ou superiores) para a transmissão de dados entre as estações (bombeamento, *boosters*, reservatórios e de tratamento) e a telemetria (pontos de pressão, pontos de vazão etc.) com os servidores SCADA nos CCOs. A prioridade dessa solução, contudo, deverá estar nas aplicações de telemetria. Em relação às estações, ela deverá ser mais usada como contingenciamento (*backup*) das transmissões de rádio, por exemplo.

A solução do *modem* 3G/4G não deverá ser confundida com os *modems*-CLPs ou os *modems*-I/O, que não são permitidos e aceitos.

Os *modems* deverão ser de fabricantes renomados e de comprovada capacidade técnica para a produção dos equipamentos e o desenvolvimento dos projetos de comunicação e de assistência técnica. As soluções precisarão ser, obrigatoriamente, aprovadas pela Iguá Saneamento.

A implementação da rede de comunicação deverá ser objeto de projeto específico para o alcance da melhor topologia de comunicação, a máxima integração das estações e da telemetria (melhor configuração de quantidade de equipamentos) e especificação dos equipamentos. O projeto também deverá contemplar a garantia de estabilidade das comunicações em relação, por exemplo, à variação de velocidade da rede de Internet, à qualidade da operadora e a interferências diversas), à definição da banda mínima necessária (velocidade) e à segurança cibernética etc.

O projeto deverá incluir a atividade de *site-survey*, com a emissão do respectivos relatório e diagnósticos técnicos. O projeto deverá ter ART emitida pelo(s) profissional(is) responsável(eis) da empresa contratada.

Preferencialmente, deverão ser empregados dispositivos com interface de comunicação do tipo Ethernet e porta RJ-45. Deverão ser adotadas soluções que encapsulem o protocolo Modbus sem a intermediação de *softwares* de gestão de dados. O protocolo-padrão será o Ethernet/Modbus.

Não serão aceitas topologias de comunicação que tenham um CLP central se comunicando com os CLPs de outras estações ou de telemetria. As comunicações deverão ser feitas, diretamente, entre cada estação e ponto de telemetria com os *softwares* SCADA. Poderão ser utilizados recursos de gerenciamento de rede integrados e/ou recursos adicionais externos aos *modems*, se isso for necessário.

Todos os *modems* deverão ser fornecidos com seus *softwares* de configuração e senhas de acesso e permissão.

Os *modems* empregados deverão ter funções de criptografia AES 256 *bits*.

Deverá ser dada atenção especial às antenas de celular, de modo a se garantir sinal mínimo para a estabilidade do *link* com a operadora de telefonia. Poderão ser adotadas antenas externas de maior ganho, se isso for necessário. Nessa situação, será importante a verificação da instalação de SPDA, visando à proteção das antenas e de seus mastros ou torres. Deverão ser previstos centelhadores nos cabos de RF e/ou protetores de surto onde isso for necessário.

Em relação aos pontos de instalação, será importante a instalação do *modem* no painel ao lado do CLP. Opcionalmente, poderão ser previstos *racks* 19" ou quadros elétricos para a instalação dos *modems*, assim como para outros dispositivos de rede (régua de tomadas, *switches* etc.) e *no-break*.

Deverá ser verificado com o fabricante, se o *modem* precisará ser sustentado por um *no-break* (por conta de perda de configuração ou por outros problemas).

Também deverá ser dedicada atenção ao uso de *modems* GRPS ou 3G/4G. Uma vez que a comunicação com essas tecnologias demanda o uso de *software* para o gerenciamento dos dados e sua chegada ao SCADA, não será permitido o convívio entre vários *softwares* desse tipo nos mesmos servidores SCADA. Ou seja: a cada implementação de novas aplicações (CLPs de novas estações) nos SCADA, o mesmo *software* de comunicação existente e em funcionamento deverá ser utilizado. Não será permitida convivência de vários *softwares* de comunicação nos servidores SCADA.

Essa solução deverá receber atenção especial no que diz respeito à proteção de dados (segurança cibernética). Assim, deverão ser previstos meios para a proteção dos CLPs e dos servidores SCADA.

FIBRA ÓPTICA

Poderão ser empregados *links* de fibra óptica para a transmissão de dados entre as estações (bombeamento, *boosters*, reservatórios e de tratamento) e a telemetria com os servidores SCADA nos CCOs. Contudo, especialmente para as aplicações próprias e externas, nas quais a infraestrutura de comunicação é da própria unidade, os custos mensais deverão ser avaliados em função de pagamentos por uso de infraestrutura de terceiros, como o posteamento das concessionárias de energia elétrica. Caso a infraestrutura de comunicação seja de terceiros, as questões serão de segurança cibernética e de custos de uso do sistema.

Os *switches* Ethernet nas extremidades dos enlaces de fibra óptica deverão ser de fabricantes renomados e de comprovada capacidade técnica para a produção dos equipamentos e o desenvolvimento dos projetos de comunicação, parametrização e assistência técnica. Preferencialmente, deverão ser adotados os modelos que já façam parte da mesma linha de fabricação dos CLPs. As soluções deverão ser, obrigatoriamente, aprovadas pela Iguá Saneamento.

A implementação da rede de comunicação deverá ser objeto de projeto específico para o alcance da melhor topologia de comunicação, a máxima integração das estações e telemetria (melhor configuração de quantidade de equipamentos) e a especificação dos equipamentos e materiais. O projeto deverá contemplar, também, a garantia de estabilidade das comunicações (sob todos os aspectos possíveis), a definição da banda mínima necessária e a segurança cibernética.

O projeto terá de incluir, ainda, a atividade de *site-survey*, com a emissão dos respectivos relatório e diagnósticos técnicos. O projeto deverá ter ART emitida pelo(s) profissional(is) responsável (eis) da empresa contratada. Eventualmente, poderá ocorrer o processo de licenciamento do projeto de comunicação com as concessionárias de energia e/ou com a Anatel. Isso também deverá estar no escopo do projeto.

Deverão ser empregados dispositivos com interface de comunicação do tipo Ethernet e porta RJ-45. Deverão ser preferidas as soluções que encapsulem o protocolo Modbus sem a intermediação de *softwares* de gestão de dados. O protocolo ideal será o Ethernet/Modbus.

Não serão aceitas topologias de comunicação que tenham um CLP central que comunicando com os CLPs de outras estações ou de telemetria. As comunicações deverão ser feitas, diretamente, entre cada estação e ponto de telemetria com os *softwares* SCADA. Poderão ser utilizados recursos de gerenciamento de rede e/ou recursos adicionais, se isso for necessário.

Os *switches* Ethernet deverão ser fornecidos com seus *softwares* de configuração e senhas de acesso e de permissão. *Softwares* de configuração *built-in* serão permitidos desde que os *switches* empregados tenham funções de gerenciamento de rede, VPN e funções de criptografia AES 256 *bits*.

Para todos os pontos de instalação, será importante a instalação da infraestrutura da fibra óptica no painel do CLP, desde que o acabamento se mostre adequado

à instalação elétrica. Opcionalmente, poderão ser previstos *racks* 19" ou quadros elétricos para a instalação dos *switches* e de outros dispositivos de rede (régua de tomadas, *switches*, DIOS, gavetas de derivação óptica, derivadores etc.) e do *no-break*.

Essa solução deverá receber atenção especial no que diz respeito à proteção de dados (segurança cibernética). Assim, deverão ser previstos meios para a proteção dos CLPs e dos servidores SCADA

Para a interligação de vários CLPs dentro de plantas como ETAs e ETEs, deverá ser empregada a solução de fibra óptica. Nesse caso, terá de ser utilizada a fibra óptica do tipo multimodo, com, no mínimo, 3 pares de fibras e proteção contra a instalação ao tempo, a umidade e a presença de roedores.

A fibra óptica do tipo monomodo também deverá ser utilizada para a interligação das estações remotas e da telemetria, com o emprego de, no mínimo, 3 pares de fibras e proteção contra a instalação ao tempo, a umidade e presença de roedores. Para esse tipo de situação, deverá ser utilizado o *switch* Ethernet Schneider, código TCSESM083F2CSO.

4.8.3 Subestações de energia elétrica (cabines)

A seguir, serão apresentados os requisitos e os critérios técnicos mínimos para adoção nas subestações (cabines) de recebimento e rebaixamento de energia elétrica. O projeto de subestação de energia elétrica, em média tensão (normalmente em 13,8kV), deverá seguir as normas da concessionária local e, principalmente, as normas técnicas pertinentes (ABNT, DIN, ANSI, IEEE etc.) A construção das subestações/cabines poderá ser em alvenaria ou do tipo compacta (tipo PMTs – painéis de média tensão).

CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

A subestação/cabine deverá ter um painel PCDR (Painel de Comando de Disjuntor e Relés) com todos os circuitos de comando (contatores auxiliares, relés, relés de proteção, fontes de 24Vdc, blocos de aferição, disjuntores, *switch* etc.), de proteção e de intertravamentos. Também deverá prever o uso de *no-break* (para se mantenham energizados os relés, a fonte capacitiva e os circuitos de comando e seja garantido o *trip* para a abertura do disjuntor principal) e o *trip* capacitivo. Os relés de bloqueio (função ANSI, nº 86) deverão ser da marca Krauss&Naimer, com bobina de disparo. Os relés digitais de proteção, por sua vez, deverão da marca Schneider SEPAM1000 ou da marca Easergy. A configuração deverá incluir interface Ethernet/Modbus ou RS-485/Modbus (mínimo), medidor de grandezas elétricas Schneider Electric PM5560 (METSEPM5560) e sinalização de I/O da subestação (*status* de chaves seccionadoras e disjuntores, medições gerais etc.) para a automação da planta.

O painel deverá ser, basicamente, para o disjuntor principal de entrada da subestação e contar com os seguintes itens seletora "Manual/O/Automático", botões de "Abrir" e "Fechar", sinalizadoras luminosas de "Aberto", "Fechado" e de "Falha" (de *trip* atuado e demais falhas pertinentes).

O painel PCDR deverá ser alimentado por TP específico a montante do disjuntor principal de entrada ou por TPs da medição do medidor de grandezas elétricas. Deverão existir, também, intertravamentos com o painel principal a jusante (painel

QGDF ou CCM, por exemplo). Se for adotada a solução de PMT (Painel de Média Tensão), todas essas características estarão integradas ao painel, não existindo, portanto, um painel PCDR separado ou isolado.

O disjuntor principal de entrada da subestação deverá ser do tipo motorizado a gás SF6 (modelo SF1, da Schneider Electric), com alimentação e comando pelo painel PCDR. Ele deverá ter, no mínimo, os seguintes itens:

- Bloqueio tipo Kirk com chave tipo Yale.
- Bobinas de abertura, fechamento e de mínima tensão.
- Contador mecânico de atuação/abertura, alavanca manual carregamento da mola.
- Alças de içamento.
- Chassis.
- Tomada industrial de potência (para alimentação, sinalização de *status* e comandos).
- Sinalização de *status* por contatos secos.
- Botões manuais de abertura e fechamento do disjuntor
- Diagrama elétrico.
- Manuais.

Os transformadores de potência (trafos) deverão ser do tipo a seco e ter relé de proteção (relé de temperatura) integrado com contatos secos para a sinalização de alarme e de *trip* (atuação) e comunicação RS-485/Modbus.

A tensão de alimentação do relé será definida no projeto elétrico executivo. A alimentação deverá acontecer a partir do respectivo painel a jusante alimentado pelo transformador. A sinalização e o intertravamento do relé deverão ser, também, com esse painel a jusante do transformador, via cabeamento elétrico.

Os transformadores de potência deverão ter o núcleo do secundário aterrado (neutro aterrado) e monitoramento de fuga à terra, por meio de relé específico e bobina (TC) conectado no cabo de aterramento do núcleo (neutro). O(s) relé(s) de fuga à terra deverá(ão) estar instalado(s) fisicamente (incluindo sua alimentação) no painel a jusante alimentado pelo respectivo transformador. A subestação deverá ter transformador exclusivo para a alimentação de todos os circuitos de iluminação via os Quadros de Luz (QLs). Não será aceita a geração de 220Vca a partir de Fase-Neutro a partir de 380Vca.

Se forem empregadas, as seccionadoras dos transformadores de potência deverão ter as seguintes características:

- Tipo abertura sob carga.
- Mecanismo de abertura/*trip* e fechamento por mola.
- Com base para fusíveis limitadores de corrente com cursor/espoleta de indicação de abertura/atuação (dispositivo *striker pin*).

- Abertura da seccionadora por manopla manual, atuação de fusível limitador de corrente e bobina (solenóide) de abertura e/ou intertravamento remotos.
- Abertura e fechamento por manopla manual com bloqueio do tipo Kirk e chave do tipo Yale.

Chaves micros fim-de-curso para *status* da posição da seccionadora e chaves micros fim de curso, com came de atuação com posição ajustável para o intertravamento descrito a seguir.

Deverá ocorrer o intertravamento de cada seccionadora com o painel principal a jusante dele (painel QGDF ou CCM, por exemplos). Os comportamentos esperados deverão ser os seguintes:

- Os dispositivos de *striker pin* dos fusíveis limitadores de corrente em atuação acionarão o dispositivo mecânico de abertura da seccionadora, com a manopla manual ficando sem função. Será permitida a movimentação da manopla, mas, sem efeito mecânico (atuação) sobre a seccionadora. A seccionadora permanecerá desta forma até que os fusíveis atuados sejam substituídos.
- Caso haja uma tentativa de abertura da seccionadora com a carga conectada na baixa tensão, o fim-de-curso ajustável dela deverá indicar esse movimento (antes do início da abertura da seccionadora), para o painel principal a jusante. Instantaneamente, deverá ocorrer uma atuação no disjuntor de entrada do painel a jusante (com a retirada da carga). Na sequência, será temporizada a atuação (abertura) da seccionadora do transformador via sua bobina/solenóide de abertura.
- Se houver uma tentativa de fechamento da seccionadora com o disjuntor de entrada do painel a jusante (eventualmente fechado, ou seja, com a carga conectada), a bobina de abertura da seccionadora deverá ser acionada. Nesse caso, o dispositivo mecânico de abertura da seccionadora não permitirá que ela seja fechada pela manopla. Será permitida a movimentação da manopla, mas, sem haver o efeito mecânico (atuação) sobre a seccionadora. Somente será permitido o fechamento da seccionadora sem a carga conectada (disjuntor de entrada do painel a jusante aberto).
- A atuação de proteção (*trip*) do relé de temperatura do(s) transformador(es) deverá sempre abrir instantaneamente o disjuntor de entrada do painel a jusante do respectivo transformador (temporizado) e, posteriormente, a seccionadora do transformador.

Caso seja adotada a solução de PMT (Painel de Média Tensão), as seccionadoras poderão ser substituídas por disjuntores a gás SF6 modelo SF1, da Schneider Electric. Nessa situação, cada transformador deverá ter seu próprio relé de proteção e circuitos de comando, incluindo o relé principal de entrada.

Os TCs de entrada deverão ser do tipo duplo enrolamento. Um enrolamento será destinado ao circuito de proteção (relés), enquanto o outro enrolamento será destinado ao medidor de grandezas elétricas do PCDR.

Todos os TCs terão de ser interligados por blocos de aferição, com a devida proteção. Os TPs também receberão proteção. A cabine/subestação precisará ter a malha de aterramento devidamente dimensionada. Deverão ser providenciados a memória de cálculo do dimensionamento e o relatório de medição.

Igualmente, deverão ser providenciados para a planta estudos de proteção, coordenação, seletividade e de curto-circuito. Deverão ser providenciados, também, os pontos de ajustes de todos os relés e disjuntores.

Os projetos deverão ser submetidos à aprovação antes das aquisições, das execuções e/ou das montagens.

Deverá ser providenciado, ainda, para protocolo e aprovação da concessionária local, o projeto da subestação/cabine. Até sua aprovação, deverão ser atendidos todos os questionamentos e pedidos de complementação de informações da concessionária.

Deverá ser prevista, ainda, a correção do fator de potência da planta/unidade, para que ela esteja em conformidade com as normas da concessionária local. O estimado é que o fator seja $\geq 0,92$.

A contratada deverá executar a medição elétrica para a análise da qualidade da energia no painel a jusante da subestação em baixa tensão (conforme Módulo 8 – Qualidade de Energia do PRODIST da Aneel). A medição deverá durar, pelo menos, 30 dias. Ela ocorrerá somente após a planta ou unidade estar em pleno regime de operação.

A medição servirá, por exemplo, para a correção do fator de potência (para $\geq 0,92$) e a mitigação das distorções harmônicas. Um relatório técnico deverá ser preparado contendo a previsão técnica de solução para a mitigação das distorções harmônicas e de correção do fator de potência. O relatório deverá apresentar as seguintes informações mínimas:

- **Medições em regime permanente** – Tensão, corrente, fator de potência, harmônicos, desequilíbrio de tensão, flutuação de tensão e variação de frequência.
- **Medições em regime transitório** – Variações de Tensão de Curta Duração (VTCD).

Por uma questão de contingenciamento da implementação futura, deverão ser previstos meios para a correção de fator de potência e de distorção harmônica. Eles poderão incluir, entre outras, as seguintes informações:

- Previsão de espaços físicos na subestação.
- Esperas nos barramentos de painéis de potência para conexão de cabos.

Medições/medidores para o controlador da solução a ser empregada.

Disjuntores alimentadores para o painel da solução a ser empregada.

Os postos de transformação simplificados (transformadores instalados em postes) deverão contar com disjuntor na baixa tensão, conforme as normas da concessionária local. Contudo, o painel alimentado por esse posto de transformação deverá ter seu próprio disjuntor de entrada e de proteção.

4.8.4 Painel de potência principal ou QGDF (quadro geral de distribuição de força)

Se determinada aplicação de planta de tratamento e/ou de bombeamento envolver grandes áreas com cargas elétricas distribuídas e/ou com complexidade de processos e em termos de quantidade de equipamentos acionados, o projeto elétrico deverá prever vários painéis de potência distribuídos pelos processos de tratamento da estação (painéis de campo ou remotos).

Dessa forma, deverá ser previsto um painel principal central de distribuição de força/potência (ou mais a depender do porte da aplicação e do projeto elétrico executivo), a ser localizado na subestação em sala específica, para distribuição/alimentação de energia para cada um dos painéis de campo. O painel deverá ser denominado QGDF (Quadro Geral de Distribuição de Força/Potência) e terá as principais características, conforme segue:

- Para cada painel de campo, no QGDF, deverá ser previsto um disjuntor alimentador com monitoramento de fuga à terra dos cabos alimentadores. Estes disjuntores deverão ser manuais.
- O disjuntor(es) de entrada do painel QGDF deverá(ão) estar intertravado(s) e coordenado(s) com o(s) transformador(es) e/ou com a subestação. Esses disjuntores deverão ter circuito de comando por contatores auxiliares, seletora “Manual – 0 – Automático”, botões de “Abre” e “Fecha”, disjuntor e sinaleiras luminosas de disjuntor “Aberto” e “Fechado”. Dessa forma, o acionamento desse(s) disjuntor(es) será(ão) motorizado(s).
- Deverá ser avaliada e proposta a quantidade de transformadores de potência necessários para as cargas e para contingenciamento. Em função disso, será definida a quantidade de entradas (disjuntores) do painel QGDF. Espera-se que, para cada transformador de potência, exista um disjuntor de entrada no painel QGDF. Os disjuntores deverão ter, no mínimo, itens como alavanca manual de carregamento da mola, alças de içamento, blocos de ligação, sinalização de *status* por contatos secos, botões manuais de abertura e fechamento do disjuntor, diagrama elétrico, manuais e ajustes de proteção. Em função da quantidade de transformadores e de suas ligações, a configuração do barramento do painel QGDF deverá ser definida em acordo com a contratante.
- A interligação do(s) secundário(s) do(s) transformador(es) até cada entrada do painel QGDF poderá ser feita através de cabos ou via *busway* Canalis, da Schneider Electric.
- Os painéis de máquinas e equipamentos deverão ser alimentados pelo painel CCM do processo local, incluindo itens como preparador de polímero, centrífugas e roscas desaguadoras. A comunicação e os intertravamentos deverão ser feitos pelo CLP do CCM alimentador.
- O painel QGDF deverá ter circuitos de comando e de proteção/intertravamentos, *no-break* (para se manter energizados relés, circuitos de comando etc. para se garantir o *trip*/abertura do(s) disjuntor(es) de entrada), relé de bloqueio função ANSI nº 86, marca Krauss&Naimer com bobina de disparo para cada disjuntor de entrada, medidor de grandezas elétricas marca Schneider Electric, sinalização de I/O para a automação da planta. Cada disjuntor de entrada do painel

deverá ter: seletora “Manual – 0 – Automático”, botões de “Abre” e “Fecha”, sinais luminosas de “Aberto” e “Fechado” e “Falha” (trip atuado e demais falhas pertinentes). Deverá existir intertravamento com o painel a montante (painel QGDF, por exemplo).

- Caso haja apenas um painel CCM como principal para a planta toda, os descritivos feitos neste item para o painel QGDF deverão ser considerados para este painel CCM único. Portanto, o CCM único fará as funções do painel QGDF, como descrito neste item.
- As mesmas considerações deverão ser adotadas para a distribuição de energia/força para os circuitos de iluminação dos Quadros de Luz. Esse painel deverá ser denominado QGDL e instalado na subestação/cabine. Atenção especial deverá ser dada para a interface elétrica com o(s) gerador(es) Diesel (interligação dos Neutros, principalmente).

GRUPO GERADOR DIESEL

Os grupos geradores Diesel, com suas respectivas aplicações, deverão ser localizados em local ou sala específica da subestação, ou, então, em lugar a ser definido para o atendimento de suas cargas elétricas. Nesse contexto, as principais características e condições do conjunto deverão ser as seguintes:

- Cada grupo gerador Diesel deverá ser devidamente dimensionado em potência e quantidade de máquinas necessárias, bem como em função das cargas a serem mantidas em operação (na falta da rede da concessionária).
- Múltiplas máquinas deverão ser de mesmo fabricante, do mesmo modelo e ter a mesma potência. Não serão aceitas misturas de marcas, modelos e, especialmente, de potências.
- Preferencialmente, deverão ser preferidas configurações abrigadas com a sala do gerador devidamente dimensionada e seguindo todas as orientações do fabricante do equipamento. Além disso, poderão ser previstas opções de grupos geradores carenados. Contudo, caberá avaliação, especialmente se os contêineres forem instalados dentro de salas, o que poderá contrariar as normas do Corpo de Bombeiros local e/ou de segurança.
- Para cada grupo gerador, deverá ser previsto um painel elétrico com unidade eletrônica de comando/controle e proteção do grupo gerador e disjuntor motorizado de saída (saída de grupo).
- Deverá ser verificada e estudada a interligação do Neutro e do Terra dos grupos geradores com o Neutro e o Terra da subestação/cabine. A malha do Terra deverá ser compartilhada entre a subestação/cabine e os grupos geradores.
- Caso a solução seja por múltiplas máquinas (grupos geradores), deverá ser previsto um painel de controle central, com unidade eletrônica de comando e controle. Essa unidade eletrônica deverá controlar todas as máquinas (com as respectivas unidades eletrônicas) por meio de rede de comunicação digital (preferencialmente, em RS-485/Modbus ou CAN). Também deverá ser previsto um painel QTA para o agrupamento das máquinas (geradores) e a transferência em rampa. Ainda nessa configuração, deverá ser verificada a necessidade de um Quadro de Saída de Usina (QSU) para a interligação de todos os grupos geradores.

QUADRO DE TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICA (QTA)

A seguir, estão as principais especificações do painel QTA:

- Relé de sincronismo-transferência-controlador de potência, proteção e controle do sistema de geração, sistema de monitoramento, medição e controle dos grupos geradores para partida, solicitação de carga, sincronismo e despacho de carga.
- Monitor/IHM gráfico do tipo LED.
- Proteção de sobrecorrente de fase e Falta à Terra, curto-circuito trifásico e Falta à Terra; sobrecarga, subtensão, sobretensão, subfrequência, sobrefrequência, falta de fase, sequência de fase, sincronismo e potência inversa.
- Medidor de grandezas elétricas.
- Disjuntores de entrada da rede e do sistema de geração.
- TPs E TCs necessários.
- Terminais para os cabos das Fases, do Terra e do Neutro.
- Intertravamentos elétricos necessários para a borne via contatos secos (de acordo com a necessidade).



5

DIRETRIZES DE SEGURANÇA ELETRÔNICA E CABEAMENTO ESTRUTURADO

5.1. OBJETIVO

Este documento visa estabelecer as diretrizes corporativas para a implementação e a gestão integrada de sistemas especiais, abrangendo as disciplinas de CFTV, Controle de Acesso, Alta Voz, Prevenção e Detecção de Incêndio e Cabeamento Estruturado, em alinhamento com as necessidades estratégicas da organização.

Além disso, busca assegurar que os ativos e as licenças de *softwares* relacionados aos sistemas CFTV e Controle de Acesso, bem como os demais relacionados ao fabricante Hikvision, serão fornecidos diretamente pela organização, mantendo-se controle e padronização tecnológica.

O objetivo é, também, promover a adoção de tecnologias avançadas que atendam às exigências de segurança, comunicação e desempenho, assegurando a padronização e a eficiência em toda a operação. O gerenciamento centralizado será realizado por meio da plataforma HikCentral, já adquirida, que atua como integradora dos sistemas mencionados.

5.1.1 Benefícios esperados

- **Maior eficiência operacional** – Redução de custos e otimização de processos por meio do gerenciamento unificado.
- **Monitoramento em tempo real** – Visibilidade imediata de eventos críticos, possibilitando respostas ágeis e eficazes.
- **Segurança aprimorada** – Consolidação de dados e integração entre sistemas, garantindo maior robustez e mitigação de vulnerabilidades.
- **Escalabilidade** – Suporte à expansão de sistemas e dispositivos, sem comprometer o desempenho.
- **Gestão centralizada de políticas** – Uniformidade nas permissões de acesso, nas auditorias e nos procedimentos em todas as áreas.

Essas diretrizes visam, ainda, assegurar a conformidade com regulamentações aplicáveis, atender aos critérios técnicos estabelecidos e alinhar as soluções tecnológicas às demandas operacionais e às estratégias de segurança da organização.

5.2 ÁREAS ENVOLVIDAS

- **Segurança empresarial** – Avaliação de riscos e definição de critérios.
- **Tecnologia da Informação (TI)** – Integração dos sistemas com a infraestrutura de rede.
- **CAPEX** – Coordenação e acompanhamento das atividades.

5.3 ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES

- **Coordenação de segurança** – Supervisão geral, configuração na rede Iguá e validação das especificações.
- **TI e Engenharia** – Projeto, redes e implementação.
- **Manutenção e operação** – Suporte técnico e execução de manutenções preventivas e corretivas.
- **Fornecedores** – Responsáveis pelo fornecimento de toda a infraestrutura necessária, do cabeamento estruturado, da mão de obra especializada para instalação e pelo suporte técnico dos equipamentos, com exceção dos ativos e das licenças do fabricante Hikvision, que serão fornecidos diretamente pela organização.

5.4 CIRCUITO FECHADO DE TELEVISÃO (CFTV)

O módulo do sistema de CFTV deverá ser do tipo IP, para o monitoramento e a gravação das imagens de forma contínua, por detecção de pessoas e veículos ou por acionamentos de alarmes combinados e associados às câmeras.

O módulo deverá ser totalmente integrado à plataforma de segurança HikCentral, de forma que seja possível a realização de investigações por tempo, por evento analítico de vídeo e por ocorrência de alarme na mesma plataforma.

A gravação das imagens será feita diretamente em NVR (Network Video Recorder) e *storages*, desde que sejam obedecidos os requisitos mínimos de cada um dos equipamentos descritos nesta especificação.

O período de retenção mínima das imagens de cada câmera do sistema será de 90 dias, com gravação contínua 24/7, em modo FIFO, na resolução de até 3840x2160 *pixels*, e em até 60 quadros por segundo.

5.4.1 Funcionalidades mínimas requeridas

- **Conformidade** – Estar em consonância com todos os requisitos desta especificação.
- **Controle de permissão** – Controle de permissão de usuários, conforme as políticas de segurança da Iguá, da Gerência de Inteligência Empresarial e da Coordenação de Segurança Patrimonial.
- **Pop-up de imagem** – *Pop-up* de imagem ao vivo ou grupo de imagens associadas a um alarme ou a uma regra lógica acionada em qualquer monitor do sistema.
- **Mapas gráficos** – Possibilitar a criação de mapas gráficos com planta baixa do local e localização absoluta da câmera. Ao clicar, é exibido o vídeo ao vivo.
- **Investigação por tempo** – Capacidade de investigação por período específico.
- **Investigação por evento de alarme** – Investigação por evento de alarme associado ao vídeo, automaticamente.

- **Detecção de alvos** – Investigação por evento de alarme associado à detecção de alvos humanos e veículos.
- **Smart search** – Funcionalidade de pesquisa inteligente.
- **Exportação de imagens** – Capacidade de exportar imagens para formatos públicos de foto ou vídeo.
- **Marca d'água** – Capacidade de incluir marca d'água para autenticação.

O local de instalação das câmeras deverá obedecer ao projeto específico de alocação dos equipamentos. A altura poderá variar em função do pé-direito do local.

5.5. GENERALIDADES – CÂMERAS DE SEGURANÇA HIKVISION

Seu uso visa estabelecer um padrão corporativo para todas as câmeras de segurança, garantindo alta *performance*, confiabilidade e compatibilidade com as tecnologias mais avançadas do mercado.

Esse padrão busca otimizar a eficiência operacional, facilitar a manutenção e assegurar a integridade e a segurança dos dados capturados, utilizando exclusivamente câmeras do tipo IP da marca Hikvision, definidas no âmbito corporativo pela Gerência de Inteligência Empresarial e pela Coordenação de Segurança Patrimonial.

5.5.1 Desempenho e Tecnologia

- **Desempenho em baixa luminosidade** – Tecnologia *powered-by-DarkFighter*.
- **Compressão H.265+** – Economia de banda e armazenamento.
- **WDR** – Tecnologia True WDR 120 dB.
- **Classificação de alvos** – Baseada em aprendizado profundo para humanos e veículos.
- **Streaming avançado** – Garantia de visualização ao vivo suave e correção de dados em redes instáveis.
- **Resistência** – Água e poeira (IP67) e proteção contra vandalismo (IK10).
- **Redes** – TCP/IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, NTP, UPnP, SMTP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv4, IPv6, UDP, Bonjour, SSL/TLS, PPPoE, ARP e SNMP.
- **Canais simultâneos** – Até 6 canais.

API E INTEGRAÇÃO

- **Interfaces abertas** – Open Network Video Interface (Perfis S, G, T), ISAPI, SDK, ISUP.
- **Usuários** – Suporte para até 32 usuários com 3 níveis de acesso (administrador, operador e usuário).
- **Medidas de segurança** – Proteção por senha, criptografia HTTPS, filtro de IP, registro de auditoria de segurança, autenticação avançada e suporte a TLS 1.1/1.2.

- **Local** – Suporte para cartão MicroSD/SDHC/SDXC até 256 GB, com detecção de saúde e criptografia em memória de alta qualidade da Hikvision.
- **Cliente** – Compatível com iVMS-4200, Hik-Connect e Hik-Central.
- **Ethernet** – Porta RJ45 10/100 Mbps adaptativa.
- **Áudio** – Entrada e saída de áudio com especificações técnicas robustas.
- **Alarme** – Entrada e saída para integração com sistemas externos.

INTELIGÊNCIA E EVENTOS

- **Eventos básicos** – Detecção de movimento (classificação de alvos), alarme de violação de vídeo e exceções.
- **Eventos inteligentes** – Detecção de bagagem abandonada, remoção de objetos, mudança de cena e exceção de áudio.
- **Funções de IA** – Captura facial, proteção de perímetro com detecção de intrusão e cruzamento de linha.
- **EMC** – Conformidade com normas como FCC, CE-EMC, RCM e IC VoC.
- **Segurança** – Certificações UL, CB, CE-LVD, BIS e LOA.
- **Ambiental** – CE-RoHS, WEEE e Reach.
- **Proteção** – Classificações IP67 e IK10.
- **Suporte** – 12 VDC e PoE (802.3af, classe 3).

Com esses recursos, as câmeras Hikvision oferecem um pacote robusto de segurança, inteligência e integração, atendendo a demandas de alto nível em ambientes desafiadores.

5.6. GENERALIDADES – CÂMERA ANPR HIKVISION

Seu uso visa estabelecer um padrão técnico e funcional para a implementação e a operação de sistemas do tipo ANPR (Automatic Number Plate Recognition, ou reconhecimento automático de placas de veículos) nas instalações corporativas, assegurando confiabilidade, precisão e interoperabilidade com sistemas de segurança e gestão.

5.6.1 Descrição técnica

O sistema ANPR deverá utilizar câmeras com algoritmos de reconhecimento óptico de caracteres (OCR), capazes de capturar e processar placas veiculares em tempo real. A solução deverá integrar bancos de dados internos para a automação de decisões, incluindo controle de acesso, gestão de fluxo e emissão de alertas de segurança.

5.6.2 Especificações gerais

- **Precisão de reconhecimento** – $\geq 98\%$, independentemente das condições climáticas ou luminosidade.

- **Velocidade de detecção** – Suporte a veículos em velocidade até 320 km/h.
- **Capacidades adicionais** – Identificação de características complementares do veículo (cor, tipo, fabricante e direção).
- **Operação contínua** – Funcionalidade ininterrupta, 24 horas por dia, com garantia de qualidade de imagem em ambientes de baixa luminosidade.

5.6.3 Aplicações

- Controle de acesso a áreas restritas.
- Monitoramento e registro de veículos em circulação.
- Suporte a análises de segurança e fluxos operacionais.
- Integração com sistemas de cobrança, gestão de estacionamento e monitoramento logístico.

5.6.4 Diretrizes para implementação

- Compatibilidade com os sistemas corporativos existentes.
- Adoção de câmeras homologadas que atendam às especificações técnicas.
- Configuração para integração segura com bancos de dados e sistemas de alarme.
- Documentação e manutenção preventiva, assegurando a conformidade operacional.

5.6.5 Características técnicas

- **Desempenho em baixa luminosidade** – Tecnologia DarkFighter.
- **Compressão eficiente** – Tecnologia H.265+.
- **Imagens claras em contraluz** – Tecnologia WDR verdadeira de 120 dB.
- **Classificação de alvos** – Baseada em aprendizado profundo.
- **Tecnologia avançada de streaming** – Visualização ao vivo suave e autocorreção de dados em redes instáveis.
- **Resistência** – À água e à poeira (IP67) e a vandalismo (IK10).

5.6.6 Protocolos de rede

- **Protocolos suportados** – TCP/IP, ICMP, HTTP, HTTPS, FTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, NTP, UPnP, SMTP, IGMP, 802.1X, QoS, IPv4, IPv6, UDP, Bonjour, SSL/TLS, PPPoE, ARP e SNMP.

5.6.7 Visualização e API

- **Visualização ao vivo simultânea** – Até 6 canais.
- **API** – Open Network Video Interface (perfis S, G, T), ISAPI, SDK e ISUP.

5.6.8 Recomendações

Todos os projetos de instalação ou de atualização de sistemas ANPR deverão ser submetidos à validação da equipe de Segurança Empresarial e seguir as políticas de governança e proteção de dados corporativos. O uso deverá estar alinhado aos requisitos regulatórios locais e às melhores práticas do setor.

5.7 GENERALIDADES – GRAVADOR DE VÍDEO EM REDE (NVR) HIKVISION

Seu uso visa estabelecer um padrão corporativo para gravadores de vídeo em rede, garantindo alta *performance*, confiabilidade e compatibilidade com as tecnologias mais avançadas do mercado. Esse padrão busca otimizar a eficiência operacional, facilitar a manutenção e assegurar a integridade e a segurança dos dados capturados, utilizando, exclusivamente, equipamentos da marca Hikvision, definidos no âmbito corporativo pela Gerência de Inteligência Empresarial e pela Coordenação de Segurança Patrimonial.

5.7.1 Especificações técnicas

FORMATOS DE VÍDEO

Há compatibilidade com H.265+/H.265/H.264+/H.264, para maior eficiência na compressão e transmissão de dados.

CAPACIDADE DE DECODIFICAÇÃO

- Até 2 canais @12 MP ou 3 canais @8 MP ou 6 canais @4 MP ou 12 canais @1080p.
- Suporte à largura de banda de entrada de até 256 Mbps.

TECNOLOGIA HIKVISION ACUSENSE

Seu uso visa reduzir os esforços manuais e os custos operacionais, com reconhecimento de padrões e alarmes mais precisos.

ANÁLISES INTELIGENTES

- **Por dispositivo** – Reconhecimento facial, proteção de perímetro e detecção de movimento 2.0.
- **Por câmera** – Reconhecimento facial, proteção de perímetro, detecção de objetos lançados de edifícios, leitura de placas (ANPR) e análise de comportamento (VCA).

RECONHECIMENTO FACIAL

- Comparação de imagens, captura facial e busca por imagem.
- Suporte a até 16 bibliotecas de rostos, com capacidade total de até 20 mil imagens.
- Desempenho de detecção – 1 canal @8 MP e comparação em 4 canais simultaneamente.

DETECÇÃO DE MOVIMENTO 2.0

- Suporte em todos os canais por câmera.

PROTEÇÃO DE PERÍMETRO

- **Por dispositivo** – 2 canais @4 MP com análise para reconhecimento de humanos e veículos.
- **Por câmera** – Disponível em todos os canais.

RESOLUÇÃO DE GRAVAÇÃO

Suporte a diversas resoluções, incluindo 12 MP, 8 MP, 6 MP e 1080 p, com reprodução síncrona de até 16 canais.

INTERFACE DE REDE

- **Conexões remotas simultâneas** – Até 128.
- **Suporte a protocolos** – TCP/IP, IPv4/IPv6, DHCP, DNS, RTSP e NTP, entre outros.

INTERFACE AUXILIAR

- **Interfaces SATA** – Duas, com capacidade de até 10 TB por HDD.
- **Interface USB** – Presente nos painéis frontal e traseiro.
- **Entrada/saída de alarme** – 4/1.

CERTIFICAÇÕES

Certificações CE, FCC, UL, entre outras, atendendo aos principais padrões globais de conformidade.

5.8 CONTROLE DE ACESSO

O sistema de controle de acesso visa garantir a segurança das instalações, em sintonia com as diretrizes corporativas. A implementação deverá assegurar que apenas pessoas autorizadas tenham acesso às áreas específicas, com base em permissões definidas por cargos, funções e necessidades operacionais.

O sistema deverá proporcionar uma gestão eficiente, com capacidade de rastreamento e auditoria de todos os acessos, garantindo conformidade com as políticas internas de segurança.

5.8.1 Terminal de reconhecimento facial

O terminal de reconhecimento facial oferece um sistema avançado e seguro para o controle de acesso, utilizando, para tal, tecnologia de alta *performance* integrada à infraestrutura de segurança corporativa.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- **Tela LCD *touchscreen*** – *Display* de 7 polegadas com tecnologia *touch* para navegação intuitiva.
- **Câmera dupla** – Lente grande angular de 2 MP para captura precisa e amplo campo de visão.

- **Distância de reconhecimento** – Operação eficiente entre 0,3 m e 3 m.
- **Tempo de reconhecimento** – Inferior a 0,2 segundo por usuário.
- **Taxa de precisão** – Superior a 99% na identificação facial.

CAPACIDADES DE ARMAZENAMENTO

- **Rostos** – Até 10 mil perfis.
- **Impressões digitais** – Suporte para 10 mil (opcional).
- **Cartões** – Compatível com até 50 mil cartões MIFARE, Felica e DESfire.
- **Eventos** – Registro de até 150 mil atividades.

FUNCIONALIDADES ADICIONAIS

- **Leitura de cartões** – Módulos integrados para autenticação via MIFARE, Felica e DESfire.
- **Autenticação extra** – Opção de apresentação de cartões diretamente na tela para verificação adicional.

5.8.2 Controladora digital de acesso

A controladora digital de acesso gerencia e armazena informações de controle de acesso, garantindo alto desempenho e confiabilidade. Esse dispositivo é essencial para a centralização e a integração do sistema corporativo, podendo controlar até 8 portas.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Compatibilidade** – Dispositivos biométricos, leitores de cartões e sistemas Hikvision.
- **Capacidade de armazenamento** – Até 100 mil usuários e 300 mil eventos.
- **Comunicação** – TCP/IP e RS-485.
- **Fonte de alimentação** – Integrada, com suporte à redundância.
- **Integração** – Nativa ao HikCentral para gerenciamento centralizado.

5.8.3 Leitor de proximidade

Os leitores de proximidade fornecem autenticação rápida e segura para o controle de acesso, utilizando, para tal, tecnologia de cartão MIFARE.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Suporte a cartões MIFARE** – Frequência de 13,56 MHz.
- **LED indicativo de status** – Acesso permitido ou negado.
- **Comunicação** – Wiegand e RS-485.
- **Resistência** – A intempéries (IP65).

5.8.4 Cartão de proximidade – 1k

Os cartões de proximidade MIFARE são utilizados para a autenticação segura em sistemas de controle de acesso.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Capacidade de armazenamento** – 1 kB de dados.
- **Frequência de operação** – 13,56 MHz.
- **Compatibilidade** – Com todos os leitores Hikvision.
- **Personalização** – Com logotipo e informações corporativas.

5.8.5 Catraca do tipo pedestal com controladora

A catraca tipo pedestal oferece controle de acesso eficiente em ambientes corporativos e industriais, com integração total ao HikCentral.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Estrutura** – Aço inoxidável escovado.
- **Mecanismo** – Bidirecional, com capacidade de 30 passagens por minuto.
- **Indicador de status** – Por LED.
- **Controle de acesso** – Integrado, via leitores Hikvision.
- **Compatibilidade** – Com sistemas antipânico.

5.8.6 Catraca-balcão *swing barrier* com controladora

Ideal para áreas de grande fluxo, a catraca balcão *swing barrier* garante acesso controlado, inclusive para pessoas com necessidades especiais.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Mecanismo** – Silencioso e suave com capacidade de 35 passagens por minuto.
- **Estrutura** – Aço inoxidável com barreira de vidro temperado.
- **Controle integrado** – Por dispositivos Hikvision.
- **Modos** – Antipânico e operação de emergência.
- **Acessibilidade** – Em conformidade com a norma NBR 9050.

5.8.7 Cancela de veículos

As cancelas automáticas garantem controle eficiente de acesso de veículos, integrando segurança e alta durabilidade.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Tempo de abertura** – ≤ 2 segundos.
- **Ciclo de operação** – 3 milhões.
- **Estrutura** – Aço com pintura anticorrosiva.
- **Compatibilidade** – Câmeras ANPR Hikvision.

5.8.8 Sinalizador do tipo semáforo para a liberação de veículos

O sinalizador do tipo semáforo orienta visualmente a liberação ou a retenção de veículos em áreas controladas.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Estados** – Vermelho (bloqueio) e verde (liberação).
- **LEDs** – De alta intensidade, e visíveis a grandes distâncias.
- **Operação** – 24/7, com baixo consumo de energia.

5.8.9 Laço indutivo para sistema antiesmagamento de veículos

O laço indutivo atua na detecção de veículos, evitando, assim, incidentes durante o fechamento de cancelas automáticas.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Sensibilidade** – Ajustável para diferentes tipos de veículos.
- **Compatibilidade** – Sistemas de controle Hikvision.
- **Instalação** – Subterrânea, para maior segurança e durabilidade.

5.8.10 Entrada e saída de veículos – câmera varifocal ANPR (LPR)

As câmeras ANPR (LPR) realizam a leitura de placas em tempo real, garantindo rastreabilidade no acesso veicular.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Resolução mínima** – 2 MP.
- **Lente** – Varifocal ajustável.
- **Capacidade de leitura** – Até 120 km/h.
- **Integração** – Nativa ao HikCentral.

5.8.11 Fechadura eletromagnética com sensor de porta aberta

A fechadura eletromagnética proporciona segurança e o controle eficiente de acessos, com *status* de porta integrado.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Força de tração** – 600 libras.
- **Sensor integrado** – *Status* de porta (aberta/fechada).
- **Acabamento** – Alumínio anodizado.
- **Indicador** – LED e *buzzer* integrado.

5.8.12 Botoeira de emergência rearmável

A botoeira rearmável possibilita a liberação de bloqueios em emergências, com sinalização central.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Contatos** – 1NA (*status*) e 1NF (desbloqueio).
- **Rearme** – Manual após acionamento.
- **Indicador** – Visual de acionamento.

5.8.13 Contato auxiliar de *status* de porta (fechada)

Trata-se de dispositivo projetado para monitorar o estado de portas (fechadas/abertas).

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Operação** – Contatos secos (NA/NF).
- **Compatibilidade** – Sistemas Hikvision.

5.8.14 Fontes auxiliares com *nobreak*

Fontes com *nobreak* garantem a alimentação ininterrupta para dispositivos críticos de controle de acesso.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Capacidade** – 12V/5^a, com autonomia mínima de duas horas.
- **Proteção** – Contra sobrecarga e curto-circuito.
- **Indicador** – LED para *status* de carga e operação.

5.8.15 Sistema de alta voz

O Sistema de Áudio IP Anticorrosão proporciona comunicação e emissão de alertas em ambientes corporativos.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- **Processamento de alto desempenho** – Equipado com *chips* industriais de alta velocidade.
- **Gestão e configuração** – Gerenciamento remoto via redes IP (LAN/WAN).
- **Comunicação bidirecional** – Suporte para áudio bidirecional utilizando protocolo SIP.
- **Capacidade de integração** – Linkagem de áudio para eventos e alarmes.
- **Construção robusta** – *Design* anticorrosivo para uso externo.
- **Funcionalidades de áudio** – Entrada de alarme e programação de armamento.
- Síntese de fala (TTS) para transmissão de mensagens de texto.
- Reprodução de áudio local e transmissão por voz.

5.9. PREVENÇÃO E DETECÇÃO DE INCÊNDIO

5.9.1 Sensores endereçáveis

Os sensores deverão ser endereçáveis, o que aumentará a eficiência do sistema de detecção e de resposta a emergências. Esses dispositivos possibilitam que se identifique, com precisão, a localização exata de um possível foco de incêndio ou a liberação de gases nocivos, facilitando, assim, uma resposta rápida e direcionada. A central de incêndio deverá ser capaz de localizar imediatamente a origem do alarme, acionando, na sequência e de forma eficiente, os sistemas de controle e emergência.

5.9.2 Requisitos para sensores endereçáveis

- **Compatibilidade com o painel de controle** – Os sensores deverão ser integrados a um painel de controle centralizado, o que possibilitará a visualização e o gerenciamento centralizado de todas as informações dos dispositivos.
- **Integração com o sistema de controle de acesso** – O sistema de detecção de incêndio deverá prever a integração com o sistema de controle de acesso, para que sejam garantidas a segurança durante a evacuação e a comunicação em tempo real com as equipes de emergência.
- **Certificações de conformidade** – Os sensores deverão possuir certificações que atendam a normas internacionais, como Underwriters Laboratories (UL) e Factory Mutual (FM), garantindo-se, assim, a conformidade com os requisitos técnicos e de segurança exigidos.
- **Integração com outros dispositivos** – A integração com sistemas de alarme áudiovisual, *sprinklers* automáticos e outros dispositivos de combate ao incêndio será fundamental para que ocorra resposta eficiente a um evento de incêndio.
- **Sensibilidade ajustável** – Os sensores deverão ter sensibilidade ajustável para que se adaptem a ambientes com condições específicas, como áreas com alta umidade ou ventilação constante, garantindo-se, assim, a precisão na detecção, sem alarmes falsos.

5.9.3 Centrais de incêndio

As centrais de incêndio são componentes fundamentais para a coordenação do sistema de detecção e combate a incêndio. Elas deverão ser projetadas para que processem os sinais recebidos dos sensores, ativem os sistemas de combate ao fogo, emitam alarmes e forneçam relatórios detalhados sobre a emergência.

REQUISITOS PARA AS CENTRAIS DE INCÊNDIO

- **Processamento rápido e confiável** – As centrais de incêndio deverão ser capazes de processar rapidamente os sinais de alarme, identificando e localizando a origem do incêndio, acionando sistemas de combate (como *sprinklers* automáticos), a ventilação forçada e alarmes.
- **Interface intuitiva** – A central deverá ter uma interface amigável, que possibilite aos operadores visualizar claramente a situação, como localização do incêndio, os sensores ativados e o *status* dos sistemas de combate.

- **Integração com outros sistemas de segurança** – A central deverá ser integrada a outros sistemas de segurança, como o de CFTV e o de controle de acesso, para assegurar um gerenciamento centralizado e coordenado da emergência.
- **Certificações e conformidade** – A central de incêndio deverá estar em consonância com o que dizem as normas internacionais e nacionais aplicáveis, como a NFPA 72 e a ISO 7240, garantindo, assim, o desempenho adequado e a conformidade em relação às regulamentações de segurança contra incêndio.
- **Monitoramento remoto** – Deverá ser possível o monitoramento remoto da central, para se faça a gestão da emergência a partir de um local seguro e distante, com alertas automáticos enviados às equipes de emergência, aos gestores e a outros responsáveis.
- **Resiliência e backup de energia** – A central de incêndio deverá possuir fontes de alimentação redundantes, como baterias e geradores, para que continue funcionando durante quedas de energia e situações críticas.

5.9.4 Generalidades e certificações

A implementação dos sistemas de sensores de fumaça, calor e gases, bem como das centrais de incêndio, deverá seguir, rigorosamente, as diretrizes estabelecidas por normas internacionais, como a NFPA 72 (National Fire Alarm and Signaling Code), NFPA 70 (National Electrical Code), ISO 7240 e a NBR 10897.

Essas normas garantem a conformidade do sistema com os mais altos padrões de segurança, fornecendo uma solução eficaz e confiável de detecção e combate ao incêndio.

Além disso, toda a infraestrutura de detecção e combate a incêndios deverá ser integrada ao *software* SCADA, em atividade no Centro de Controle Operacional (CCO) da operação local. Essa integração possibilitará o monitoramento em tempo real, gestão centralizada e o acionamento coordenado de todos os sistemas de segurança, proporcionando maior eficácia de resposta a incidentes e facilitando o gerenciamento das operações de emergência.

Todos os componentes e sistemas implementados deverão ser testados e submetidos a manutenções periódicas, para que seja assegurada a funcionalidade contínua e a prontidão em relação a possíveis emergências.

5.10 CABEAMENTO ESTRUTURADO

O Sistema de cabeamento estruturado é uma infraestrutura essencial para suportar as demandas de conectividade e comunicação em ambientes corporativos e industriais. Esse sistema é projetado e implementado com base em padrões internacionais de desempenho e confiabilidade.

5.10.1 Descrição geral

O cabeamento estruturado abrange a instalação de cabos UTP, FTP e fibra óptica, além da integração de *racks* de telecomunicações, *patch panels* e sistemas de organização de cabos. Todo o processo deverá seguir, rigorosamente, os padrões TIA/EIA-568 e ISO/IEC 11801, proporcionando interoperabilidade e alta *performance*.

5.10.2 Destaques

- **Conformidade com padrões internacionais** – Instalação e certificação realizadas de acordo com as normas TIA/EIA-568 e ISO/IEC 11801, garantindo-se, assim, qualidade e compatibilidade com equipamentos e aplicações de mercado.
- **Integração de sistemas** – Infraestrutura preparada para suportar soluções corporativas, incluindo a integração com dispositivos de segurança, o controle de acesso e sistemas de gerenciamento centralizados.
- **Escalabilidade e durabilidade** – Planejamento que possibilita expansões futuras sem haver a necessidade de grandes alterações na estrutura instalada.
- **Organização e manutenção simplificadas** – Utilização de *racks*, *patch panels* e etiquetas padronizadas para facilitar o gerenciamento e a identificação dos pontos de conexão.

5.10.3 Características técnicas e cabeamento

- **UTP e FTP** – Categoria mínima CAT5, com suporte para transmissão de dados a 1 Gbps e atenuação reduzida.
- **Fibra óptica** – Monomodo e multimodo, com conectores LC/LC e suporte à alta largura de banda para longas distâncias.

5.10.4 Componentes de infraestrutura

- **Racks de telecomunicações** – Construção em aço com ventilação, organização de cabos e painéis modulares.
- **Patch panels** – Suporte a conectores RJ45 e a interfaces de fibra óptica. Eles são organizados por segmento e etiquetados conforme padrões corporativos.
- **Organizadores de cabos** – Guias horizontais e verticais para que sejam garantidos *layout* limpo e acesso facilitado.

5.10.5 Testes e certificação

- **Testes de performance** – Realizados com equipamentos de certificação para que sejam verificados a continuidade, a atenuação, o NEXT (Near-End Crosstalk) e outros parâmetros críticos.
- **Relatórios certificados** – Emissão de documentação técnica detalhada para a validação da conformidade e a rastreabilidade do projeto.

A infraestrutura de cabeamento estruturado não apenas suporta as necessidades atuais de conectividade, mas, também, prepara a organização para inovações tecnológicas futuras, assegurando robustez, escalabilidade, conformidade com padrões corporativos e alinhamento às melhores práticas de mercado.

Essa abordagem padronizada possibilita integração eficiente com sistemas existentes e facilita a adaptação a novas demandas, mantendo a consistência e a qualidade em toda a operação.

5.10.6 Programação dos sistemas

- **Prevenção e detecção de incêndio** – Configuração de níveis de alarme e integração ao SCADA.
- **CFTV** – Programação de análises de vídeo para a detecção de movimentos suspeitos.
- **Controle de acesso** – Cadastro de usuários e a definição de horários e permissões.
- **Alta voz** – Configuração de mensagens automáticas e de cenários de emergência.
- **Cabeamento estruturado** – Mapeamento e documentação de conexões para futuras expansões.

5.11. PROGRAMAÇÃO E CONFIGURAÇÃO DOS SOFTWARES, VMS E CONTROLE DE ACESSO

- Integração dos sistemas para monitoramento unificado.
- *Dashboards* customizados para operação em tempo real.
- Testes de funcionalidade e validação dos sistemas conectados.

6

DIRETRIZES TÉCNICAS PARA CENTROS DE CONTROLE OPERACIONAL (CCOs)

6.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir os critérios técnicos mínimos a serem seguidos nos projetos e na implementação de Centros de Controle Operacional (CCOs) das unidades da Iguá Saneamento.

6.2 ÁREAS ENVOLVIDAS

CAPEX e Operacional/Manutenção Eletromecânica.

6.3 ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES

As equipes de CAPEX das operações serão responsáveis por compartilhar este documento com os fornecedores que realizarão trabalhos do segmento. As diretrizes deverão ser seguidas em novos projetos de CCOs, bem como para as adequações de sistemas executadas pelas equipes de CAPEX, Operações e Manutenção Eletromecânica e, também, por terceiros.

6.4 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES (PADRONIZAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE CCOs), COM DEFINIÇÕES E CRITÉRIOS

6.4.1 Controlador lógico programável (CLP)

GERAL

Os CLPs são os controladores eletrônicos industriais que contêm a programação necessária, sendo, também, responsáveis pelo controle e pelo monitoramento dos processos de bombeamento, tratamento de água e esgoto e telemetria. Eles fazem ainda conexão com os *softwares* SCADA, localizados nos CCOs.

Os CLPs deverão ser adotados conforme os critérios do documento Diretrizes Técnicas para Automação, Telegestão, Telemetria e Elétricas das Estações (DT-COR-AUT-001), independentemente da aplicação: em estações de tratamento, em estações de bombeamento, em instrumentação, em estações de manobras (como atuadores de válvulas automáticas) ou em telemetria (exemplos: VRPs, medição de vazão, medição de pressão e qualidade da água).

Observações

Não serão aceitas soluções com o emprego de CLPs, *modem-CLPs*, *modem-I/O*, remotas ou dispositivos eletrônicos proprietários (nos quais apenas o fornecedor tem acesso à programação) ou que necessitem de pagamentos para uso ou licenciamento e/ou suporte técnico (por exemplo). Deverão ser adotados CLPs normatizados, certificados, de produção seriada e de mercado, com acesso irrestrito à programação.

SINAIS DE I/O

Sinais de I/O ou sinais de E/S (Entradas e Saídas) são todos os sinais elétricos recebidos e/ou enviados dos processos a serem controlados e/ou monitorados pelos CLPs. Podem ser informações elétricas vindas do campo (painéis, equipamentos, instrumentos, atuadores etc.) ou comandos elétricos a serem enviados para o campo – nesse caso, aos equipamentos (bombas, inversores, *soft-starters* etc.) A seguir, são relacionados os principais sinais de I/Os típicos:

RESERVATÓRIOS OU POÇOS DE SUÇÃO		
Sinal	Tipo I/O	Origem
Nível “Muito Alto”	Entrada digital	Chave de nível
Nível “Muito Baixo”	Entrada digital	Chave de nível
Nível	Entrada analógica (4~20mA)	Transmissor de nível

BOMBAS – PARTIDA DIRETA		
Sinal	Tipo I/O	Origem
Status da bomba	Entrada digital	Circuito de comando
Seletora “Manual – 0 – Automático”	Entrada digital	Circuito de comando
Falha(s)	Entrada(s) digital(is)	Circuito de comando
Comando “Liga” em automático	Saída digital	CLP

BOMBAS – PARTIDA <i>SOFT-STARTER</i>		
Sinal	Tipo I/O	Origem
Status da bomba	Entrada digital	Circuito de comando
Seletora “Manual – 0 – Automático”	Entrada digital	Circuito de comando
Falha(s)	Entrada(s) digital(is)	Circuito de comando
Fim de partida da <i>soft-starter</i>	Entrada digital	Circuito de comando
Comando “Liga” em automático	Saída digital	CLP

LINHAS DE RECALQUE DE BOMBAS OU PONTOS DE TELEMETRIA		
Sinal	Tipo I/O	Origem
Pressão	Entrada analógica	Transmissor de pressão
Vazão + volume acumulado em m ³	Comunicação RS-485/Modbus	Transmissor de vazão

LINHAS DE SUÇÃO DE BOMBAS DE BOOSTERS – ÁGUA		
Sinal	Tipo I/O	Origem
Pressão	Entrada digital	Pressostato
Pressão	Entrada analógica	Transmissor de pressão

BOMBAS – INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Sinal	Tipo I/O	Origem
Status da bomba	Entrada digital	Circuito de comando
Seletora “Manual – 0 – Automático”	Entrada digital	Circuito de comando
Falha(s)	Entrada(s) digital(is)	Circuito de comando
Velocidade do motor (em %) e demais variáveis do motor (corrente, rotação, torque etc.)	Entrada analógica ou via rede de comunicação a definir (RS-485/Modbus ou Ethernet/Modbus)	Inversor de frequência → CLP
Comando “Liga” em automático	Saída digital	CLP
Referência de velocidade	Saída analógica (4~20mA) ou via rede de comunicação a definir (RS-485/Modbus ou Ethernet/Modbus)	CLP → Inversor

BOMBAS DOSADORAS DE QUÍMICOS

Sinal:	Tipo I/O:	Origem:
Status da bomba	Entrada digital	Circuito de comando
Seletora “Manual – 0 – Automático”	Entrada digital	Circuito de comando
Falha	Entrada digital	Circuito de comando
Comando “Liga” em automático	Saída digital	CLP
Velocidade do motor (em %) e demais variáveis do motor (corrente, rotação, torque etc.)	Entrada analógica ou via rede de comunicação a definir (RS-485/Modbus ou Ethernet/Modbus)	Inversor de frequência → CLP
Referência de velocidade	Saída analógica (4~20mA) ou via rede de comunicação a definir (RS-485/Modbus ou Ethernet/Modbus)	CLP → Inversor

ATUADORES ELÉTRICOS VÁLVULAS E COMPORTAS (TIPO ON-OFF)

Sinal	Tipo I/O	Origem
Status “Aberto”	Entrada digital ¹	Atuador
Status “Fechado”	Entrada digital ¹	Atuador
Seletora “Manual – 0 – Automático”	Entrada digital ¹	Atuador
Falha(s)	Entrada(s) digital(is) ¹	Atuador
Posição de abertura (em %)	Entrada analógica ¹	Atuador → CLP
Comando Abre em Automático	Saída digital ¹	CLP
Comando Fecha em Automático	Saída digital ¹	CLP

¹ Dependendo da quantidade e da distribuição física dos atuadores, poderá ser utilizada a comunicação RS-485/Modbus ou Ethernet/Modbus.

ATUADORES ELÉTRICOS VÁLVULAS E COMPORTAS (TIPO MODULANTE)

Sinal	Tipo I/O	Origem
Status "Aberto"	Entrada digital ²	Atuador
Status "Fechado"	Entrada digital ²	Atuador
Seletora "Manual – 0 – Automático"	Entrada digital ²	Atuador
Falha(s)	Entrada(s) digital(is) ²	Atuador
Posição de abertura (em %)	Entrada analógica ²	Atuador
Comando de posição (em %)	Saída analógica ²	CLP → Atuador

² Dependendo da quantidade e da distribuição física dos atuadores, poderá ser utilizada a comunicação RS-485/Modbus ou Ethernet/Modbus.

SINAIS EM GERAL

Sinal	Tipo I/O	Origem
Com até 1 parâmetro de medição	Entrada analógica (4~20mA)	Controlador do instrumento
Com até 2 parâmetros de medição	Entrada analógica (4~20mA) para cada parâmetro ou RS-484/Modbus	Controlador dos instrumentos
Com mais de 3 parâmetros de medição	Ethernet/Modbus	Controlador dos instrumentos

Deverá ser avaliada a melhor solução para cada projeto. Mas, os critérios apresentados acima são um ponto de partida para a interligação dos sinais.

SINAIS EM GERAL

Sinal	Tipo I/O	Origem
Alarme patrimonial da estação	Entrada digital	Sistema de alarme patrimonial
Alarme de extravasamento	Entrada digital	Chaves do tipo boia

CONVENÇÕES ADOTADAS

A seguir, as convenções de hierarquia de comando a serem estabelecidas nas lógicas de programação da automação das estações e, conseqüentemente, adotadas no *software* SCADA:

CHAVE SELETORA "MANUAL – 0 – AUTOMÁTICO"

Está localizada na porta dos painéis de comando das estações. Deverá ser adotada uma seletora por partida de motor e por equipamento (centrífugas, roscas desaguidoras de lodo, preparadores de polímero, grades mecanizadas, peneiras finas, canais desarenadores, adensadores mecânicos, secadores de lodo etc.)

Posição "Manual"

As bombas e os equipamentos poderão ser acionados e/ou desligados pelos botões de comando dos painéis de comando.

Posição "Automático"

As bombas e os equipamentos serão acionados e/ou desligados via CLP. Essa posição ainda está condicionada ao sistema supervisor SCADA.

Posição “0” (neutra)

Nessa posição, eletricamente, não será possível o uso de comandos manuais e de comandos via CLP. A posição não deverá ser identificada com etiquetas nos painéis. Trata-se apenas de uma posição.

Botões de comando “Liga” e “Desliga”

Estão localizados na porta dos painéis de comando das estações. Deverá ser considerado um conjunto para cada partida de motor e equipamento. Não serão aceitos botões de “Liga” e de “Desliga” conjugados numa mesma peça, e nem com a sinalização luminosa “Ligado” e “Desligado”.

Botão “Liga”

As bombas e os equipamentos poderão ser ligados por acionamento manual. O botão de “Liga” está condicionado eletricamente à seletora “Manual – Automático”. Apenas será acionado caso a seletora esteja em “Manual”.

Botão “Desliga”

As bombas e os equipamentos poderão ser desligados – o botão de “Desliga” está condicionado eletricamente à seletora “Manual – Automático”. Apenas desligará caso a seletora esteja em “Manual”.

Telecomando de Seleção “Local – Remoto”

Comando localizado e originado no *software* de supervisão SCADA. Deverá ser adotada uma seleção por partida de motor e por equipamento (centrífugas, roscas desaguadoras de lodo, preparadores de polímero, grades mecanizadas, peneiras finas, canais desarenadores, adensadores mecânicos, secadores de lodo etc.)

Posição “Local”

É condicionada à seletora “Manual – Automático”. Se estiver em “Automático”, valerão as lógicas e os intertravamentos contidos nos CLPs. As bombas e os equipamentos serão acionados e/ou desligados pela programação dos CLPs.

Posição “Remoto”

É condicionada à seletora “Manual – Automático”. Se estiver em “Automático”, valerá o telecomando “Liga – Desliga” no *software* SCADA. As bombas e equipamentos são acionados e/ou desligados remotamente pelo SCADA, via CLP. Em ambos os casos, caso a seletora “Manual – Automático” estiver em “Manual”, as seleções “Local – Remoto” não serão funcionais.

Telecomando “Liga – Desliga”

É condicionado à seleção “Local – Remoto” e à seletora “Manual – Automático”. Se elas estiverem, respectivamente, em “Remoto” e “Automático”, valerá a seleção feita pelo telecomando “Liga – Desliga” no *software* SCADA. As bombas e os equipamentos serão acionados (ou mantidos assim) se o telecomando for “Liga”. Serão desligados (ou mantidos assim) se o telecomando for “Desliga”.

Em ambos os casos, se a seletora “Manual – Automático” estiver em “Manual” e/ou a seleção “Local – Remoto” estiver em “Local”, os telecomandos não atuarão e suas seleções não deverão ser alteradas pelo SCADA e/ou, principalmente, pelo CLP.

Hierarquia de comandos – modos de comando

A seguir, o quadro de funcionamento lógico da hierarquia de comando:

Seletora “Manual – Automático” no Painel	Botões “Liga – Desliga” no Painel	Telecomando “Local – Remoto” no SCADA	Telecomando “Desliga – Liga” no SCADA
Neutra	Sem efeito	Sem efeito	Sem efeito
Manual	Habilitados (operam-se pelos botões)	Sem efeito (em qualquer seleção)	Sem efeito (em qualquer seleção)
Automático	Sem efeito (botões sem ação)	Em “Local”: o CLP segue a programação prevista em <i>ladder</i>	Sem efeito (em qualquer seleção)
		Em “Remoto”: o CLP obedece ao telecomando “Desliga – Liga”	Em “Desliga”: o motor é desligado e mantido desligado até alteração deste comando Em “Liga”: o motor é ligado e permanece ligado até alteração desse comando ou desliga por falha e/ou discordância e/ou se algum intertravamento de segurança previsto for elétrico e/ou no <i>ladder</i> . As condições de desligamento não alteram a seleção do comando em modo “Desliga”

Os telecomandos de *set-point* continuarão funcionando independentemente da posição da Seletora “Manual – 0 – Automático”. Ou seja, continuarão escrevendo o valor comandado no *set-point* nas %MWs do CLP.

Alarme de Discordância

Trata-se de um alarme para situação diferente ou discordante daquela esperada. No caso da automação, é uma situação diferente daquela programada ou solicitada para ocorrer. Por exemplo: existe condição lógica para se acionar uma bomba e, de fato, acionou-se a saída digital do CLP. Porém, não se tem o sinal digital de retorno indicando que o contator tinha sido atracado – e a bomba não ligou. Ou, então, comandou-se o desligamento da mesma bomba, e o sinal de retorno (*status*) continua verdadeiro – e a bomba não desligou.

Na existência desse alarme, um sinal lógico é produzido (*bit* do Alarme de Discordância), participando das lógicas operacionais de comando do motor. Portanto, quando verdadeiro, deverá ser desabilitado o comando da saída digital do CLP para o respectivo equipamento. Nessas situações, deverá ser verificado o motivo da discordância.

Assim, terá de ser programado, no sistema supervisor, um telecomando para *reset* das falhas. O telecomando deverá voltar a “Não Zero” ao final do comando (temporizado pelo *ladder* no CLP).

O Alarme de Discordância é, habitualmente, atrelado ao funcionamento dos equipamentos no modo de operação “Automático”. Um alarme de discordância será necessário para cada equipamento.

Todas estas convenções são válidas para outros equipamentos, como válvulas motorizadas, bastando haver a adaptação às designações dos comandos (“Abre – Fecha”), das sinalizações, dos alarmes etc.

Comandos de válvulas automáticas

Alguns projetos poderão ter aplicações com válvulas automáticas de acionamento elétrico, pneumático ou hidráulico. Os acionamentos são chamados de “atuadores”. Preferencialmente, deverão ser adotados os atuadores elétricos.

Basicamente, existem 2 tipos de atuadores: *on-off* e modulantes. Os do tipo *on-off* fecham e abrem as válvulas completamente. Já os atuadores Modulantes obedecem a valores de abertura e/ou de fechamento a partir de sinais analógicos. Ou seja: podem variar a abertura e/ou o fechamento da válvula a partir de valores comandados.

Para os atuadores, deverão ser previstos circuitos elétricos de comando integrados ao equipamento, incluindo a seletora “Manual – Automático” (dependendo do fabricante, será “Local – 0 – Remoto”), botão de emergência e bloqueios para acionamentos não autorizados por chave.

Para válvulas solenoides, da mesma maneira como para as bombas, deverão ser previstas as seleções “Manual – 0 – Automático” e os botões para abertura e fechamento (em IHM e/ou no SCADA, se for o caso). Portanto, os equipamentos obedecerão às mesmas convenções e aos mesmos princípios tratados neste documento. Ou seja: serão operados localmente via botões de comando, no modo “Manual” e irão operar automaticamente quando em modo “Automático”. Em relação a essa última situação, os comandos se darão pelo programa do CLP, no modo “Local”, ou remotamente, pelo sistema supervisório no modo “Remoto”.

Os atuadores também poderão apresentar sinais de falhas. Eles deverão ser monitorados pelo CLP. Estarão intertravados, inclusive, com os alarmes de discordância (na abertura no fechamento). Deverão interromper seu funcionamento quando os alarmes estiverem presentes/ativos. Ou seja: com exceção dos comandos manuais (em “Automático”), o sinal digital de abertura e/ou de fechamento pelo CLP deverá ser interrompido (desligado) na presença do alarme de discordância. Nessas situações, a lógica do CLP (saídas digitais) deverá ser interrompida.

Comandos remotos de abertura e de fechamento pelo sistema supervisório (telecomandos) deverão ser previstos. A mesma situação deverá ocorrer com atuadores modulantes e telecomandos de valores de abertura remota.

Seleções de modo “Local” e modo “Remoto” também deverão ser previstas no *software* SCADA. As mesmas convenções descritas anteriormente serão válidas para esses equipamentos.

MODOS DE OPERAÇÃO PARA OS ATUADORES DE VÁLVULAS AUTOMÁTICAS

A seguir, o resumo do funcionamento lógico das hierarquias de comando:

Seletora “Manual –Automático” no Atuador	Botões “ Abre – Fecha” no Atuador	Telecomando “Local –Remoto” no SCADA	Telecomando “Fechar– Abrir” no SCADA
Neutra	Sem efeito	Sem efeito	Sem efeito
Manual	Habilitados (operam-se pelos botões)	Sem efeito (em qualquer seleção)	Sem efeito (em qualquer seleção)
Automático	Sem efeito (botões sem ação)	Em “Local”: o CLP comanda o atuador conforme a programação prevista em <i>ladder</i>	Sem efeito (em qualquer seleção)
		Em “Remoto”: o CLP obedece ao telecomando “Fechar – Abrir”	Em “Fechar”: a válvula é fechada e mantida assim até alteração deste comando Em “Abrir”: a válvula é aberta e permanece assim até alteração desse comando

6.4.2 Configurações e critérios do *software* SCADA dos CCOs

SOFTWARE SCADA

O *software* SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) dos CCOs das unidades da Iguá Saneamento será o Schneider Vijeo Citect, em sua última versão disponível.

SERVIDORES SCADA

Deverá haver, ao menos, um servidor SCADA local em cada unidade da Iguá Saneamento. Esse servidor deverá ser um microcomputador dimensionado conforme as especificações do fabricante do *software* SCADA.

A configuração preferida deverá ser a de 2 servidores locais, configurados e programados para operar em redundância (um com o outro) e localmente.

No caso de impossibilidade de haver 2 servidores SCADA e redundantes entre si, o único servidor local deverá estar em redundância com um dos servidores SCADA da *holding*.

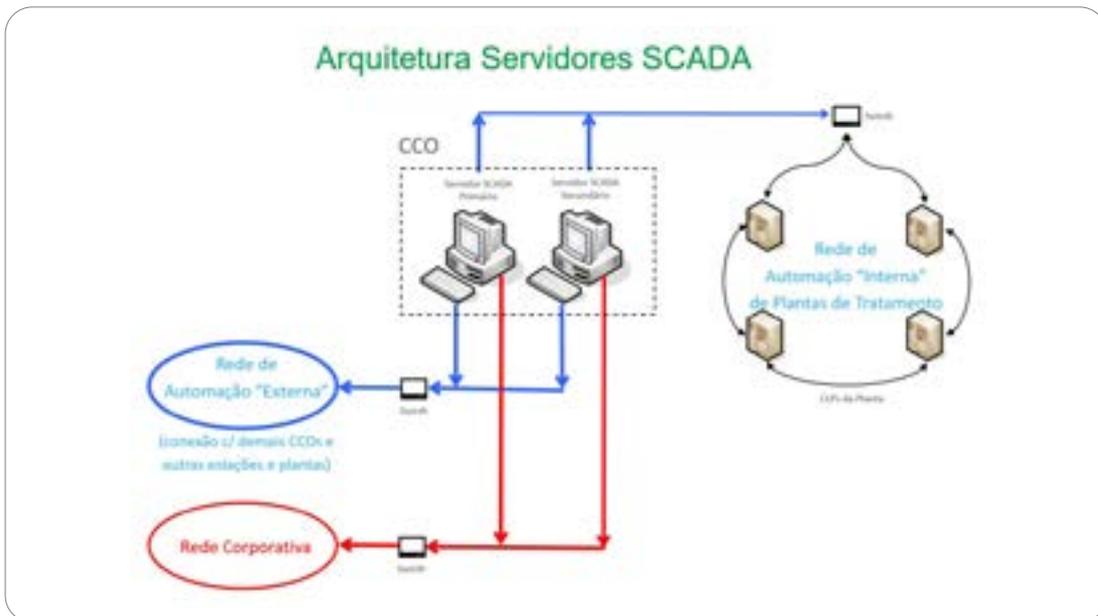
Portanto, as possíveis configurações serão:

- **Configuração mínima** – 1 servidor SCADA no CCO da unidade e redundância com 1 servidor SCADA na *holding* ou em nuvem.
- **Configuração ideal** – 2 servidores SCADA localizados num mesmo CCO da unidade em redundância um com o outro e comunicação com o SCADA da *holding*.
- Para cada ETE de grande porte e/ou de complexidade de processo de tratamento, deverá ser previsto 1 servidor SCADA local, com sua redundância sendo feita por um dos servidores do CCO da unidade.

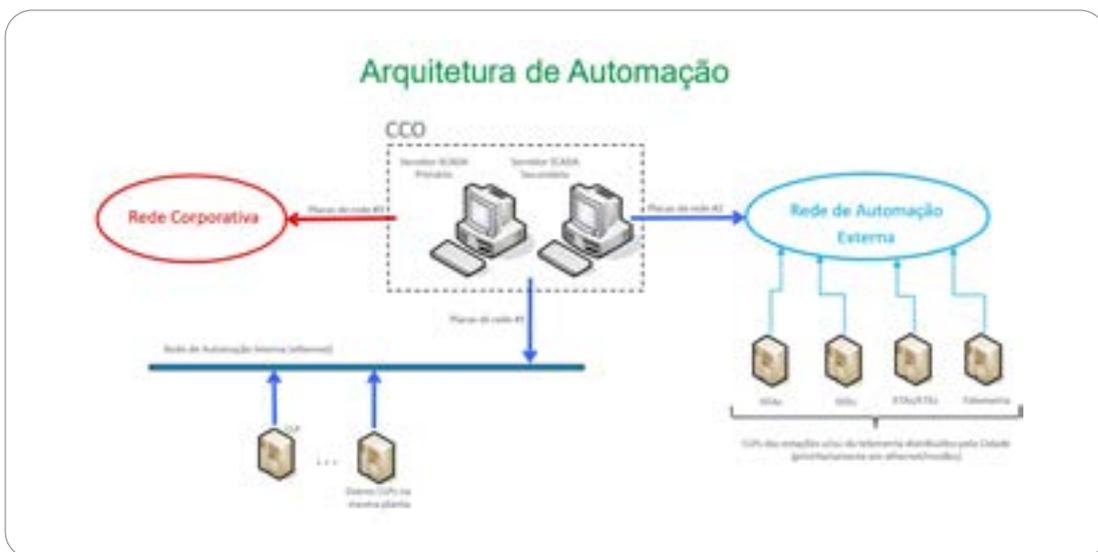
Observações

Todos os CLPs deverão, obrigatoriamente, comunicar-se apenas com os servidores SCADA locais das respectivas unidades da Iguá Saneamento. Apenas em caso de falha de comunicação pelos servidores locais é que será permitida a comunicação com o servidor SCADA redundante da *holding*. Contudo, essa situação será, sempre, considerada como provisória até que o problema de comunicação seja sanado.

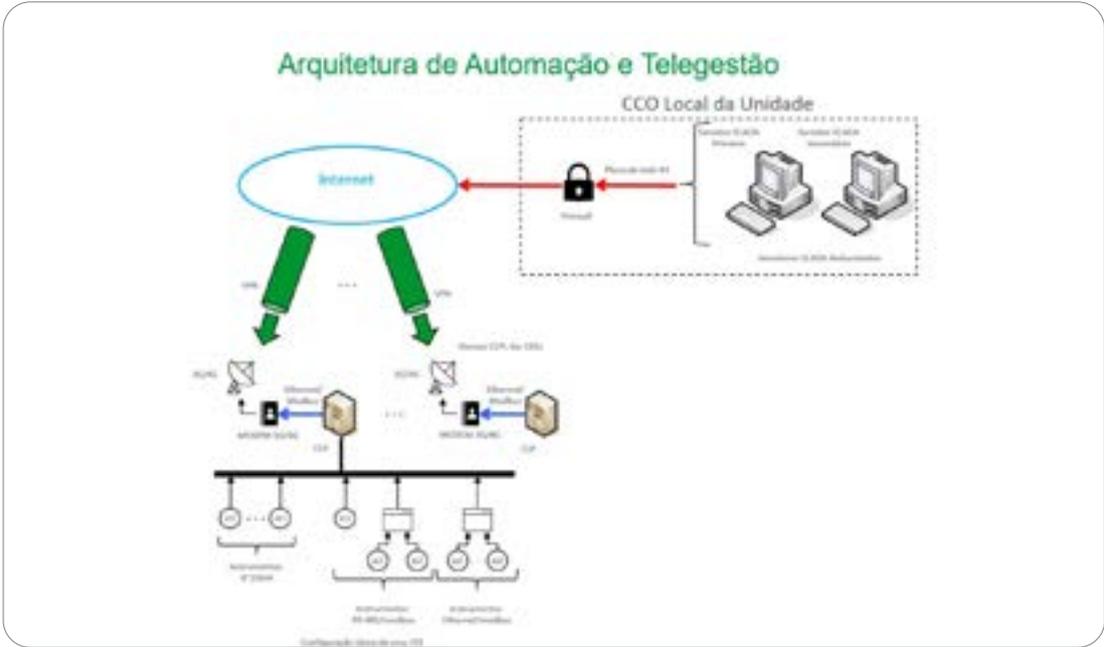
As figuras a seguir indicam a arquitetura de redundância-padrão da Iguá Saneamento e das comunicações-padrões previstas:



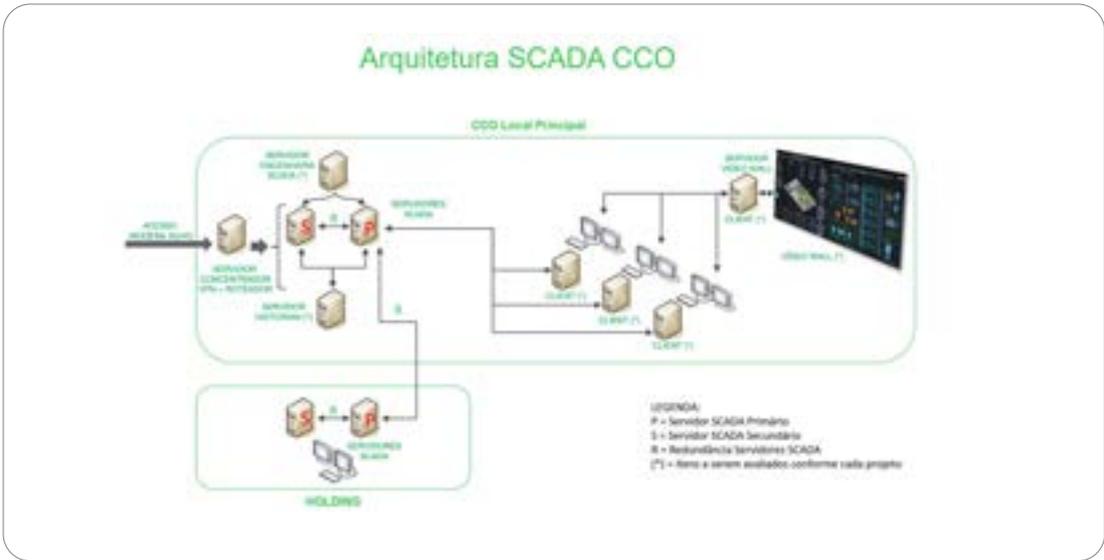
Arquitetura dos servidores SCADA



Arquitetura de automação – opção rádios e/ou fibra óptica



Arquitetura de automação – opção modem 3G/4G



Arquitetura a ser adotada para os CCOs

Os protocolos de comunicação a serem empregados com os CLPs são o Modbus e o Ethernet/Modbus.

Cada servidor SCADA deverá ter, pelo menos, uma placa de rede Ethernet para cada rede de comunicação: rede de automação interna (para comunicação com os CLPs internos das ETAs e ETEs), rede de automação externa (para comunicação com os CLPs das estações distribuídas pela área de atuação da unidade) e rede corporativa (para comunicação com a rede de computadores corporativa).

Todas as placas de rede Ethernet dos servidores SCADA deverão ser configuradas em famílias de endereçamento IP diferentes entre as distintas redes de comunicação do item anterior.

Outras observações importantes:

- Não serão permitidos comunicações e/ou acessos entre as placas de rede Ethernet de cada um dos servidores SCADA.
- Não serão permitidos comunicações e/ou acessos entre as diferentes redes de comunicação.
- Em nenhuma hipótese ou circunstância, os CLPs de ETAs e ETEs serão acessíveis externamente através de uma das redes de comunicação.
- Inversores de frequência, *soft-starters*, relés de proteção de subestações de energia, relés inteligentes, medidores de grandezas elétricas, disjuntores, *switches*, *bridges* etc. somente serão acessíveis para configuração e programação locais. Também não serão acessíveis externamente, em qualquer hipótese ou circunstância, por qualquer uma das redes de comunicação e diretamente pelos *softwares* SCADA.
- Será permitida a utilização de macros de programação e/ou configuração, desde que sejam nativas do *software* SCADA.
- Deverão ser configurados e parametrizados itens como: placas de rede Ethernet, *switches* Ethernet, roteadores, sistemas de *firewall* etc., de modo a viabilizar as comunicações necessárias entre os CLPs das estações e os *softwares* SCADA (CCOs).
- Deverá ser sempre solicitada às empresas contratadas uma cópia, em mídia eletrônica, da última versão do programa (aplicativo) e/ou das telas em execução em cada servidor SCADA.
- Deverão ser utilizadas *tags* para todas as variáveis empregadas na programação. Também deverá haver, sempre (onde forem cabíveis), comentários sucintos nas linhas de programação.
- Não será permitido o uso de senhas para acesso à programação dos *softwares* SCADA e em servidores, *switches*, rádios, roteadores e afins, a não ser que exista orientação diferente da Iguá Saneamento.
- Deverá ser apresentado, previamente, para aprovação da Iguá Saneamento, o plano de endereçamento de IPs de todos os equipamentos.
- Deverá ser apresentado, previamente, para aprovação da Iguá Saneamento, o plano de endereçamento das Words de Memória “%MWs” das estações.
- Deverão ser promovidos testes para certificar as comunicações de cada servidor SCADA com as redes de comunicação, os CLPs, os servidores, os equipamentos etc.
- Se o Sistema Historiador for utilizado, deverão ser providenciadas, por exemplo, as interligações com os servidores SCADA, bem como as configurações diversas, a estruturação dos bancos de dados e a elaboração de todos os relatórios e sistemas de pesquisa.
- Preferencialmente, deverá ser adotada uma licença SCADA de engenharia (em servidor dedicado), destinada para a criação de novas telas e comunicações e

alterações de aplicações existentes. Essa configuração visará, principalmente, não afetar e/ou paralisar o funcionamento dos servidores SCADA principais nessas situações.

- Se forem utilizados *softwares*/módulos SCADA Cliente e/ou do tipo *web client*, deverão ser providenciadas suas instalações e configurações, incluindo-se, por exemplo, as interligações com os servidores SCADA, as configurações diversas, a estruturação dos bancos de dados e a elaboração de todos os relatórios e sistemas de pesquisa.
- Estações/locais com comunicações feitas por *modem* 3G/4G (ou superior) deverão ser interligadas aos CCOs, via roteadores VPN IPsec. Para tal, o sistema deverá utilizar concentradores de VPN instalados no CCO local. Os *modems* 3G/4G poderão, eventualmente, operar de forma redundante com duas operadoras de telefonia celular. Os concentradores de VPN deverão atender e manter, no mínimo, mil conexões simultâneas entre os roteadores VPN IPsec e os *softwares* SCADA, a partir de conexão VPN Lan-to-Lan entre o concentrador e os roteadores, utilizando-se IPSEC com criptografia para a conexão VPN Lan-to-Lan. Os concentradores de VPN poderão incluir funções de *firewall* e *appliance* de segurança. As soluções deverão ser sempre previamente aprovadas pela Iguá Saneamento.
- Quando das implementações e/ou modificações nos aplicativos *run time*, todos os servidores SCADA deverão ser entregues em cada CCO, ao final do dia de trabalho, em perfeito estado de funcionamento e funcionalidade.
- As bibliotecas e os *templates*-padrões criados pela Iguá Saneamento serão fornecidas (para a elaboração de telas de sinópticos, telecomandos, alarmes, *displays*, figuras, definição de cores e animações e relatórios) apenas para a empresa vencedora de contratações, por meio de TR específico. As atuais bibliotecas (e as eventuais novas), bem como os *templates*-padrões, serão de propriedade exclusiva da Iguá Saneamento.
- Somente será permitida a troca/comunicação/aquisição de dados dos CLPs das estações com os servidores SCADA dos CCOs das respectivas unidades. Os servidores SCADA de outros CCOs (CCOs compartilhados, por exemplo, e/ou CCO da *holding*) somente farão a aquisição de dados por meio dos servidores SCADA dos CCO de cada unidade.
- Para cada estação/CLP supervisionado, será previsto e executado um alarme de comunicação com ícone pulsante e aviso sonoro na tela do *software* SCADA. A mesma ocorrência se dará com as mensagens na barra de alarmes. Na tela com planta ou processos gerais, deverão ser inseridos todos os ícones de alarmes pertinentes.
- Todas as telas dos servidores SCADA terão a seguinte composição mínima:
 - Tela inicial com a logomarca da Iguá Saneamento e/ou da unidade.
 - Tela inicial com o mapa de cada município, conforme o CCO.
 - Tela inicial com o mapa do sistema de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário, conforme o CCO.
- Menus das telas.
- Menus dos relatórios.

- Menus dos gráficos de tendências.
- Atalhos para mudança de tela.
- Sinópticos animados dos processos e dos equipamentos.
- Ícones de alarmes pulsantes e sonoros com reconhecimento individual por clique do mouse.
- Barras de mensagens de *status* com datas e horas das ocorrências.
- Barras de mensagens de alarmes com datas e horas das ocorrências, do reconhecimento e da normalização. O reconhecimento poderá ser feito, também, clicando-se diretamente na mensagem de alarme, desde que o usuário esteja “logado”.
- Figuras padronizadas com animação e coloridas de todos os equipamentos conforme o *status* do momento.
- Telecomandos padronizados com animação e coloridas de todos os equipamentos, conforme o *status* e/ou a seleção do momento.
- *Pop-ups* de telecomandos padronizados com animação e coloridas de todos os equipamentos, conforme o *status* e/ou a seleção do momento.
- *Displays* padronizados das medições *on-line* de cada variável de processo medida distribuídos pelos sinópticos de cada área supervisionada.
- Telas específicas de telecomandos.
- Gráficos de tendências pré-executados.
- Relatórios-padrões (pré-programados).
- Os seguintes *status*, mensagens, alarmes e telecomandos serão esperados para, no mínimo, cada estação e seus equipamentos, visando à indicação e o registro nos *softwares* SCADA (e, para tanto, deverão ser considerados nas bibliotecas e templates padrões):

STATUS

- “Desligado – Ligado”.
- “Manual – Automático” (*status* da seletora do painel elétrico).
- “Aberto – Fechado”.

ALARMES

- Alarme patrimonial (invasão da estação/local).
- Alarme de abertura da(s) porta(s) do painel elétrico.
- Falha (elétrica).
- Discordância.
- Falha de comunicação (para cada CLP com o respectivo SCADA).
- Falha de comunicação (para cada instrumento com o CLP).
- Nível: Alto/Baixo/Muito Alto/ Muito Baixo.
- Vazão: Alta/Baixa/Muito Alta/Muito Baixa.
- Pressão: Alta/Baixa/Muito Alta/Muito Baixa.
- Variáveis de processo de instrumentos analíticos (pH, turbidez, cloro, flúor, SST, condutividade, OD etc.): Alta/Baixa/Muito Alta/Muito Baixa.

TELECOMANDOS

- *Reset* de Falhas (o botão retorna à posição “Não” por temporização no programa do CLP)
- “Desliga – Liga”.
- “Abre – Fecha”.
- “Local – Remoto”.
- *Set-points*: pressão (mca), nível do poço de sucção, velocidade remota da bomba (%), níveis dos alarmes (% ou m), ajustes de PIDs etc.

INDICAÇÕES

- Nível (m e %).
- Velocidade de motores (rpm e %).
- Pressão (mca, bar).
- Vazão (l/s, m³/h).
- Volume acumulado (m³).
- Abertura (em % p/ as válvulas e comportas c/ atuador elétrico).
- Grandezas elétricas (V, A, kW, kVA, kVAR, kWh, cos ϕ /FP etc.)
- Instrumentos analíticos (pH, turbidez, cloro, flúor, SST, condutividade, OD etc.)
- Todos os arquivos editáveis dos *softwares* SCADA, incluídos as bibliotecas e os templates desenvolvidos (em suas últimas versões), deverão ser entregues para a Iguá Saneamento ao final da obra.

6.4.3 Bibliotecas e *templates*-padrões dos *softwares* SCADA

As especificações das bibliotecas e dos templates-padrões (a serem seguidas pelas unidades da Iguá Saneamento e por suas contratadas) visam à padronização de práticas para que seja garantida a similaridade das telas quanto a formato, uso de simbologia e codificação de cores.

Isso irá garantir que títulos, logotipos, relógio, diagrama de processo, simbologia de equipamentos, botões de navegação, controle de acesso e comandos, exibição de alarmes, cores e terminologias tenham a mesmas estrutura e localização, facilitando, para a operação, a navegação e o acesso às informações.

FORMATO DAS TELAS

As telas deverão ser desenvolvidas em formato adequado para telas/monitores com 1.680x1.050 *pixels* e sistemas de *video wall*, permitindo que sejam exibidas em tamanho integral.

A tela será dividida em 3 áreas, conforme aparece a seguir:

- Área de Título e Botões, com 8% da tela e, aproximadamente, 84 pixels.
- Área de Processo, com 80% da tela e, aproximadamente, 840 pixels.
- Área de Alarmes e Eventos, com 12% da tela e, aproximadamente, 126 pixels.

Área de Título e Botões do SCADA	
Área de Processo	
Área de Alarmes	Área de Eventos

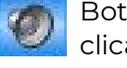
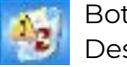
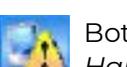
ÁREA DE TÍTULO E BOTÕES DO SCADA

Nessa área, será apresentado o título da tela na parte superior central. Os botões, por sua vez, estarão distribuídos ao lado do título. Do lado esquerdo, será apresentada a logomarca da Iguá Saneamento, conforme aparece a seguir:

Logo	Botões	Título	Botões
------	--------	--------	--------

FUNÇÕES DOS BOTÕES DO SUPERVISÓRIO PREVISTOS DO LADO ESQUERDO DO TÍTULO



-  Botão de navegação **Voltar** (*back*) – Para retornar à tela anteriormente visualizada.
-  Botão de navegação **Avançar** – Para seguir à próxima tela.
-  Botão de navegação **Anterior** – Para ir à tela anterior à tela visualizada.
-  Botão de navegação **Próxima** – Para ir à tela posterior daquela já visualizada.
-  Botão de navegação **Tela Principal** – Para ir à tela principal do sistema.
-  Botão **Alarme Sonoro** – Indica alarme ativo, por meio de animação. Ao ser clicado, é silenciado.
-  Botão de navegação **Alarmes Desativados** – Para ir à tela de Alarmes Desativados.
-  Botão de navegação **Alarmes de Hardware** – Para ir à tela de Alarmes de *Hardware*, onde serão mostrados os alarmes referentes aos servidores e aos dispositivos em geral.

- 
 Botão de navegação **Sumário de Alarmes** – Para ir à tela de Sumário de Alarmes, onde serão mostrados os alarmes e os eventos armazenados pelo sistema.
- 
 Botão de navegação **Alarmes Ativos** – Para ir à tela de Alarmes Ativos, onde serão mostrados os alarmes ativos (reconhecidos ou não) e os alarmes não reconhecidos. O ícone pisca quando há algum alarme ativo ou não reconhecido.

FUNÇÕES DOS BOTÕES DO SUPERVISÓRIO PREVISTOS DO LADO DIREITO DO TÍTULO



- **Botão de chaveamento entre as telas das unidades** – As telas de uma unidade não deverão ser acessíveis para os usuários das demais unidades.
- 
Botão de navegação Process Analyst – Para ir à tela do *Process Analyst*, onde será possível fazer o acompanhamento do comportamento das variáveis analógicas e dos alarmes (de forma gráfica), baseado em dados históricos armazenados pelo sistema.
- 
Botão de navegação Process Analyst por unidade (elevatórias) – Idem ao anterior, porém, com as variáveis da unidade já carregadas.
- 
Botão Imprimir – Para imprimir a tela atual.
- 
Botão Login – Abre a janela onde será possível ao usuário se “logar” no sistema informando seu nome de usuário e sua senha. A seta ao lado do botão de *Login* abre um menu onde será possível ser feito o *logout* do sistema, alterar a senha e/ou editar e criar nome de usuário.
- 
Botão Ajuda – Abre o Help do Vijeo Citect.
- 
Prompt – onde é possível visualizar informações do Vijeo Citect.
- 
Relógio – indica a data e a hora atual e o nome do usuário logado no sistema.

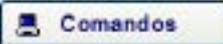
ÁREA DE PROCESSO

Apresenta telas de sinópticos, parâmetros, tendências, CEP, históricos de dados e eventos, relatórios pertinentes a cada uma das unidades monitoradas e tela das condições de comunicação do sistema. Veja as descrições a seguir:

TELAS DE SINÓPTICOS

Apresenta (por meio de desenho esquemático) o processo com a indicação das variáveis contínuas e dos estados dos equipamentos, os botões de acesso às telas de detalhamento, as subtelas de comandos e as mensagens de alarmes e falhas. Algumas características deverão ser comuns a todas as telas, como mostram os exemplos a seguir:

- 
 Indicação dos alarmes gerais, como os de falha de comunicação, invasão patrimonial e falha de bateria do CLP (se e onde aplicável), aparecerão no topo da tela e abaixo do título.
- 
 Indicação dos alarmes específicos para cada equipamento. Deverá estar localizado (e aparecer) próximo do equipamento alarmado. Quando o alarme estiver ativo, a indicação deverá pulsar (piscar) até que seja reconhecida a falha. Somente desaparecerá da tela quando a situação de alarme for normalizada. Isso será válido também para os alarmes gerais.
- 
 Indicação de “Automático/Manual” (próxima do equipamento). A letra “M” (piscante) quer dizer que o equipamento está sendo comandado pela botoeira do painel local. Quando aparecer a letra “A”, o equipamento estará pela lógica do CLP, incluindo o estado da indicação a ser seguida.
- 
 Indicação de “Local/Remoto” (próxima do equipamento). O aparecimento da letra “L” quer dizer que o equipamento está sendo comandado pela lógica do CLP. Quando surgir a letra “R” (piscante), significará que o equipamento está sendo comandado pelo operador por meio do SCADA.

- 
Botão Comando– Abre a tela de telecomandos da tela onde está inserido o botão. Normalmente, deverá estar localizado no canto superior da tela.

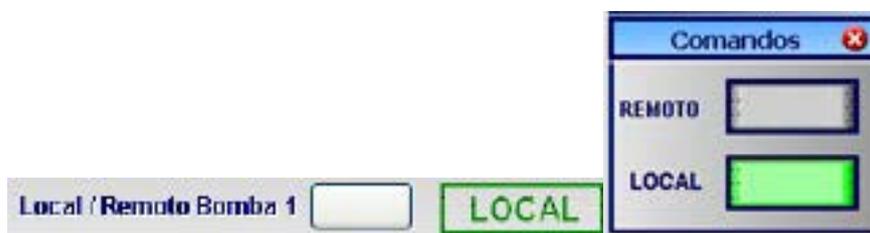
- 
Botão Reset de Falhas – Normaliza as falhas que são retentivas em campo. Fica, normalmente, localizado no canto superior direito da tela. Apenas “reseta” os alarmes do CLP da respectiva estação/tela. O telecomando deverá voltar a posição “Não” por temporização feita no *ladder* do CLP.

- 
 A chamada das janelas de comando (*pop-ups*) é possível para todo equipamento telecomandado, desde que o usuário “logado” tenha privilégio para isso, clicando com o *mouse* sobre o equipamento desejado. Nessa janela, será possível visualizar o estado da seletora “Manual/Automático” do equipamento e enviar telecomandos de “Local/Remoto”, “Desliga/Liga” ou “Abre/Fecha”.

TELAS DE PARÂMETROS E TELECOMANDOS

Nessas telas, serão apresentados todos os parâmetros relacionados à programação de controle e supervisão da unidade, como *resets* de partida e parada, alarmes e falhas, e programação de tempos. Também estarão representados os comandos “Remoto/Local”, “Liga/Desliga”, “Abre/Fecha” de todos os equipamentos da unidade.

Para executar a ação desejada, o usuário deverá clicar no botão, e uma janela com as opções disponíveis será apresentada. Nela, será possível identificar o estado do comando por meio das cores dos botões. Verde indicará o botão ativo (selecionado) e cinza, o inativo. Clicando-se no botão correspondente, o comando será enviado ao CLP. Alguns exemplos:



No caso de *set-points*, a operação deverá ser praticamente a mesma. A diferença é que a janela apresentará um teclado para a inserção do valor desejado. O valor do *set-point* corrente deverá aparecer no *display* do teclado. O usuário deverá apagar o valor atual para poder inserir o novo valor desejado.



TELAS DAS TENDÊNCIAS (GRÁFICOS DE VARIÁVEIS – PROCESS ANALYST)

Nessas telas, serão apresentados, em tempo real ou a partir de arquivos históricos, os gráficos de tendências das variáveis de processo. As variáveis poderão ser “plotadas” individualmente, o que permitirá a análise da evolução ao longo do tempo ou simultaneamente e, também, análises comparativas entre variáveis do processo.

TELAS DE RELATÓRIOS

Nessas telas, serão apresentados os relatórios operacionais, a partir das informações armazenadas nos históricos. Os relatórios possibilitarão a análise das condições do processo por períodos. Eles poderão ser disponibilizados de 3 formas: diretamente na tela, enviados para impressão ou exportados.

TELAS DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP)

Nessas telas, serão apresentados os gráficos de controle de variáveis e os gráficos de Pareto, para a análise da frequência da ocorrência de eventos. Os gráficos de controle têm 3 finalidades básicas:

- Verificar se o processo analisado é estatisticamente estável, ou seja, se não há presença de causas especiais de variação.
- Verificar se o processo analisado permanece estável, indicando quando será necessária a atuação.
- Possibilitar o aprimoramento do processo, mediante a redução de sua variabilidade.

O Diagrama de Pareto é usado quando há necessidade de se dar atenção aos problemas de uma maneira sistemática e, também, quando se tem um grande número de problemas, mas recursos limitados para resolvê-los. Um diagrama construído corretamente indicará as áreas mais problemáticas, segundo uma ordem de prioridades.

ÁREA DE ALARMES E EVENTOS

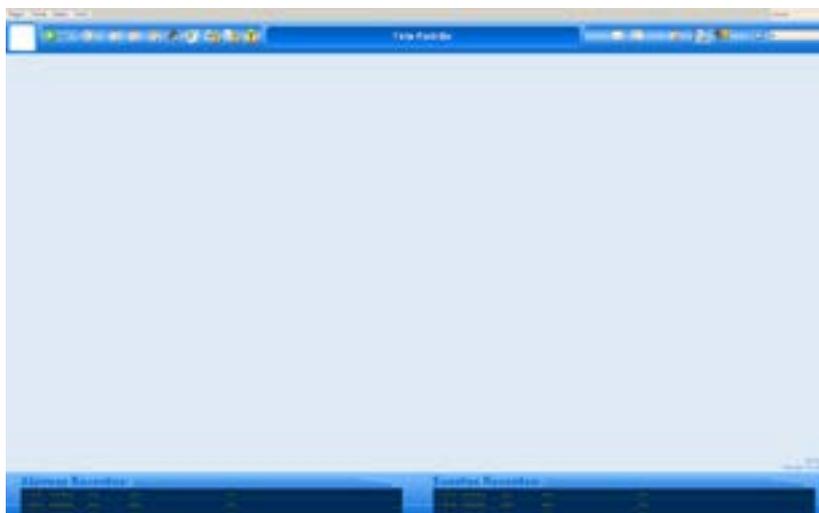
À esquerda dessa área, será apresentada a caixa de visualização de alarmes ativos no momento para todo o sistema de água e esgoto. À direita, será apresentada a caixa de visualização de eventos e telecomandos ocorridos. Tais mensagens permanecerão nessa caixa até que sejam reconhecidas.

DEFINIÇÃO DE CORES

A padronização de cores na confecção das telas deverá ter como objetivo a agilidade na identificação de informações como estado de equipamentos, leituras de variáveis e condições de alarmes. A utilização de código de cores melhorará a percepção da informação e facilitará a interpretação da imagem mostrada.

CORES DE FUNDO

As cores de fundo serão padronizadas para todas as telas de processo, e deverão causar contraste com as cores dos campos de informações, a fim de serem obtidas leituras nítidas e precisas.



CORES DE EQUIPAMENTOS

Na tabela abaixo, é apresentada a definição de cores referentes aos estados de motores e do conjunto de motobombas (ou onde for aplicável).

Estado operacional dos equipamentos	Cor padrão
Ligado	VERDE
Desligado	VERMELHO
Desativado	CINZA
Sem comunicação	PONTILHADO
Defeito/falha	AMARELO

A seguir, é apresentada a definição de cores referentes aos estados de válvulas.

Estado operacional das válvulas	Cor padrão
Aberto	VERDE
Fechado	VERMELHO
Desativado	CINZA
Sem comunicação	PONTILHADO
Defeito/falha	AMARELO

No caso de “falha de comunicação”, a cor será a do último “estado” em que estava o equipamento antes do problema, porém, com o pontilhado. Exemplos:



MENSAGENS DE ALARMES E EVENTOS

Os alarmes deverão ser classificados em duas categorias: Alta Prioridade e Baixa Prioridade.

Os alarmes de Alta Prioridade serão sinalizados em vermelho, enquanto os alarmes de Baixa Prioridade serão sinalizados em amarelo, conforme a tabela a seguir:

Mensagem de alarme	Cor padrão	Ação
Alta Prioridade	VERMELHO	Intervenção
Baixa Prioridade	AMARELO	Sinalização

Os eventos serão sinalizados na tela com as letras em branco e o fundo no padrão azul-marinho, conforme a tabela a seguir:

Mensagem de evento	Cor padrão	Ação
Mensagem	Branco	Evento

Os alarmes também deverão ser indicados nas telas por meio de ícone pulsante, ao lado do equipamento, ou da etapa do processo monitorado. Para os casos de estações com horário de ponta, deverá ser exibida mensagem (em destaque nas telas) em fundo amarelo e na fonte preta.

NAVEGAÇÃO DO SISTEMA

A navegação pelos sistemas de água e esgoto (estações elevatórias e de tratamento) deverá ser feita através de um menu com a listagem de todas as unidades, a ser criado e agrupadas por Sistema de Água (apenas estações de água) e Sistema de Esgoto (apenas estações de esgoto).

Para que as funcionalidades ocorram, deverão ser providenciados: recursos, funções, configurações, menus, bibliotecas e *templates* padrões etc.



Adicionalmente, a navegação entre as telas das estações deverá ser feita por links posicionados estrategicamente nos sinóticos.



Outra forma esperada de se passar pelas telas será a utilização dos botões de Page UP e Page Down do teclado.

SIMBOLOGIA

Com o objetivo de se obter uma representação uniforme para as telas de processo, deverá ser adotada uma simbologia padronizada. A simbologia terá de obedecer aos padrões de cores já descritos anteriormente. Onde for possível e aplicável, além da alteração de cores, conforme a condição do equipamento, animação indicará seu funcionamento ou a sua transição de posição, como é o caso de válvulas. A simbologia fará parte da biblioteca padrão dos *softwares* SCADA.

Os principais equipamentos serão:

- Bombas centrífugas horizontais convencionais.
- Bombas centrífugas horizontais convencionais com ventilação forçada no motor.
- Bombas centrífugas verticais convencionais.
- Bombas submersíveis de água e esgoto.
- Bombas submersíveis de poço artesiano.
- Bombas de deslocamento positivo horizontais.
- Bombas de deslocamento positivo verticais.
- Bombas de lubrificação forçada.
- Bombas submersíveis de drenagem.
- Bombas dosadoras de químicos.
- Bombas autoescorvantes.
- Válvulas com monitoramento (com fim-de-curso).
- Válvulas sem monitoramento (sem fim-de-curso, exemplo: válvulas solenoides).
- Exaustores.
- Sopradores.
- Compressores.
- Comportas.
- Reservatórios apoiados, enterrados ou semi-enterrados.
- Reservatórios elevados.
- Poços de sucção.
- Silos de armazenamento.
- Decantadores.
- Adensadores
- Preparadores de polímero.
- Centrífugas.
- Agitadores.
- *Mixers* submersíveis.
- Desarenadores.
- Parafusos de areia.
- Grades mecanizadas.
- Peneiras rotativas.
- Tanques de armazenamento de produtos químicos.
- Filtros de areia de ETAs.

- Vertedores.
- Transformadores.
- Disjuntores.
- Seccionadoras.

TELAS DE SINÓPTICOS

Na tela de sinóptico, deverá ser apresentado o diagrama de instrumentação e processo. Ele deverá propiciar a leitura das variáveis e dos estados dos equipamentos, bem como os botões de acesso às telas de tendências e subtelhas de comandos e as mensagens de alarmes e falhas.

TELAS DE COMANDOS

Na tela de comandos, será possível o monitoramento dos *status* da seletora “Manual/Automático” de cada equipamento (localizada no painel das elevatórias) e a execução dos comandos “Local/Remoto” e “Desliga/Liga” de cada equipamento. As caixas de comando dos equipamentos farão parte das bibliotecas e dos templates-padrões dos *softwares* SCADA.

Também devem ser padronizados itens como: botões de comando, seletoras, *pop-ups* (botão de comando que se abre ao se clicar qualquer figura/ícone de equipamento nas telas de sinóptico), campos de *set-point* (que também farão parte das bibliotecas e dos templates-padrões dos *softwares* SCADA).



Caixa de comando de bomba



Caixa de comando de válvula

Observações

As caixas de comando de válvula deverão ser customizadas conforme o tipo de válvula. Assim, serão suprimidas das caixas de comando as válvulas que tiverem seletora “Manual/Automático”. Isso não se aplicará às seletoras representadas numa IHM ou mesmo no próprio SCADA.

TELAS DE GRÁFICOS DE PROCESSO OU PROCESS ANALYST

Nessas telas, deverão ser apresentados os gráficos de tempo real das variáveis selecionadas, o que possibilitar a análise da evolução ao longo do tempo.

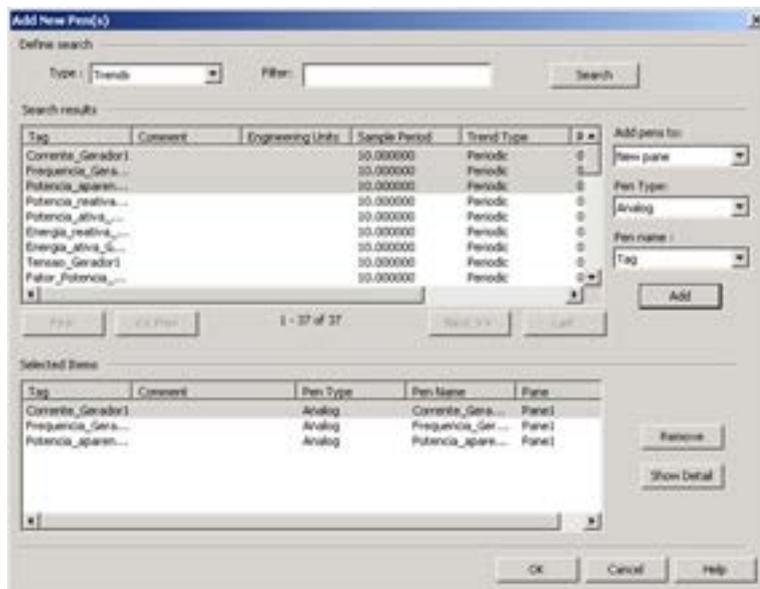
PROCESS ANALYST

O Process Analyst possibilitará ao operador a visualização dos dados de tendências e/ou de *tags* de alarme (tanto as informações em tempo real quanto as do histórico) para comparação e análise, durante o modo de execução.

O acesso à tela do Process Analyst, se dará pelo ícone  na barra de navegação.

Quando a tela for aberta, não haverá nenhuma pena configurada, podendo-se abrir alguma configuração salva anteriormente  ou fazer uma nova configuração .

Clicando-se no ícone , a seguinte janela será aberta. Nela, poderão ser selecionadas as variáveis que serão adicionadas no gráfico.



No campo Type, será feita a seleção entre *tags* de alarmes e *tags* de sistema. Com o botão Search, todas as variáveis disponíveis serão carregadas na lista Search Results.

Tags selecionadas várias *tags* poderão ser adicionadas à lista Selected Items por meio do botão Add. Essas serão as *tags* visualizadas no gráfico.

Será possível determinar o tipo da *tag* e o nome de aparição na legenda, por meio das opções Pen Type e Pen Name.

Deverá existir também a opção de criação de vários painéis na mesma tela do Process Analyst.

FERRAMENTAS DE UTILIZAÇÃO DO PROCESS ANALYST

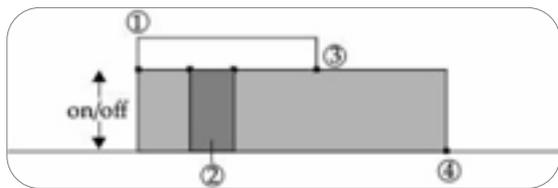
Deverão ser programadas as seguintes ferramentas para o Process Analyst:

- 
 No momento selecionado, essas ferramentas deverão mostrar, ou não, o cursor de tempo e os *labels*, com data, hora, valor e *tag*.
- A ação de clicar com o *mouse*, movendo-o para a direita e para a esquerda (dentro da área do gráfico) levará ao deslocamento das penas no tempo.
- A ação de clicar o *mouse*, movendo-o para a direita e para a esquerda sobre o eixo X irá alterar o spam do gráfico e o tempo de visualização.
- A ação de clicar o *mouse*, movendo-o para cima e para baixo sobre o eixo Y, irá alterar a escala da pena selecionada.

COMPORTAMENTO DOS ALARMES NO PROCESS ANALYST

A transição *on-off* do alarme, suas mudanças de estado e o reconhecimento dos alarmes deverão ser representados graficamente pelas penas de alarme, que consistirão de 3 elementos: estado de alarme, *on-off* e reconhecimento.

O diagrama a seguir ilustra como uma pena de alarme exibirá as informações de uma *tag* de alarme:



- O alarme é ativado em seu estado inicial e não recebe reconhecimento.
- O alarme muda para um estado diferente, e ainda continua sem reconhecimento.
- O alarme é reconhecido.
- O alarme é desativado.

TELAS DE ALARMES

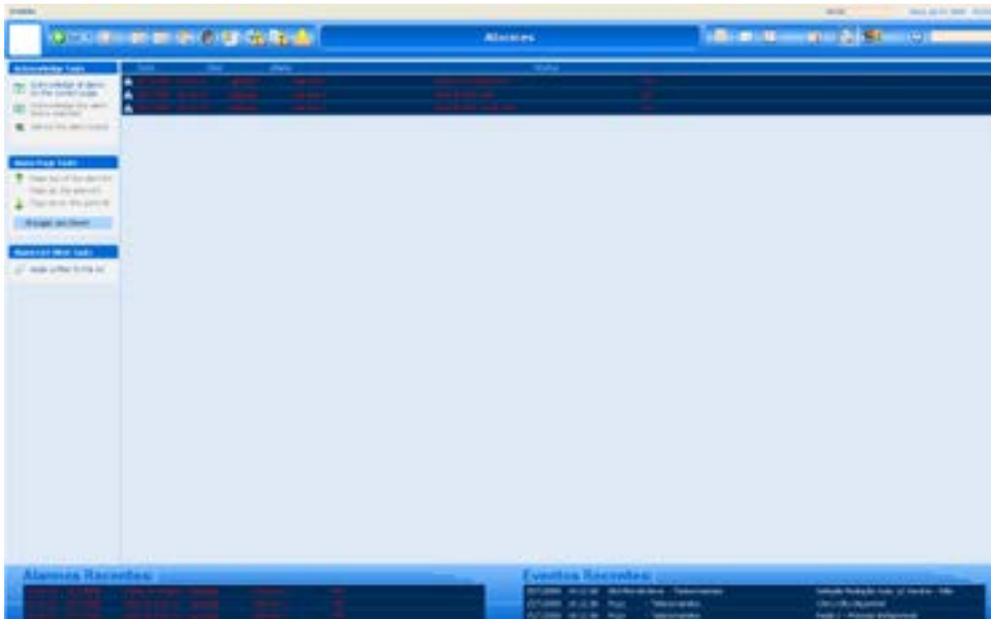
A função de alarme do Vijeo Citect será monitorar os equipamentos de forma constante e alertar os operadores sobre qualquer falha nos equipamentos ou condição de alarme do sistema. O Vijeo Citect dispõe de 2 tipos de alarmes:

- Alarmes de *hardware*** – O Vijeo Citect roda continuamente rotinas de diagnóstico para checar todos os equipamentos periféricos, como os dispositivos de I/O. As falhas são reportadas automaticamente ao operador. Essa função está totalmente integrada ao Vijeo Citect. Assim, nenhuma configuração será necessária.
- Alarmes configurados** – Ao contrário do que acontece com os alarmes de *hardware*, deverão ser configurados os alarmes que reportam as condições de falha das estações (por exemplo, quando o nível de um tanque está alto em excesso ou quando ocorre o superaquecimento de um motor).

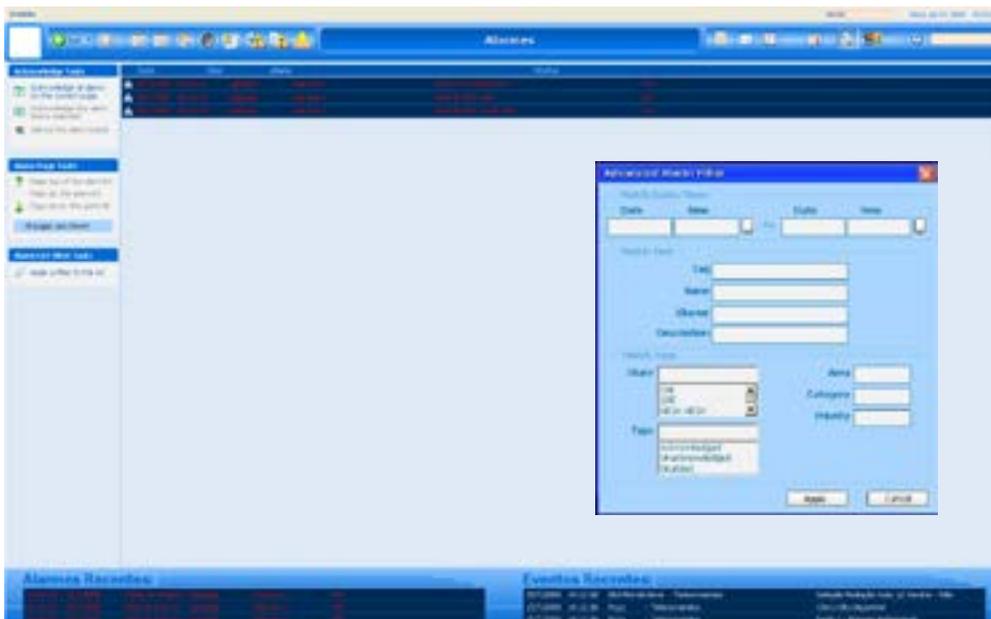
A barra de alarmes, na parte inferior da página, deverá exibir os 3 alarmes mais recentes e de maior prioridade.

ALARMES ATIVOS

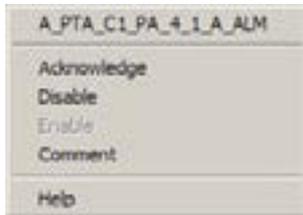
O acesso à tela geral de alarmes se dará por clique no ícone  da barra de navegação.



Nessa tela, será possível visualizar todos os alarmes ativos no sistema. Por meio da barra lateral, deverá ser possível reconhecer os alarmes, navegar entre as páginas e filtrar os alarmes.



Ao se clicar com o botão direito do *mouse* sobre uma linha de alarme, deverá ser apresentado um menu com as seguintes opções:



A primeira opção deverá ser o nome da *tag* de alarme. Após o clique, a seguinte janela será apresentada:

Alarm Tag	A_PTA_C1_PA_4_1_A_ALM
Name	rede 1 - Pressao
Description	Poço - Alarmes 1
Category	11
Priority	1
On Time	0
On Date	0
Off Time	0
Off Date	0
Acknowledge Time	0
Acknowledge Date	0
Duration	0
State	ON
Cluster	ETA

Nessa janela, deverão ser visualizados o nome e a descrição do alarme, bem como a data e a hora do ocorrido, a data e a hora de seu reconhecimento e a data e a hora da saída da situação de alarme. Para fechar a janela, bastará ao usuário clicar com o *mouse* sobre ela, em qualquer ponto.

A segunda opção deverá ser o Reconhece Alarme, quando nenhuma janela de confirmação será apresentada. Bastará ao usuário clicar sobre a palavra *acknowledge*, e o alarme será reconhecido. Essa opção só será habilitada para usuários com privilégio para a execução da tarefa.

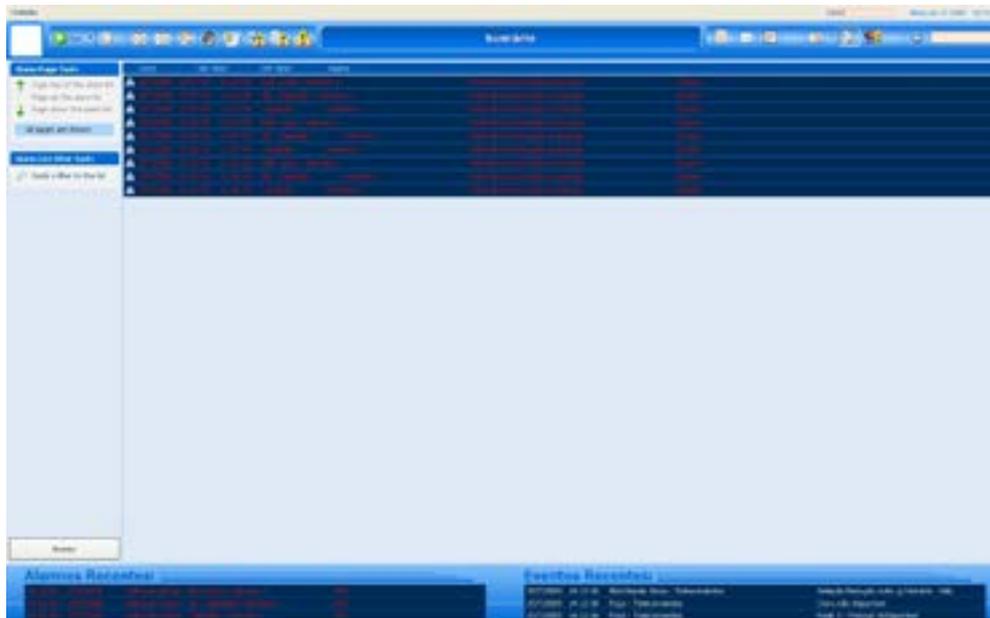
A opção de Desabilitar Alarme deverá tirar o alarme selecionado da lista de alarmes ativos. Ele passará a ser visualizado na tela de alarmes desabilitados. Essa opção será útil para um alarme identificado pela operação, mas cuja situação ainda não tiver sido resolvida no curto prazo.

A opção Habilitar Alarme trará de volta à área de alarmes ativos um alarme desabilitado anteriormente.

A opção Comment possibilitará a inserção de comentário, pelo usuário, sobre um alarme específico. O acesso à opção só é possível na tela de sumário, onde o comentário também poderá ser visualizado.

A opção Help deverá chamar a tela associada ao alarme, para que, de forma ágil, a área onde está ocorrendo o alarme seja apresentada ao operador.

SUMÁRIO DE ALARMES

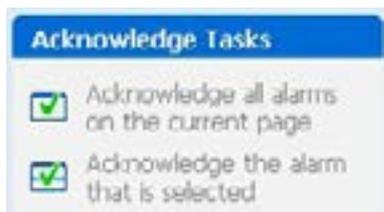


RECONHECIMENTO DE ALARMES

O reconhecimento individual dos alarmes se dará pelo clicando com o botão direito do *mouse* sobre a indicação de alarme na tela. Um menu com a descrição do alarme e a opção de reconhecimento será apresentado.



Por intermédio da tela de alarmes ativos, o usuário com privilégios poderá reconhecer todos os alarmes da página.



Há ainda a opção de reconhecimento do alarme na barra de alarme presente em todas as telas. Ao se clicando com o botão direito do *mouse* sobre o alarme, será possível fazer o reconhecimento individual.

6.7 COMUNICAÇÃO ENTRE ESTAÇÕES E OS CCOs

A comunicação entre as estações e/ou locais/aplicações será tratada no documento Diretrizes Técnicas para Automação, Telegestão, Telemetria e Elétricas das Estações (DT-COR-AUT-001).

6.8 ESPECIFICAÇÕES DE EQUIPAMENTOS PARA OS CCOs

NO-BREAKS

Todos os *no-breaks* deverão ser da marca APC Schneider, com potência definida de acordo com as cargas mantidas pelo equipamento. As características mínimas requeridas são as seguintes:

- *No-break* tipo inteligente microprocessado, com dupla conversão *on-line*, onda senoidal, *bypass* interno (automático e manual).
- Autonomia mínima de 8 h.
- Alimentação em 220Vca – trifásico, em 60Hz.
- Saída em 220Vca – bifásico, em 60Hz.
- Conexões por bornes.
- *Display* com indicações de carga, rede, baterias, alarmes/defeitos etc.
- *Software* de configuração, diagnósticos e comunicação.
- Montagem em *rack* 19”, incluindo *kits* de instalação (trilhos, guias, parafusos/porcas/arruelas, pés, etc.)
- Sensores de temperatura.
- Tomadas 2F+T incorporadas: sim.
- Sistema de ventilação forçada.
- Avisos sonoros e luminosos de alarmes e *status*.
- Baterias de chumbo-ácido substituíveis e intercambiáveis.
- O módulo principal do *no-break* deve ter baterias próprias integradas. Para se completar a capacidade máxima do conjunto, as baterias complementares deverão ser agregadas à parte do módulo principal e interligadas por cabos apropriados.

SISTEMAS DE VIDEO WALL

Os sistemas de *video wall* terão as seguintes características mínimas requeridas:

- Tecnologia LCD Wall.
- Gerenciador gráfico de alto desempenho ou processador Quad Embarcado.
- Módulos LFD (Large Format Display).
- Tamanho módulo LCD: 49” na diagonal (16:9).
- Brilho: 450 cd/m².

- Contraste dinâmico e contraste estático: 500.000:1 e 1.300:1.
- Separação de imagens entre módulos: 3,5 mm.
- Composição sugerida: 4 módulos (H) x 2 módulos (V) = 8 módulos (a se confirmar, em função da área disponível no CCO central do Rio de Janeiro).
- Dimensões dos módulos (mm): 1.077 (H) x 607,8 (V).
- Resolução do módulo em *pixels*: 1.920p (H) x 1.080p (V).
- Resolução do painel *pixels*: 7.680p (H) x 2.160p (V).
- Resolução total em *pixels*: 16.588.800 pixels = 16.58 megapixels.
- Profundidade máxima do módulo (mm): 89,7.
- Ângulo de visão: 178° (H) / 178° (V).
- Tecnologia: IPS.
- Alimentação elétrica: 100~240Vca +10% 50/60Hz +1Hz.
- Temperatura de operação: 0~40°C.
- Vida útil mínima: 60 mil h.
- Modo de posicionamento: Horizontal (configuração do tipo *landscape*) e Vertical (configuração do tipo *Portrait*).
- Unidade de controle remoto: deve permitir controle e ajuste geral via menu interativo.

GERENCIADOR GRÁFICO DO SISTEMA

O gerenciador gráfico de *video wall* deverá ter arquitetura de servidor de trabalho PC ou *rack*, para regime de operação 24x7 em ambiente Windows, e com todos os recursos de *hardware* e *software* necessários para a perfeita operação dos painéis de *video wall*. O sistema deverá possibilitar a distribuição de todas as janelas de operação numa única tela lógica e a exibição, simultaneamente, de múltiplas aplicações gráficas de diferentes fontes e resoluções.

Deverá possibilitar, ainda, a criação de ilimitados *layouts* de tela. Sua exibição poderá ser de forma manual, com interferência do operador ou, de forma automática, por meio de *software*. Terá de possibilitar, também, a visualização de ilimitadas janelas de aplicativos gráficos ou imagens em tempo real, com janelas móveis e escaláveis (dimensões livres).

O *software* de gerenciamento deverá ser capaz de tratar entradas em diferentes aspectos (16:9, 16:10, 5:4, 4:3), sem deformação das imagens, de visualizar aplicativos em paleta de cores de 8, 16, 24 e 32 *bits*, sem conflito de cores entre as aplicações gráficas e vídeos, e respeitando a resolução de vídeo nativa, bem como estar apto a receber sinais de resoluções 1920x1080, 1366x768, 1024x768, 1600x1200 ou outra qualquer, se houver.

As principais características mínimas são as seguintes:

- Processador: Intel i7, em sua última versão, incluindo *cooler*.
- Memória mínima: 16 GB.

- HD: 1 TB.
- Placa de rede Ethernet: 10/100/100 Mbps.
- Saídas de vídeo: 8 saídas HDMI.
- Leitor de cartões de mídia: USB.
- Unidade óptica: leitor/gravador de DVD 16x.
- Compatibilidade: Processador de 64 bits.
- Sistema operacional: Windows 10 Pro.
- Documentação e cabos: em português do Brasil.
- Alimentação elétrica: 110/220Vca com comutação automática.
- Teclado e *mouse*: inclusos, e do tipo sem fio.

PACOTE DE SOFTWARES PARA GERENCIAMENTO DOS APLICATIVOS GRÁFICOS E DAS IMAGENS VISUALIZADAS NO PAINEL

Os *softwares* deverão estar acompanhados de suas respectivas mídias de instalação, dos manuais e dos comprovantes de licença. O pacote deverá ter, ainda, recursos para captura e exibição simultânea das imagens provenientes das redes existentes, por meio de endereçamento TCP/IP. O fornecimento de licença para uso deverá ser de, no mínimo, 5 computadores.

A distribuição e os ajustes de tamanho e posicionamento das janelas a serem exibidas deverão ser configuráveis livremente, por meio de interface gráfica. Deverá existir a possibilidade de gravação de ajustes, configurações e posicionamento das janelas para futura reutilização. Também deverá haver a possibilidade de exibição simultânea de, aproximadamente, 100 janelas (ou mais), dependendo da capacidade do sistema operacional e da rede TPC/IP local.

SOFTWARE PARA CAPTURA REMOTA DE WORKSTATIONS

A ferramenta consistirá de uma licença distribuída, a ser instalada no gerenciador do painel de Video Wall Flat Vision LED 49", e em cada estação de trabalho Windows, Linux, Unix ou outra conectada à rede local que se queira capturar e/ou exibir. Como o sistema operacional Windows não oferece recursos de exportação de *display*, a exemplo de Unix/Linux, a ferramenta executará a cópia da memória de imagem da máquina endereçada, inserindo-a, copiada, dentro da janela sobre o *video wall*. Assim, quando for aberto o aplicativo dentro do gerenciador do painel do Video Wall Flat Vision LED 49", a ferramenta listará todas as estações de trabalho ativas ligadas à rede, e com licença instalada.

O usuário poderá abrir qualquer uma das máquinas por meio de simples clique sobre a estação. Inúmeras estações de trabalho poderão ser abertas simultaneamente no *video wall* (o limite deverá ser o número de licenças instaladas). O usuário poderá operar a máquina endereçada diretamente com o *mouse* e o teclado do gerenciador gráfico IP, atuando diretamente dentro da janela aberta sobre o *video wall*.

SOFTWARE PARA CRIAÇÃO DE CENÁRIOS (LAYOUTS)

Ferramenta de gravação, de edição e de execução de *scripts* dentro do gerenciador gráfico de imagens, para a automação de processos e cenários no LCD Wall, ferramenta de *software* que deverá ser oferecida em conjunto com o sistema de Video Wall Flat Vision LED 49" para possibilitar a automatização da exibição de cenários sobre o painel em muitas variantes.

GRAVAÇÃO DE SCRIPTS

Ao se ativar o programa e entrar no modo gravação, tudo o que for feito com o *mouse* e o teclado será gravado na forma de uma sequência de comandos, como mover o *mouse* de "a" para "b", abrir um programa, escrever uma instrução, apertar um botão, minimizar, mover etc. Essa sequência de comando é o chamado *script*. Esse *script* poderá ser associado a um ícone de atalho. Ao se clicar sobre o ícone, todas as operações originalmente gravadas serão repetidas automaticamente.

Observações

Os materiais deverão ser fornecidos completos, com todos os acessórios necessários ao funcionamento da solução proposta, como cabos, conectores, sistemas de fixação e estruturas para a completa montagem e instalação. As partes metálicas deverão estar protegidas contra a corrosão durante a vida útil, ser montadas em perfis de alumínio anodizado ou em chapa de aço com tratamento antiferruginoso e ter pintura eletrostática epóxi ou equivalente. O objetivo será garantir, totalmente, a compatibilidade dos equipamentos e sistemas, com sistema de suportes metálicos inclusos.

Deverá ser fornecido um conjunto completo, com manuais abrangendo todos os elementos que compõem o sistema de Video Wall Flat Vision LED 49". O manual deverá ser redigido em português, (conteúdo do nível básico ao avançado), e com todas as informações necessárias para instalação, configuração e manutenção corretiva e preventiva.

Os *softwares* fornecidos deverão ser acompanhados de suas mídias de instalação, manuais e comprovantes de licenciamento. O material deverá ser novo, com embalagem adequada e identificada.

As atividades e os serviços para tornar o sistema de *video wall* plenamente operacional, bem como a interligação do mesmo às redes da Iguá Saneamento, deverão ser providenciados.

Deverá existir, também, programa de treinamento com aulas teóricas e práticas para até 20 participantes (engenheiros, técnicos e operadores), abrangendo a operação do sistema, a configuração e a expansão do sistema e a manutenção corretiva e preventiva dos equipamentos e unidades.

O treinamento deverá ser ministrado em português, e por profissionais habilitados. A carga de aulas será de até 8 h. Será expedido certificado de conclusão. O treinamento deverá ser ministrado nas instalações da unidade, imediatamente após o *start-up* dos sistemas.

Os equipamentos deverão ser fornecidos com garantia de 24 meses, a partir da entrada em operação dos sistemas.

Ainda dentro do prazo de garantia das soluções entregues, a empresa contratada prestará suporte técnico completo a cada funcionalidade, independentemente de ela estar, ou não, descrita em TR. Após a instalação dos equipamentos, deverá ser disponibilizado acesso a serviço do tipo *hot-line* 24 h (incluindo telefones, celulares e fax, *e-mails*, *chats* etc.), e com os dados de contato de assistência técnica da empresa contratada no Brasil.

O atendimento durante a garantia deverá ser de 24 h, após a comunicação formal. O prazo de resolução do problema deverá ser, no máximo, 48 h. Durante a garantia, a empresa contratada deverá comunicar formalmente à Fiscalização da unidade a disponibilidade de novas versões e de novos *releases* de *firmware* e de *softwares* aplicáveis ao objeto fornecido, ficando, a critério da unidade, a aplicação das versões ao ambiente de produção da solução fornecida.

6.9 COMISSIONAMENTO, *START-UP* E TREINAMENTOS

Para novas implementações e/ou alterações de CCOs e/ou nos *softwares* SCADA, deverão ser considerados os serviços de comissionamento, de *start-up* e treinamentos, por meio de TR. A seguir, são listados os principais pontos a serem considerados:

- As atividades previstas em TR deverão ser garantidas pela empresa contratada. Se, na execução dos serviços ou dos respectivos testes ocorrerem problemas de instalação, parametrização e/ou da configuração de equipamentos e *softwares*, a situação deverá ser sanada imediatamente pela empresa.
- Deverão ser previstas diárias de técnicos da empresa contratada suficientes para as tarefas de comissionamento, *start-up* e treinamento visando ao atendimento do escopo do TR. A empresa contratada deverá detalhar as atividades e quantidades consideradas na composição de sua proposta.
- Deverá ser informado pela empresa contratada o tempo necessário para as atividades de comissionamento e *start-up*. O saldo de diárias (por profissional) não executadas de determinado item poderá ser utilizado para a complementação de outros itens. A empresa contratada deverá, sempre, emitir relatórios diários sobre as atividades realizadas.
- Deverá ser feito treinamento de operação de CCO e/ou das telas inseridas nas alterações do *software* SCADA. A empresa deverá indicar, na proposta, o tempo considerado para cada local e atividade. Deverão ser previstos mais de um treinamento, por conta dos turnos das equipes de Operação e de Manutenção.

6.10 FORMULÁRIOS/MODELOS

Não aplicável.

6.11 ANEXOS

Não aplicável.



7

ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE FUNDAÇÃO, ESTRUTURAIS E GEOTÉCNICOS

7.1 OBJETIVO

A presente diretriz técnica visa estabelecer padrões e procedimentos para a elaboração de projetos estruturais na Iguá Saneamento que atenderão às unidades operacionais, compostas pelos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), pelos Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES) e pelas demais edificações administrativas. Portanto, esse material, busca promover a excelência técnica tanto na concepção e elaboração de projetos quanto na execução das estruturas das unidades operacionais de abastecimento e esgotamento.

7.2 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO

7.2.1 Escopo da diretriz

Esta diretriz abrange todas as etapas do processo de elaboração de projetos estruturais, desde a concepção inicial até o detalhamento dos projetos executivos. Ela será aplicável a todos os empreendimentos da Iguá Saneamento.

É importante ressaltar que as diretrizes aqui descritas, bem como as normas anteriormente apresentadas, servirão como referência para a elaboração de projetos novos, ampliações, reformas e manutenções, todas essas ações relativas à disciplina de estruturas das unidades operacionais e administrativas.

Elas poderão ser complementadas com outros critérios e normas específicas, a depender das características de cada projeto, não sendo limitadas, apenas, a essas normas descritas. Nesta diretriz, também são indicadas algumas boas práticas para a execução das estruturas.

7.2.2 Etapas dos projetos estruturais

A elaboração dos projetos estruturais é uma atividade complexa e essencial para que sejam garantidas segurança, eficiência e durabilidade das construções operacionais e administrativas das unidades que atenderão aos SAA e SES de cada operação.

Para o alcance de resultados de excelência, será fundamental haver uma sequência organizada de etapas que possibilitem o desenvolvimento integrado e coerente das soluções. A seguir, são apresentadas as principais etapas necessárias para a elaboração dos projetos estruturais.

COLETA DE DADOS E INFORMAÇÕES

Será a etapa inicial e fundamental na elaboração dos projetos estruturais. Nesse estágio, a equipe de Gerenciamento de Projetos deverá obter e analisar uma ampla gama de informações relacionadas ao empreendimento, a fim de entender, completamente, os requisitos e as condições específicas que irão moldar o projeto estrutural. Essa etapa envolverá as seguintes atividades:

- **Levantamento topográfico** – Será realizado levantamento topográfico preciso do terreno onde a estrutura será construída. Isso incluirá a medição das altitudes, a declividades e as configurações geográficas do local, possibilitando a compreensão das características do terreno e a identificação de eventuais desafios geotécnicos.

- **Estudos geotécnicos** – Serão realizadas sondagens e análises geotécnicas para a compreensão das propriedades do solo e das rochas presentes no local. As informações serão cruciais para o dimensionamento adequado das fundações e a avaliação dos riscos geotécnicos envolvidos.
- **Requisitos do cliente** – A equipe buscará entender as necessidades, as expectativas e os requisitos do cliente em relação à estrutura. Isso incluirá considerar as finalidades do projeto, a capacidade de carga desejada, os prazos, os custos e outros parâmetros relevantes.
- **Características da estrutura** – Serão identificadas as características específicas da estrutura a ser projetada, como o tipo de edificação ou instalação, a utilização dos espaços internos, a capacidade de ocupação e o nível de segurança necessário.
- **Requisitos legais e normas técnicas** – A equipe verificará as regulamentações e as normas técnicas aplicáveis ao projeto, garantindo-se a conformidade com as exigências legais e as melhores práticas da engenharia. Isso abrangerá desde regulamentos de zoneamento e o uso do solo até normas específicas para as disciplinas envolvidas, como concreto armado, estruturas metálicas e fundações.
- **Condições ambientais** – Serão considerados fatores ambientais que possam influenciar o projeto, como a ação do vento, a exposição a agentes químicos, as variações climáticas e os requisitos de sustentabilidade ambiental.
- **Características das cargas** – A equipe identificará as cargas atuantes na estrutura, como cargas permanentes (peso próprio da estrutura, revestimentos e instalações) e cargas acidentais (cargas móveis, vento e sismos), levando em conta a utilização e a ocupação do espaço. Essas definições de carregamento para a elaboração do projeto deverão ser provenientes dos projetos arquitetônicos e hidromecânicos previamente elaborados, consideradas, também, outras informações relevantes para o projeto que forem identificadas caso a caso.

A partir dessas informações detalhadas, a equipe de Gerenciamento de Projetos poderá tomar decisões fundamentadas e elaborar soluções estruturais eficientes e seguras, alinhadas com os requisitos do cliente e as normas técnicas vigentes. O planejamento adequado do projeto nessa etapa contribuirá para minimizar riscos, otimizar recursos e garantir o sucesso do projeto como um todo.

ESTUDOS PRELIMINARES E ALTERNATIVAS

Os estudos preliminares e a análise de alternativas constituirão uma etapa importante no processo de elaboração dos projetos estruturais. Nessa fase, a equipe de Gerenciamento de Projetos buscará explorar diferentes opções e concepções para encontrar a solução mais adequada, em termos técnicos, econômicos e ambientais. As atividades dessa etapa deverão incluir as seguintes atividades:

- **Estudo de viabilidade técnica e econômica** – A equipe avaliará a viabilidade do projeto sob diferentes perspectivas, considerando a complexidade técnica, a disponibilidade de recursos, os prazos, a capacidade de execução e os custos envolvidos. Esse estudo preliminar possibilitará a definição de uma direção para o projeto, identificando as alternativas que merecerão uma análise mais aprofundada.

- **Análise de alternativas estruturais** – Com base na viabilidade e nas informações coletadas na etapa anterior, a equipe realizará a análise das alternativas estruturais. Deverão ser investigadas diferentes soluções, como sistemas construtivos, tipos de materiais (concreto armado, estruturas metálicas etc.) e configurações de elementos, buscando-se a identificação daquela que melhor atenderá às demandas do projeto.
- **Considerações geotécnicas e topográficas** – As características geotécnicas e topográficas do terreno serão levadas em conta na análise das alternativas. A equipe avaliará a influência do solo e das condições geológicas na escolha da solução mais adequada, considerando a segurança e a estabilidade da estrutura.
- **Avaliação de aspectos ambientais** – Deverão ser levados em conta aspectos ambientais e sustentáveis na escolha das alternativas, buscando-se minimizar o impacto ambiental, otimizar o uso de recursos naturais e promover a sustentabilidade do projeto.
- **Estimativa de custos e cronograma** – Para cada alternativa avaliada, serão estimados os custos e o cronograma de execução. Essa análise possibilitará a comparação dos aspectos econômicos e ajudará na tomada de decisões, embasada na otimização de recursos financeiros e temporais.
- **Elaboração de relatórios e recomendações** – Ao final dessa etapa, a equipe deverá documentar, em relatórios detalhados, os resultados dos estudos preliminares e das análises de alternativas. Esses relatórios apresentarão as opções consideradas, os critérios de seleção utilizados e as recomendações para a continuidade do projeto.

A etapa de estudos preliminares e de análise de alternativas será de extrema importância, pois possibilitará uma visão ampla das possibilidades existentes para o projeto estrutural. A avaliação criteriosa de alternativas viáveis deverá, assim, contribuir para uma tomada de decisões embasada, resultando na solução estrutural que melhor atenda aos requisitos do cliente, maximize a eficiência, otimize recursos e minimize riscos.

Além disso, essa etapa possibilitará uma abordagem mais criativa e inovadora, promovendo a busca por soluções cada vez mais eficazes e sustentáveis para os desafios estruturais enfrentados pela Iguá Saneamento.

PROJETO CONCEITUAL

O projeto conceitual será uma etapa-chave na elaboração dos projetos. Nesse estágio, a equipe de Gerenciamento de Projetos deverá trabalhar na definição da estratégia geral para a estrutura, estabelecendo os principais parâmetros e elementos que guiarão o desenvolvimento do projeto. As atividades dessa etapa deverão incluir as seguintes atividades:

- **Definição da configuração estrutural** – A equipe definirá a configuração inicial da estrutura, escolhendo o tipo de sistema construtivo (concreto armado, estrutura metálica etc.) e a distribuição das cargas atuantes nos elementos estruturais. Essa definição poderá incluir, por exemplo, a escolha entre lajes maciças ou pré-fabricadas e vigas de concreto ou aço.
- **Parâmetros dimensionais iniciais** – Serão estabelecidos os parâmetros de dimensionamento preliminares, como a altura dos pavimentos, a espessura das

lajes e as alturas das vigas e colunas. Esses valores servirão como ponto de partida para o dimensionamento posterior dos elementos.

- **Análise preliminar de estabilidade** – Deverá ser realizada uma análise preliminar de estabilidade da estrutura, verificando-se a resistência global e a estabilidade contra os principais esforços atuantes. Essa análise inicial ajudará a assegurar a viabilidade técnica da configuração conceitual escolhida.
- **Integração com as demais disciplinas** – O projeto conceitual estrutural será integrado com os projetos arquitetônico, hidromecânico, elétrico e de instalações hidráulicas e com as demais disciplinas envolvidas no empreendimento. A compatibilização será essencial para a garantia de que as soluções estruturais estarão em harmonia com o *layout* arquitetônico e para que os demais sistemas sejam acomodados adequadamente.
- **Avaliação de cargas e ações externas** – A equipe analisará as cargas atuantes na estrutura, considerando as cargas permanentes (peso próprio, revestimentos e equipamentos) e as cargas acidentais (cargas móveis, vento e sismos). Além disso, as ações externas, como vento e sismos, serão consideradas na definição da configuração conceitual.
- **Estudo de soluções inovadoras** – Nessa fase, a equipe poderá explorar soluções inovadoras ou alternativas que otimizem o desempenho estrutural e promovam a eficiência do projeto. A criatividade e o pensamento crítico serão incentivados para a busca de soluções técnicas mais avançadas e sustentáveis.
- **Documentação preliminar** – Os resultados do projeto conceitual deverão ser documentados em memoriais, desenhos, esboços, esquemas e maquetes digitais, a fim de que seja facilitada a comunicação com os demais membros da equipe e com os clientes. A documentação servirá como base para o desenvolvimento do projeto básico.

O projeto conceitual será importante para o estabelecimento das premissas e das diretrizes do projeto, dando forma inicial à estrutura e garantindo a integração com as demais disciplinas. A sua elaboração criteriosa contribuirá para a eficiência e a qualidade do projeto, possibilitando uma tomada de decisões embasada visando às fases subsequentes de desenvolvimento. A flexibilidade nessa etapa possibilitará a exploração de diversas possibilidades, impulsionando a criatividade e a busca por soluções estruturais inovadoras que atendam aos mais altos padrões de desempenho e sustentabilidade.

PROJETO BÁSICO

O projeto básico estrutural será uma etapa intermediária e de grande relevância na elaboração dos projetos. Nessa fase, a equipe de Gerenciamento de Projetos deverá avançar no detalhamento da estrutura, convertendo os conceitos iniciais do projeto conceitual em informações técnicas mais precisas e detalhadas. As atividades dessa etapa incluem as seguintes atividades:

- **Dimensionamento dos elementos estruturais** – Com base nas configurações e nos parâmetros estabelecidos no projeto conceitual, a equipe realizará o dimensionamento detalhado dos elementos estruturais, como vigas, pilares, lajes e fundações. Serão consideradas as ações e as cargas atuantes, além das propriedades dos materiais utilizados.

- **Verificação de segurança e estabilidade** – A equipe realizará uma análise aprofundada da segurança e da estabilidade da estrutura, verificando a capacidade de resistência aos esforços atuantes e assegurando que a estrutura será capaz de suportar as ações previstas, sem falhas ou deformações excessivas.
- **Especificação dos materiais e detalhes construtivos** – Deverão ser especificados os materiais para uso na construção, incluindo tipos de concreto, aço, conexões e outros componentes estruturais. Além disso, serão definidos os detalhes construtivos que garantirão a integração dos elementos estruturais e a execução adequada da obra.
- **Desenhos técnicos e modelos computacionais** – Nessa fase, a equipe deverá produzir os desenhos técnicos detalhados, incluindo-se plantas, cortes, elevações e detalhamentos construtivos. Modelos computacionais também serão desenvolvidos para auxiliar na visualização tridimensional da estrutura e na análise de seu comportamento sob diferentes condições.
- **Integração com os projetos das demais disciplinas** – O projeto básico estrutural deverá ser integrado aos demais projetos complementares, como os dos tipos arquitetônico, hidráulico e elétrico. A compatibilização será essencial para a garantia de que todas as soluções projetadas estarão alinhadas e de que não haverá conflitos entre as disciplinas.
- **Estimativa de custos e prazos** – Com base nas informações técnicas detalhadas, será realizada uma estimativa mais precisa dos custos e dos prazos de execução do projeto. Essa análise auxiliará no planejamento financeiro e no cronograma da obra.
- **Elaboração de memoriais descritivos** – Serão elaborados memoriais que descreverão detalhadamente o projeto, suas premissas, as soluções adotadas, as especificações técnicas e as demais informações relevantes para a construção da estrutura.

O projeto básico estrutural será uma etapa de transição entre o projeto conceitual e o projeto executivo, na qual serão estabelecidos os detalhes técnicos e dimensionais necessários para a execução da obra. Essa etapa é fundamental para a correta interpretação do projeto, promovendo a minimização de riscos e imprevistos durante sua execução, garantindo a qualidade e segurança da estrutura final. Um projeto básico bem elaborado oferecerá base sólida para o desenvolvimento do projeto executivo e para o acompanhamento da obra, contribuindo com o êxito do empreendimento como um todo.

PROJETO EXECUTIVO

O projeto executivo será a fase final e detalhada na elaboração dos projetos. Nessa etapa, a equipe de Gerenciamento de Projetos deverá se aprofundar nos aspectos construtivos e operacionais da estrutura, fornecendo todas as informações necessárias para a execução da obra, de forma precisa e segura. Essa etapa inclui as seguintes atividades:

- **Detalhamento construtivo** – Todos os elementos estruturais serão detalhados minuciosamente, incluindo-se dimensões, armaduras, detalhes de conexão e especificações técnicas para cada componente. O objetivo será fornecer instruções claras e precisas aos profissionais responsáveis pela construção.

- **Desenhos de execução** – Serão produzidos os desenhos técnicos de execução, que deverão incluir todas as informações necessárias para a construção, como plantas baixas, cortes, elevações, vistas detalhadas e desenhos de fôrmas e escoramentos.
- **Memorial de cálculo** – Será elaborado um memorial de cálculo detalhado, com os cálculos e as justificativas para as dimensões e especificações adotadas na estrutura. Esse documento servirá como registro técnico do projeto e possibilitará a verificação da segurança e eficiência da estrutura.
- **Quantitativos e especificações** – Deverão ser fornecidos os quantitativos de materiais necessários para a execução da obra, bem como as especificações técnicas detalhadas de cada componente e material a ser utilizado.
- **Coordenação com as empresas executoras** – A equipe de projetos manterá uma estreita coordenação com as empresas executoras da obra, esclarecendo dúvidas e fornecendo suporte técnico.
- **Verificação de interferências** – Deverá feita uma verificação detalhada de possíveis interferências entre os diferentes sistemas e as disciplinas envolvidos na obra, garantindo-se a compatibilidade das soluções projetadas e se evitando problemas durante a construção.
- **Revisão final** – Antes da emissão do projeto executivo final, serão realizadas revisões técnicas, para que sejam garantidas a qualidade, a precisão e a coerência de todas as informações fornecidas.
- **Documentação final** – Na conclusão da revisão final e na compatibilização dos projetos, o projeto executivo terá de ser documentado num conjunto completo de desenhos técnicos, memoriais de cálculo e especificações técnicas, fornecendo-se todas as informações necessárias para a posterior execução da obra.

O projeto executivo será essencial para a correta execução da obra, apresentando os detalhes e as especificações técnicas necessárias para a construção da estrutura com qualidade, segurança e eficiência. Essa etapa assegurará que todas as soluções projetadas serão interpretadas da forma correta e implementadas conforme o planejado, contribuindo, assim, para o sucesso do empreendimento e a satisfação dos clientes. O projeto executivo será o resultado de um trabalho minucioso e detalhado, refletindo o conhecimento e a expertise da equipe de Gerenciamento de Projetos.

APROVAÇÕES E AUTORIZAÇÕES

Após sua conclusão, o projeto executivo deverá ser submetido às devidas aprovações e autorizações pelos órgãos reguladores e clientes, para que seja garantida a conformidade do projeto em relação às exigências legais e aos requisitos técnicos.

ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO

Nessa fase, a equipe de Gerenciamento de Projetos supervisionará, de perto, a construção da estrutura, para garantir que o projeto será executado conforme o planejado. As principais atividades incluirão a supervisão técnica, o controle de qualidade, a análise de desvios, a solução de problemas e a verificação da segurança e da qualidade da obra.

A equipe manterá comunicação constante com as empresas executoras, elaborará relatórios periódicos de acompanhamento, registrará fotograficamente o progresso da obra e assegurará a conformidade com as especificações técnicas. O acompanhamento da execução será fundamental para que sejam evitados erros e retrabalhos, garantindo-se a qualidade, a segurança e a eficiência da construção, de modo a atender aos requisitos técnicos e às expectativas dos clientes.

7.2.3 Projeto de estruturas de concreto

INTRODUÇÃO

O projeto de estruturas de concreto desempenhará um papel fundamental na engenharia civil, especialmente, quando da sua aplicação aos sistemas de água e esgoto. As estruturas de concreto, como reservatórios, estações de tratamento e redes de distribuição, serão essenciais para a operação eficiente e segura dos sistemas. Neste capítulo, serão explorados os princípios e as considerações essenciais para o projeto das estruturas de concreto destinadas aos sistemas de água e esgoto.

Nesse contexto, serão abordadas as particularidades de cada tipo de estrutura de concreto, incluindo-se o concreto armado moldado *in loco* e o concreto pré-moldado. Essas abordagens construtivas serão cruciais para a durabilidade, a confiabilidade e a eficiência das estruturas que suportarão os processos de tratamento, armazenamento e distribuição de água, bem como a coleta e o tratamento de esgoto.

Ao compreender as vantagens e os desafios de cada abordagem de projeto, a Iguá Saneamento estará mais bem-preparada para conceber e implementar estruturas de concreto robustas, capazes de atender às demandas específicas dos sistemas de água e esgoto. Dessa forma, haverá contribuição efetiva para um suprimento seguro e sustentável de água potável, bem como para a preservação do meio ambiente, por meio do tratamento adequado dos resíduos líquidos.

PROPRIEDADES DO CONCRETO E MATERIAIS UTILIZADOS

A durabilidade das estruturas de concreto destinadas aos sistemas dependerá diretamente das propriedades dos materiais empregados em sua composição, uma vez que o cimento, os agregados, os aditivos e outros componentes desempenham papéis cruciais na determinação da resistência, da durabilidade e das características mecânicas do concreto.

A escolha dos materiais se guiará pelo tipo de estrutura a ser construída e pelas condições de exposição ao ambiente. Para reservatórios de água, por exemplo, a seleção de materiais resistentes à corrosão será fundamental para que se evite o comprometimento da qualidade da água armazenada. Nas Estações de Tratamento de Esgoto, os materiais escolhidos deverão resistir à agressividade química dos efluentes tratados.

Além disso, cada tipo de estrutura (reservatório de armazenamento ou ETA) exigirá características específicas de resistência, impermeabilidade e durabilidade do concreto. Compreender as propriedades dos materiais, as dosagens adequadas e as práticas de mistura será essencial para se obter um concreto de qualidade que suporte as condições operacionais e ambientais no longo prazo.

Nesse contexto, deverá ser considerada a influência de fatores como a temperatura ambiente, a exposição a produtos químicos e a ação do ciclo de umedecimento e secagem. A seleção adequada dos materiais e o controle rigoroso dos processos de mistura, transporte, lançamento e cura serão vitais para a integridade estrutural das construções e a minimização dos custos de manutenção ao longo do tempo.

Ao abordar as propriedades dos materiais utilizados em estruturas de concreto para sistemas de água e esgoto, a Iguá Saneamento estará habilitada a tomar decisões embasadas e eficazes visando à criação de infraestruturas sólidas e confiáveis, capazes de enfrentar os desafios operacionais e ambientais associados a esses sistemas essenciais para a sociedade.

A escolha criteriosa dos materiais, a dosagem adequada do concreto e a observância das normas técnicas específicas serão elementos fundamentais para a qualidade e a *performance* das estruturas.

Ao corresponder às diretrizes dessas normas, a Iguá Saneamento assegurará que os materiais utilizados nas estruturas de concreto atenderão a critérios de qualidade, desempenho e durabilidade. A escolha criteriosa dos materiais, a dosagem adequada do concreto e a observância das normas técnicas específicas serão elementos fundamentais para a qualidade e a *performance* das estruturas.

Durante a elaboração dos projetos para a Iguá Saneamento, a empresa projetista deverá atender a critérios de qualidade, desempenho e durabilidade. São eles:

- **Qualidade dos materiais** – A seleção dos materiais deverá considerar a procedência, as características físicas e mecânicas e a resistência à corrosão (no caso de ambientes agressivos), entre outros itens. Materiais de qualidade assegurarão a durabilidade da estrutura ao longo do tempo.
- **Dosagem do concreto** – A dosagem do concreto deverá ser feita de acordo com as especificações da NBR 12655:2022. A proporção correta entre cimento, agregados e água será essencial para garantir resistência, trabalhabilidade e durabilidade adequadas ao tipo de estrutura.
- **Controle de qualidade** – Durante a produção do concreto, será fundamental a realização de ensaios de controle de qualidade dos materiais e do concreto fresco e endurecido. Esses ensaios, como os de resistência à compressão, de abatimento e de absorção de água, possibilitarão saber se o concreto atenderá aos requisitos estabelecidos.
- **Desempenho estrutural** – As estruturas deverão ser dimensionadas e construídas para suportar as cargas e as condições de uso esperadas. A resistência, a rigidez e a estabilidade da estrutura serão critérios-chaves para o desempenho adequado ao longo da vida útil.
- **Durabilidade** – Considerando-se que as estruturas estarão em contato com a água, substâncias químicas e outros fatores que podem comprometer sua integridade, a durabilidade será fundamental (Classe de Agressividade Ambiental – NBR 6118:2023). Materiais resistentes à corrosão (FCK do concreto, revestimento, relação a/c etc.) e medidas de proteção superficial (impermeabilização e adição de aditivos) serão essenciais para garantir a longevidade das estruturas.

A aprovação e a sequência no projeto dependerão da conformidade com os critérios acima descritos. Normas técnicas, como a NBR 6118:2023 e a NBR 14931:2023, fornecem diretrizes específicas para atender a esses requisitos e, assim, garantir a qualidade e segurança das estruturas de concreto destinadas aos sistemas de água e esgoto.

Será essencial, também, que os investimentos sejam realizados em infraestruturas confiáveis, resilientes e de longa duração, o que contribuirá para a eficiência e a sustentabilidade dos serviços de abastecimento de água e de tratamento de esgoto.

PRINCÍPIOS BÁSICOS DE DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento adequado de estruturas de concreto armado será essencial para a resistência, a segurança e o desempenho (3 principais pilares para o dimensionamento de qualquer tipo de estrutura) das construções em sistemas de água e esgoto.

Assim, os princípios básicos de dimensionamento deverão incluir a análise das ações atuantes, como cargas permanentes, cargas acidentais e ações do meio ambiente, de forma a assegurar que a estrutura atenderá aos estados-limites (Estado-Limite Último e o Estado-Limite de Serviço).

- **Análise das ações atuantes** – A primeira etapa do dimensionamento será a análise das ações que atuarão na estrutura ao longo de sua vida útil. Isso incluirá as cargas permanentes, como o próprio peso da estrutura; e as cargas variáveis, como a carga de água armazenada, além das ações do meio ambiente, como ventos e sismos. Será obrigatório que a empresa projetista siga as normas técnicas pertinentes às ações atuantes sobre as estruturas, principalmente, a NBR 8681:2004 – Ações e segurança nas estruturas (procedimento).
- **Dimensionamento das seções transversais** – O dimensionamento das seções transversais dos elementos estruturais, como vigas, pilares e lajes, será realizado se considerando a distribuição das cargas e as tensões atuantes. O objetivo será garantir que a estrutura resista aos esforços internos gerados pelas cargas, sem ultrapassar os limites de resistência dos materiais. Será obrigatório que a empresa projetista siga as normas técnicas pertinentes às ações atuantes sobre as estruturas, principalmente, a NBR 6118:2023 – Projeto de estruturas de concreto (procedimento).
- **Verificação dos estados-limites** – Durante o dimensionamento, será essencial a verificação dos estados-limites, que são as condições nas quais a estrutura poderá apresentar deficiências em relação à segurança, deformações excessivas ou outras limitações.
- **Detalhamento construtivo** – O detalhamento construtivo das armaduras será parte essencial do dimensionamento de estruturas de concreto armado. O posicionamento correto das barras de aço influenciará diretamente a capacidade da estrutura de absorver e distribuir as cargas.
- **Considerações de durabilidade** – Além dos esforços mecânicos, o dimensionamento também deverá considerar a durabilidade da estrutura. Isso envolverá a proteção contra a corrosão das armaduras (conforme apresentado anteriormente), a escolha adequada de revestimento e os tratamentos para minimizar os efeitos do ambiente agressivo.

- **Normas e regulamentações** – Normas técnicas, como a NBR 6118:2023, fornecem diretrizes detalhadas para o dimensionamento de estruturas de concreto armado. Essas normas estabelecem critérios de cálculo, requisitos de segurança e métodos de verificação, garantindo a qualidade e a confiabilidade das estruturas. Elas deverão ser seguidas pela empresa projetista que elaborará os projetos estruturais para os sistemas de água e esgoto da Iguá Saneamento. Outras normas técnicas pertinentes aos assuntos também poderão ser seguidas, como a NBR 9062:2017 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.
- **Modelagem estrutural** – Os *softwares* deverão realizar cálculos complexos automaticamente (desde que sejam inseridos corretamente no modelo), considerando-se as cargas aplicadas, as características dos materiais e os estados-limites de serviço e último. Isso proporcionará resultados mais precisos. Essa representação digital facilitará a visualização das interações entre os elementos e ajudará na detecção de possíveis conflitos antes da execução.

Ao compreender e aplicar os princípios de dimensionamento de estruturas de concreto armado, a empresa responsável projetará construções resistentes e seguras, capazes de suportar as cargas e as condições específicas dos sistemas de abastecimento de água e esgoto. Isso contribuirá para a integridade das estruturas ao longo do tempo, minimizando os riscos de falhas e assegurando a eficiência operacional e a segurança das instalações.

CONCRETO ARMADO MOLDADO *IN LOCO*

O método construtivo de concreto armado moldado *in loco* é amplamente empregado em estruturas que fazem parte dos sistemas operacionais de saneamento, como reservatórios de água, estações de tratamento e unidades de bombeamento. Esse método oferece vantagens significativas, possibilitando adaptação precisa às necessidades específicas de cada projeto.

A flexibilidade no posicionamento de armaduras, a capacidade de realizar ajustes conforme o avanço da construção e a conformidade com geometrias complexas são aspectos que tornam o concreto armado moldado *in loco* uma escolha apropriada para essas estruturas.

CONCRETO PRÉ-MOLDADO

O uso de concreto pré-moldado é uma solução eficaz para estruturas que fazem parte dos sistemas operacionais de saneamento e das unidades administrativas. Elementos pré-fabricados, como lajes, vigas e pilares, poderão ser fabricados em ambientes controlados e montados no local da obra, otimizando o cronograma de construção. Além disso, a qualidade controlada da produção em fábrica e a redução de desperdício contribuirão para a eficiência da construção.

No contexto dos sistemas de água e esgoto, nos quais a velocidade de construção é, muitas vezes, crucial, o concreto pré-moldado oferecerá uma abordagem ágil e confiável.

Ao considerar a utilização de métodos construtivos como o concreto armado moldado *in loco* e o concreto pré-moldado, a Iguá Saneamento deverá avaliar cuidadosamente as necessidades do projeto, a complexidade da estrutura e os objetivos de eficiência.

A escolha entre esses métodos dependerá das particularidades de cada caso, visando, sempre, à integridade estrutural, à funcionalidade operacional e à sustentabilidade no longo prazo das instalações relacionadas aos sistemas de água e esgoto, bem como às unidades administrativas que as apoiam

DETALHAMENTO CONSTRUTIVO

O detalhamento construtivo desempenha papel fundamental na concretização bem-sucedida de todos os tipos de projetos de estruturas, inclusive dos sistemas de abastecimento de água e de tratamento de esgoto. É nessa etapa que os elementos teóricos do projeto ganham vida, por meio do planejamento minucioso das armaduras e da definição precisa dos métodos de execução. Como consequência, o sucesso do detalhamento construtivo estará intimamente ligado à segurança, à durabilidade e ao desempenho das estruturas.

- **Planejamento das armaduras** – O detalhamento das armaduras será baseado nas análises de esforços, no dimensionamento e nas especificações das normas técnicas. O posicionamento correto das barras de aço, sua distribuição e ancoragem adequada garantirão que a estrutura será capaz de resistir às cargas e às deformações esperadas.
- **Definição de cobrimentos** – Os cobrimentos são espaços entre as armaduras e a superfície externa do concreto, com a função de proteger as armaduras contra a corrosão e garantir a durabilidade da estrutura. O dimensionamento adequado dos cobrimentos será essencial para que sejam evitados danos ao longo do tempo.
- **Dimensionamento das seções transversais** – Durante o detalhamento, as dimensões das seções transversais dos elementos estruturais serão refinadas de acordo com as exigências de resistência e em conformidade com os estados-limites. Será nessa fase que se determinará a quantidade de armadura necessária para a segurança estrutural.
- **Inspeção e controle de qualidade** – Durante a execução, a inspeção e o controle de qualidade serão vitais para assegurar que o detalhamento construtivo seja seguido rigorosamente. Ensaios, medições e verificações serão realizados para que a estrutura seja construída de acordo com os planos e as especificações.

Será imprescindível que a empresa projetista responsável pela elaboração dos projetos estruturais complementares aos sistemas água e esgoto tenha *expertise* técnica e conhecimento profundo das normas e regulamentos aplicáveis. Também deverão ser seguidas as boas práticas de detalhamento, de modo a facilitar a execução e minimizar desperdícios.

ANÁLISE DE FUNDAÇÕES

A análise de fundações será uma etapa decisiva durante a elaboração dos projetos estruturais propostos para os sistemas de água e esgoto, garantindo estabilidade e segurança às estruturas de concreto armado. A escolha adequada do tipo de fundação, a consideração das características do solo e a conformidade com as normas técnicas serão fundamentais para assegurar a transmissão eficiente das cargas ao solo, evitando-se recalques excessivos ou instabilidades.

Os tipos de fundações que poderão ser adotados durante a elaboração dos projetos geotécnicos são descritos neste Manual de Engenharia, e deverão ser seguidos de acordo com as boas práticas de elaboração e execução de projetos de fundações, bem como da execução dessas atividades no canteiro de obras.

Uma etapa essencial desse processo será a integração dos resultados da investigação geotécnica com a modelagem estrutural realizada previamente. Essa compatibilização será fundamental para uma análise precisa das fundações, considerando-se as cargas, os esforços e as características do solo. Com base nessa integração, e com as informações contidas neste Manual de Engenharia, a empresa projetista selecionará o tipo de fundação mais apropriado e realizará o dimensionamento, calculando as dimensões e as profundidades adequadas para a transmissão das cargas de forma segura.

O projeto de fundações será uma extensão do projeto estrutural, com os dois atuando em conjunto para garantir a confiabilidade e a estabilidade das estruturas de concreto. A conformidade em relação às normas técnicas, como a NBR 6122:2010, e o monitoramento contínuo durante a execução serão essenciais para que as fundações atendam aos requisitos de segurança e durabilidade.

DESENHOS TÉCNICOS E MODELOS COMPUTACIONAIS

A elaboração de desenhos técnicos detalhados será uma etapa importante na transformação do projeto estrutural (dimensionado e modelado num *software* de auxílio para o cálculo da infraestrutura e da superestrutura) em instruções claras e precisas à execução das atividades, principalmente para os sistemas de água e esgoto. A qualidade de entrega desses documentos será essencial para garantir a realização correta, segura e eficiente da construção, evitando-se erros e reduzindo retrabalhos.

- **Desenhos técnicos detalhados** – Os desenhos técnicos detalhados são representações gráficas dos elementos estruturais, como vigas, pilares, lajes e fundações. Eles precisarão ser elaborados com precisão e clareza, incluindo informações sobre dimensões, posições das armaduras, detalhes construtivos e especificações dos materiais (imprescindível que os desenhos apresentados estejam de acordo com a Diretriz de Elaboração de Projetos da Iguá Saneamento). As peças gráficas serão entregues à Iguá. Elas passarão por uma validação do time responsável pelo tipo de projeto para adequações que a companhia julgar necessárias.
- **Modelos BIM** – Os modelos computacionais em BIM (Building Information Modeling) representam uma abordagem avançada na elaboração de projetos de estruturas. Além de representar visualmente os elementos da estrutura, os modelos BIM incorporam informações detalhadas sobre materiais, componentes e especificações. Isso possibilitará a simulação e a detecção de conflitos entre diferentes disciplinas (compatibilização entre disciplinas), bem como a análise de interferências antes da construção, reduzindo-se custos e melhorando a coordenação.
- **Compatibilização e colaboração** – A compatibilização entre o projeto estrutural e as demais disciplinas, como hidromecânico, arquitetura, instalações elétricas e hidráulicas, será decisiva para que sejam evitados problemas durante a construção. O BIM facilitará essa compatibilização, ao possibilitar que as diferentes equipes compartilhem informações e visualizem interferências antes da execução. Isso resultará em um processo mais integrado, reduzindo-se retrabalhos e otimizando a execução da obra.

A utilização de *softwares* de dimensionamento estrutural é uma prática essencial para a conformidade dos projetos de estruturas de concreto em sistemas de abastecimento de água e esgoto com as normas técnicas atuais. Esses *softwares* oferecem uma abordagem avançada e precisa para que sejam calculados e dimensionados os elementos estruturais, levando-se em consideração as cargas, os esforços e as especificações exigentes das normas. Dadas a complexidade e a natureza crítica dessas estruturas, a utilização de *softwares* será praticamente obrigatória para a segurança, a confiabilidade e a durabilidade das instalações.

Os *softwares* de dimensionamento estrutural oferecem uma série de benefícios significativos. Eles automatizam cálculos complexos, consideram diversas variáveis de análise e geram resultados precisos e consistentes. Além disso, essas ferramentas possibilitam simulações detalhadas de diferentes cenários, avaliações de desempenho sob diversas condições e verificação de conformidade com as rigorosas normas vigentes.

Com a capacidade de gerar relatórios detalhados e fornecer informações visuais claras, esses *softwares* auxiliam os engenheiros na tomada de decisões e na comunicação eficaz com a equipe e os *stakeholders*.

As normas técnicas atuais têm sido cada vez mais restritivas e rigorosas em relação aos critérios de dimensionamento e às verificações estruturais. Isso reflete a necessidade de se garantir a segurança das estruturas sob as condições de carga e ambiente mais desafiadoras. A aplicação manual de cálculos se tornou inviável devido à complexidade das análises e ao alto risco de erros. Nesse contexto, o uso de *softwares* de dimensionamento estrutural será praticamente obrigatório, pois eles garantem a aderência às normas, minimizam falhas e contribuem para a confiança na qualidade das estruturas de concreto em sistemas de abastecimento de água e esgoto.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações técnicas desempenham papel essencial na garantia da qualidade, da segurança e da conformidade dos projetos e das construções de estruturas de concreto em sistemas de abastecimento de água e esgoto. Essas especificações detalham os requisitos específicos para os materiais a serem utilizados, os procedimentos de execução e os critérios de controle de qualidade, assegurando a conformidade de todas as etapas da obra com as normas técnicas aplicáveis.

- **Especificações para materiais** – As especificações para materiais deverão abranger aspectos como características dos agregados, resistência do concreto, tipos de cimento, aditivos e outros componentes utilizados na construção das estruturas. A escolha e a qualidade dos materiais serão determinantes para a durabilidade, a resistência e o desempenho das estruturas. Normas técnicas relevantes, como a NBR 12655:2022 (para concreto de cimento Portland) e a NBR 7211:2022 (para agregados), deverão ser rigorosamente seguidas na especificação dos materiais.
- **Especificações para execução** – As especificações para a execução definirão os procedimentos durante a construção das estruturas. Isso incluirá etapas como o preparo das formas, o lançamento e adensamento do concreto, a colocação das armaduras, o curamento adequado e outras operações construtivas. A NBR 14931:2023 estabelece diretrizes para a execução de estruturas de concreto, garantindo a conformidade com os padrões de qualidade e segurança.

- **Controle de qualidade** – As especificações para o controle de qualidade abrangem a realização de ensaios e verificações, de modo a assegurar a execução da obra de acordo com os planos e as normas. Isso envolve ensaios de resistência do concreto, verificação das dimensões e posicionamento das armaduras, análise de cobrimentos etc. A conformidade com a NBR 5739:2018 (para ensaios de concreto) e a NBR 14931:2023 (para inspeção e controle de qualidade) será essencial à garantia da integridade das estruturas.

A elaboração de especificações técnicas abrangentes alinhadas com as normas técnicas vigentes será decisiva para a construção de estruturas confiáveis e duráveis em sistemas de água e esgoto. Ao estabelecer requisitos claros para os materiais, a execução e o controle de qualidade, a Iguá Saneamento pretende assegurar que suas obras atendem, e atenderão, aos mais altos padrões de desempenho, segurança e eficiência, contribuindo para a operação eficaz dos sistemas e a qualidade das instalações.

CONSIDERAÇÕES

A crescente conscientização sobre a importância da sustentabilidade tem impulsionado a adoção de práticas e materiais que minimizem o impacto ambiental e promovam a eficiência dos projetos de estruturas de concreto em sistemas de água e esgoto. A incorporação de abordagens sustentáveis não apenas contribuirá para a preservação do meio ambiente, mas, também, poderá resultar em redução de custos operacionais, melhoria da eficiência energética e aumento da durabilidade das instalações.

A escolha de materiais sustentáveis desempenhará um papel definidor na redução do impacto ambiental. A utilização de cimentos com baixa emissão de CO₂, agregados reciclados e aditivos de origem natural poderá diminuir a pegada de carbono das estruturas. Além disso, a busca por materiais de construção regionalmente disponíveis poderá reduzir a energia e os recursos necessários para o transporte.

A otimização de recursos deverá envolver o planejamento cuidadoso do uso de materiais e energia ao longo do ciclo de vida das estruturas. Isso terá de incluir a adoção de estratégias como a minimização do desperdício de concreto, o uso eficiente de água durante a construção e a operação e a implementação de sistemas de reutilização de água. Além disso, técnicas de modelagem e análise avançadas, como a simulação computacional, poderão ajudar a identificação das melhores soluções para a otimização de recursos.

A busca por redução de impacto ambiental também deverá abranger o planejamento do ciclo de vida das estruturas, considerando-se suas construções, a operação e a eventual demolição. A aplicação de técnicas de projeto que minimizem a quantidade de materiais utilizados, promovam a eficiência energética e facilitem a reciclagem após o fim da vida útil contribuirão para a sustentabilidade das instalações.

A incorporação de práticas e materiais sustentáveis e a otimização de recursos em projetos de estruturas de concreto para sistemas de água e esgoto serão essenciais para o enfrentamento dos desafios ambientais e sociais contemporâneos. Ao adotar abordagens sustentáveis, a Iguá Saneamento não apenas contribuirá para a preservação do meio ambiente, mas, também, promoverá a eficiência e a longevidade de suas instalações, assegurando uma infraestrutura resiliente e de alta qualidade para as gerações futuras.

7.2.4 Projetos de fundações

INTRODUÇÃO

As fundações desempenham papel fundamental na estabilidade e segurança das estruturas de uma forma geral, inclusive das estruturas que irão compor as unidades pertencentes aos sistemas de abastecimento de água e esgoto. Elas são responsáveis por transmitir as cargas das construções ao solo de maneira eficiente e controlada, garantindo a distribuição adequada das forças e minimizando os efeitos de recalques e instabilidades.

Assim, a elaboração de projetos de fundações será uma etapa decisiva na concepção e construção dessas infraestruturas essenciais, uma vez que a qualidade e a adequação das fundações influenciam diretamente a durabilidade, a confiabilidade e a eficácia dos sistemas operacionais.

A complexidade das estruturas presentes em sistemas de água e esgoto demanda abordagem cuidadosa na seleção e no dimensionamento das fundações. Por isso, diferentes tipos de fundações, desde as superficiais, como sapatas e blocos, até as profundas, como estacas, deverão ser considerados com base nas características do solo, nas cargas atuantes e nos requisitos de segurança. Além disso, a análise de recalques, a integração com os projetos estruturais e as normas técnicas vigentes serão elementos que influenciarão a tomada de decisões no desenvolvimento de projetos de fundações confiáveis e eficientes.

Neste capítulo, serão explorados, em detalhes, os aspectos essenciais relacionados à elaboração de projetos de fundações para sistemas de água e esgoto que irão compor as unidades operacionais da Iguá Saneamento. Desde a investigação geotécnica até o detalhamento construtivo e as práticas sustentáveis, será abordada cada etapa desse processo, visando assegurar a integridade estrutural, a segurança operacional e a sustentabilidade das instalações.

INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA

A investigação geotécnica é, sempre, o ponto de partida na elaboração de projetos de fundações para sistemas de água e esgoto. Essa etapa envolve a coleta e análise de dados detalhados sobre as características do solo e do subsolo, o que possibilita compreensão sobre a capacidade de suporte do terreno, a distribuição de cargas, a presença de água e outros fatores críticos que afetam o comportamento das fundações.

A coleta de informações geotécnicas deverá ser realizada por meio de ensaios de campo e de laboratório. Ensaios como sondagens (conforme a NBR 6484:2020), penetrações (ensaios SPT – Standard Penetration Test), ensaios de cone (CPT – Cone Penetration Test) e ensaios de palheta (Vane Test) possibilitarão a obtenção de dados sobre a composição do solo, a profundidade das camadas, a resistência e outras propriedades. Além disso, ensaios de permeabilidade, granulometria e limites de Atterberg poderão ser realizados em laboratório, conforme as normas NBR 13207:2017, NBR 7180:2016 e NBR 6459:2016, respectivamente, como complemento das informações.

Com base nos resultados da investigação geotécnica, serão determinados os parâmetros geotécnicos relevantes, como a capacidade de suporte do solo, a compressibilidade, a resistência ao cisalhamento e a distribuição das tensões. A interpretação desses dados será de grande relevância para a seleção do tipo de fundação mais adequado e para o correto dimensionamento das fundações.

Considerar as características do solo e suas respostas aos esforços impostos pelas estruturas será essencial para que sejam evitados recalques excessivos, instabilidades e outros problemas que poderão comprometer a segurança e a durabilidade das fundações. Dessa forma, a investigação geotécnica deverá ser a base sólida sobre a qual serão construídas as estratégias de projeto de fundações em sistemas de água e esgoto, garantindo-se, assim, a adequação das soluções às condições do subsolo.

TIPOS DE FUNDAÇÕES

Na elaboração de projetos de fundações para sistemas de água e esgoto, a escolha do tipo de fundação será determinante para a estabilidade, a segurança e a eficiência das estruturas. Os tipos de fundações podem ser classificados em 2 grupos principais: fundações rasas e fundações profundas. A seguir, esses grupos serão descritos e, também, serão apresentados exemplos de fundações para cada caso.

FUNDAÇÕES RASAS

As fundações rasas, também conhecidas como superficiais, deverão ser implementadas em camadas de solo mais próximas da superfície (em torno de 2 m e 3 m de profundidade). Elas são amplamente utilizadas em estruturas de sistemas de água e esgoto devido à sua simplicidade, eficiência construtiva e baixos carregamentos, na maioria das estruturas. Alguns tipos de fundações rasas que poderão ser aplicadas incluem os seguintes itens:

- **Sapatas** – São elementos de concreto que distribuem as cargas das colunas de maneira uniforme sobre uma área maior do solo.
- **Radier** – Toda a carga da edificação é transferida para o solo por meio de uma laje maciça de concreto que abrange a toda a área da construção.
- **Blocos de coroamento** – São usados para distribuir as cargas de paredes e pilares, proporcionando uma base estável.

FUNDAÇÕES PROFUNDAS

As fundações profundas são aplicadas em camadas de solo mais profundas, nas quais as capacidades de suporte do solo são maiores. Sua adoção se dá quando as camadas superficiais do solo não são suficientes para sustentar as cargas da estrutura. Alguns tipos de fundações profundas que poderão ser relevantes para sistemas de abastecimento de água e esgoto incluem os seguintes itens:

- **Estacas** – São elementos alongados que servem para transmitir as cargas até as maiores profundidades nas quais o solo possui capacidade resistente mais alta. Na execução, poderão ser executadas as estacas dos tipos escavada ou cravada. A seguir, é apresentada tabela com alguns tipos de estacas que poderão ser considerados na elaboração dos projetos de fundações.

Estacas escavadas	
Estaca-broca	As estacas-brocas são frequentemente utilizadas em solos coesivos ou argilosos, nos quais a escavação é mais viável. Esse tipo de estaca oferece boa resistência em terrenos com água subterrânea.
Estaca Strauss	As estacas Strauss são uma opção eficaz em solos arenosos e, às vezes, em solos coesivos. Seu método de execução as torna vantajosas quando o solo tem camadas mais firmes abaixo da superfície.
Estaca-raiz	A estaca-raiz é, especialmente, útil em solos granulares e pode ser adotada quando o acesso é restrito ou quando há necessidade de minimizar vibrações durante a instalação. É frequentemente utilizada em sistemas de esgoto devido à capacidade de carga e resistência.
Estacas cravadas	
Estaca pré-moldada de concreto	Estacas pré-moldadas de concreto são amplamente empregadas em solos variados, oferecendo uma solução versátil para projetos de abastecimento de água e esgoto. A resistência e a facilidade de cravação tornam sua escolha comum em várias situações.
Estaca metálica	Estacas metálicas são utilizadas em solos diversos, proporcionando alta capacidade de carga e resistência. Sua aplicação é frequente em projetos de grande porte, nos quais as cargas exigem uma fundação robusta.
Estaca-hélice contínua	A estaca de hélice contínua é preferencial em solos moles ou médios, nos quais a escavação poderia causar desmoronamento. Ela é adequada para sistemas de esgoto, oferecendo estabilidade em terrenos menos consolidados.

- **Blocos de coroamento** – São usados para a distribuição das cargas dos pilares às estacas.
- **Tubulões** – São elementos cilíndricos de concreto armado escavados e preenchidos com concreto, proporcionando resistência por atrito lateral e base.

A escolha entre fundações rasas e profundas é influenciada pelo estudo geotécnico (resultado dos ensaios indicados no item anterior) e, também, pelas cargas atuantes, além de outros fatores específicos do projeto estrutural. A integração desses tipos de fundações nos projetos estruturais para sistemas de abastecimento de água e esgoto será, portanto, fundamental para a estabilidade e a durabilidade das instalações, considerando-se a segurança operacional e a eficiência construtiva, e, também, a garantia da segurança operacional das unidades.

CRITÉRIOS DE ESCOLHA

A escolha do tipo de fundação é uma decisão crítica, pois terá de envolver uma avaliação cuidadosa de diversos critérios, visando garantir a estabilidade, a segurança e a eficiência das estruturas. A seguir, os detalhes de cada um desses critérios:

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

A análise geotécnica fornece *insights* sobre a composição do solo, sua capacidade de carga e seu comportamento frente a cargas e à água subterrânea. Solos coesivos, como argila, poderão sustentar fundações rasas, enquanto solos granulares, como areia, poderão demandar estacas cravadas para o alcance das camadas resistentes.

CARGAS ATUANTES

Considerar as cargas verticais e horizontais provenientes da estrutura é essencial. Isso inclui o peso próprio, as cargas operacionais, sísmicas e eventuais sobrecargas. A fundação deverá ser dimensionada para suportar essas forças sem exceder os limites de segurança.

CONDIÇÕES DO SOLO

A profundidade das camadas de solo resistente e a presença de água subterrânea influenciam diretamente a escolha. Solos mais profundos podem favorecer as estacas profundas, enquanto solos rasos podem possibilitar o uso de fundações rasas.

ASPECTOS ECONÔMICOS

A viabilidade financeira desempenha papel determinante na seleção. Será necessário, assim, encontrar-se um equilíbrio entre a eficiência estrutural e os custos de execução. O investimento em uma fundação mais sofisticada poderá ser justificado por seus benefícios de longo prazo, mas, também, será preciso que se considere o orçamento disponível.

REQUISITOS DE SEGURANÇA

A segurança é, sempre, primordial. A fundação deverá ser capaz de suportar as cargas atuantes e de garantir a estabilidade da estrutura sob todas as condições operacionais e eventos extremos, como terremotos ou sobrecargas repentinas.

RESTRIÇÕES AMBIENTAIS E DE CONSTRUÇÃO

Limitações ambientais, como restrições de vibração em áreas urbanas, e condições de construção, como o acesso ao local e restrições de altura, deverão ser consideradas para a viabilidade da execução.

EXPERIÊNCIA E NORMAS

A equipe de projeto deverá ter experiência no tipo de fundação em questão, bem como estar atualizada em relação às normas técnicas pertinentes. Isso garantirá que a fundação seja projetada e construída de acordo com os padrões de qualidade e segurança.

A avaliação integrada desses critérios será fundamental para se escolher o tipo de fundação mais adequado para cada projeto. A decisão impactará diretamente a estabilidade, a durabilidade e o desempenho das estruturas, contribuindo para o sucesso dos sistemas de água e esgoto ao longo do tempo.

DIMENSIONAMENTO DE FUNDAÇÕES

O dimensionamento de fundações em sistemas de água e esgoto é uma etapa crítica para a integridade e a segurança das estruturas. Para isso, diversos métodos e normas técnicas são empregados, visando à análise de cargas, recalques e estabilidade. A adequada aplicação desses métodos será fundamental para que as fundações atendam aos requisitos de desempenho e segurança.

- **Dimensionamento de fundações** – O dimensionamento envolve o cálculo das dimensões e características das fundações, levando-se em consideração as cargas atuantes e as características do solo. Normas técnicas como a NBR 6122:2010 (Projeto e Execução de Fundações) fornecem diretrizes detalhadas para o cálculo de estacas, sapatas, blocos e de outras fundações.
- **Análise de recalques** – A análise de recalques considera os possíveis afundamentos da estrutura devido ao peso da construção e ao assentamento do solo. A norma NBR 6489:2019 (Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT) poderá ser usada para que sejam determinados os valores de recalque esperados com base nos ensaios de SPT (Standard Penetration Test).

- **Estabilidade global** – A estabilidade global da fundação é essencial para se evitar o colapso da estrutura. Além do dimensionamento estrutural, será necessário analisar a estabilidade global, considerando-se inclinações, tombamentos e deslizamentos. A norma NBR 6123:2023 (Forças devidas ao Vento em Edificações) poderá ser útil na consideração dos efeitos do vento na estabilidade da estrutura.

O emprego correto dos métodos de dimensionamento e a aderência às normas técnicas garantirão a segurança e a qualidade das fundações em sistemas de água e esgoto. A análise precisa das cargas, a previsão de recalques e a avaliação da estabilidade global serão elementos-chaves para que as fundações suportem, com eficácia, as demandas operacionais e ambientais, contribuindo para a longevidade e o desempenho das estruturas.

NORMAS TÉCNICAS E REGULAMENTAÇÕES

A elaboração de projetos de fundações para sistemas de abastecimento de água e esgoto requer a aderência a normas técnicas que estabelecem critérios, diretrizes e procedimentos de segurança e qualidade das estruturas. Essas normas técnicas fornecem diretrizes essenciais para a elaboração de projetos de fundações que atendam aos requisitos de qualidade, segurança e desempenho em sistemas de água e esgoto. É fundamental que os profissionais envolvidos estejam atualizados em relação a elas e adotem as práticas recomendadas para a adequação e a confiabilidade das fundações.

MODELAGEM ESTRUTURAL E GEOTÉCNICA

A modelagem estrutural e geotécnica desempenha papel de destaque na concepção e no dimensionamento de fundações para sistemas de água e esgoto. Integrar esses aspectos será essencial para a compreensão do comportamento conjunto da estrutura e do solo, garantindo uma abordagem precisa e segura. A modelagem possibilitará a análise conjunta de cargas, recalques e respostas da fundação e da estrutura às condições ambientais e operacionais.

IMPORTÂNCIA DA INTEGRAÇÃO

Considerar a estrutura e o solo de maneira integrada possibilitará a identificação de interações complexas entre eles. Isso será fundamental para que se determine a distribuição de tensões, recalques diferenciais e o comportamento global da fundação.

COMPORTAMENTO DA ESTRUTURA E DO SOLO

A interação entre estrutura e solo influencia diretamente a resposta da fundação. Por exemplo, a rigidez do solo afeta os recalques e a distribuição de tensões na fundação, impactando a integridade da estrutura ao longo do tempo.

ANÁLISE DE CARGAS

A modelagem integrada possibilitará que seja simulada, com precisão, a transferência de cargas entre a estrutura e o solo. Isso será fundamental para se dimensionar adequadamente as fundações e a garantia de que elas suportem as cargas atuantes.

PREVISÃO DE RECALQUES

Ao se considerar a interação entre estrutura e solo, será possível realizar análises mais realistas dos recalques esperados. Isso ajudará a evitar afundamentos diferenciais que possam comprometer a integridade da estrutura.

ANÁLISE DE ESTABILIDADE

A integração dos modelos possibilita se avaliar a estabilidade global da fundação, incluindo-se, também, aspectos como tombamento, deslizamento e capacidade de suporte do solo.

FERRAMENTAS DE MODELAGEM

Softwares de análise estrutural e geotécnica, muitas vezes, baseados na metodologia do Método dos Elementos Finitos (MEF), possibilitam a criação de modelos integrados, que consideram tanto o comportamento da estrutura quanto as características do solo.

A modelagem conjunta da estrutura e do solo é um passo fundamental na elaboração de projetos de fundações para sistemas de água e esgoto. A abordagem integrada oferecerá *insights* valiosos a respeito do comportamento das fundações sob diferentes condições, resultando em projetos mais seguros, eficientes e duráveis. A consideração adequada das interações estrutura-solo será essencial para a segurança e a qualidade das estruturas ao longo do tempo.

DETALHAMENTO CONSTRUTIVO DE FUNDAÇÕES

O detalhamento construtivo desempenha papel vital na comunicação das informações essenciais para a execução precisa e eficiente das fundações em sistemas de água e esgoto. Os desenhos técnicos detalhados representam a geometria das fundações, a disposição das armaduras e todos os detalhes construtivos necessários, possibilitando aos profissionais de execução interpretar o projeto de maneira clara e acurada.

GEOMETRIA DAS FUNDAÇÕES

Os desenhos técnicos deverão apresentar as dimensões e as configurações das fundações, de forma clara e precisa. Isso terá de incluir detalhes como planta das sapatas, blocos, vigas de fundação e estacas, bem como as dimensões e as posições relativas entre elas. A representação geométrica exata será fundamental para que a construção siga as especificações do projeto.

DISPOSIÇÃO DAS ARMADURAS

Os desenhos técnicos deverão mostrar a disposição das armaduras em detalhes. Isso terá de incluir quantidade, diâmetros e espaçamentos das barras de aço que compõem as fundações. As marcações de corte, dobras e amarrações das armaduras também deverão ser claramente indicadas nos desenhos. A disposição correta das armaduras será vital para a resistência e a durabilidade das fundações.

DETALHES CONSTRUTIVOS

Os desenhos técnicos deverão fornecer detalhes construtivos específicos que auxiliem na correta execução das fundações. Isso terá de incluir detalhes de ligação entre diferentes elementos, detalhes de emendas de barras de aço, detalhes de formas de madeira ou metálicas e quaisquer outros elementos necessários para a execução adequada.

SIMBOLOGIA E LEGENDA

Uma legenda clara e a simbologia adequada são fundamentais para a interpretação dos desenhos técnicos. Símbolos padronizados representam elementos como estacas, sapatas, blocos, armaduras, entre outros. Uma legenda bem elaborada explica o significado de cada símbolo e abreviação, garantindo aos profissionais de execução compreensão sobre os detalhes apresentados.

ESCALA E PROPORÇÃO

Os desenhos técnicos deverão ser elaborados com uma escala apropriada para que as dimensões sejam lidas com precisão. A escolha da escala dependerá da complexidade das fundações e da clareza necessária para a execução. Além disso, a proporção entre as diferentes partes das fundações terá de ser fiel à realidade, para que sejam evitados erros de interpretação.

O detalhamento construtivo em desenhos técnicos será um elo entre o projeto e a execução das fundações. A clareza, a precisão e a minuciosidade desses desenhos serão essenciais para que a construção das fundações ocorra de acordo com o projeto, atendendo às especificações técnicas e garantindo a qualidade, a segurança e a durabilidade das estruturas em sistemas de abastecimento de água e esgoto.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE FUNDAÇÕES

A definição de especificações técnicas detalhadas será fator importante para a qualidade, a segurança e a eficiência das fundações em projetos de sistemas de água e esgoto. Assim, cada aspecto das fundações, desde os materiais utilizados até a execução e o controle de qualidade, deverá ser criteriosamente especificado para se garantir a integridade das estruturas.

MATERIAIS UTILIZADOS

As especificações dos materiais abrangem os critérios para seleção de concreto, aço e outros componentes utilizados nas fundações. Essas especificações definem as propriedades mínimas a que os materiais deverão atender, como resistência à compressão do concreto e características do aço.

Além disso, detalham os procedimentos de amostragem e os ensaios de controle que terão de ser realizados para a verificação da conformidade dos materiais em relação às normas técnicas. Isso garantirá aos materiais utilizados a qualidade necessária para resistirem às cargas e às condições ambientais previstas no projeto.

EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES

As especificações para a execução das fundações detalham os procedimentos a serem seguidos durante a instalação das estruturas no terreno. Isso inclui o preparo adequado do solo e a concretagem das fundações. São definidos critérios de compactação do solo, métodos de cravação ou escavação das estacas, formas de preparo das sapatas, blocos ou vigas de fundação e a montagem das armaduras.

Essas especificações irão garantir que as fundações sejam construídas de maneira consistente e de acordo com as diretrizes do projeto, evitando-se erros que possam comprometer a estabilidade e a segurança das estruturas.

CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade é um aspecto crítico nas especificações técnicas, para que as fundações atendam aos padrões desejados. Essas especificações estabelecem os procedimentos de realização de ensaios de materiais, como testes de resistência do concreto e características do aço, além de definirem critérios de aceitação ou rejeição com base nos resultados obtidos. Também detalham os procedimentos de amostragem, de documentação e de registro dos ensaios, assegurando um controle rigoroso ao longo de todo o processo construtivo.

TOLERÂNCIAS DIMENSIONAIS

As tolerâncias dimensionais são definidas nas especificações para que as fundações sejam construídas com precisão. Essas tolerâncias estabelecem limites aceitáveis às dimensões, aos alinhamentos e ao posicionamento das fundações em relação ao projeto. Isso é fundamental para evitar desvios que possam comprometer a montagem subsequente da superestrutura e afetar o desempenho global da estrutura.

PROTEÇÃO CONTRA CORROSÃO

As especificações de proteção contra corrosão são especialmente relevantes quando são utilizados elementos de aço nas fundações. As especificações definem os métodos e os materiais a serem empregados para proteger o aço contra a corrosão, incluindo revestimentos, galvanização e tratamentos anticorrosivos. Essas medidas visam garantir a durabilidade das fundações, especialmente, em ambientes corrosivos, como instalações próximas de corpos d'água ou de ambientes industriais.

TESTES DE CARGA

As especificações dos testes de carga estabelecem os procedimentos para a realização de testes que simulam as condições reais de carga nas fundações. Eles ajudam a validar o desempenho das fundações e a verificar se elas atendem às expectativas de capacidade de carga e deformação. As especificações definem os métodos de aplicação das cargas, os instrumentos de medição e os critérios de avaliação dos resultados dos testes.

A elaboração minuciosa de especificações técnicas abrange cada aspecto do processo de construção das fundações, desde a seleção de materiais até a execução e o controle de qualidade. As especificações formam um guia essencial aos profissionais envolvidos na execução das fundações, assegurando a conformidade em relação aos mais altos padrões de engenharia e qualidade, bem como a durabilidade e a segurança das estruturas em sistemas de água e esgoto.

7.2.5 Blocos de ancoragem

INTRODUÇÃO E FUNDAMENTOS

Os blocos de ancoragem desempenham papel essencial para a estabilidade e a correta conexão do tipo bolsa nas tubulações das redes de abastecimento de água e nos recalques de elevatórias de esgotamento sanitário. Para esses tipos de conexões, são gerados esforços provenientes da pressão interna dessas tubulações, que poderão se desconectar (caso não estejam corretamente dimensionadas e/ou ancoradas) e provocar vazamentos.

Nesse contexto, no qual a eficiência das conexões é notável, a atenção dedicada ao dimensionamento e ao detalhamento dos blocos de ancoragem se mostra de grande relevância. Este capítulo visa elucidar os princípios básicos do dimensionamento, apresentando uma metodologia de cálculo para auxiliar as equipes de Projetos e de Operações.

Os blocos de ancoragem representam elementos estruturais para absorver os esforços presentes em conexões do tipo bolsa. Sua função abrange a distribuição equilibrada das cargas oriundas das conexões e assegura a estabilidade global da estrutura. Um projeto adequado de blocos de ancoragem se mostra imprescindível para a segurança operacional, minimizando deformações indesejadas e prolongando a vida útil da estrutura.

METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO

PARÂMETROS DE ENTRADA

O dimensionamento preciso dos blocos de ancoragem dependerá da definição dos seguintes parâmetros:

- **Pressão da tubulação** – O responsável pela elaboração do projeto hidromecânico fornecerá a análise detalhada da pressão exercida pela tubulação conectada, que é um dos principais fatores de carga nas conexões de bolsa.
- **Características dos materiais** – São propriedades mecânicas dos materiais a serem usados nos blocos de ancoragem, como resistência do concreto, do aço e dos demais elementos estruturais.
- **Geometria da estrutura** – Inclui as dimensões dos blocos de ancoragem, a posição das conexões de bolsa e outros detalhes geométricos relevantes.

ANÁLISE DE ESFORÇOS E DISTRIBUIÇÃO DE CARGAS

A partir dos parâmetros de entrada, é possível se realizar a análise de esforços nas conexões de bolsa. Isso envolve a determinação precisa das cargas transmitidas aos blocos de ancoragem e a distribuição eficiente dessas cargas. A pressão da tubulação fornecida pelo projeto hidromecânico será um dado crucial nesse estágio.

VERIFICAÇÃO DE RESISTÊNCIA E SEGURANÇA

Após a análise de esforços, torna-se crucial verificar se os blocos de ancoragem atendem aos critérios de segurança e resistência. Isso envolve o cálculo das tensões nos blocos e sua comparação com os limites de resistência admissíveis, incorporando-se os fatores de segurança apropriados.

DETALHAMENTO DE BLOCOS DE ANCORAGEM

Com o dimensionamento validado, torna-se imperativo o detalhamento minucioso dos blocos de ancoragem. Nesta fase, são criados desenhos técnicos, que abrangem os seguintes itens:

- **Dimensões e formas** – Especificações das dimensões dos blocos de ancoragem, incluindo-se altura, largura e comprimento, de acordo com as cargas e requisitos estruturais.
- **Posicionamento das armaduras** – Detalhamento da disposição das armaduras e do aço necessário para a resistência adequada.

- **Detalhes construtivos** – Inclusão de detalhes como encaixes, formas de ligação e outros elementos que afetam a integridade do bloco de ancoragem.

RECOMENDAÇÕES E BOAS PRÁTICAS

A qualidade e a eficácia dos blocos de ancoragem desempenham papel definidor na integridade das estruturas com conexões do tipo bolsa. Para assegurar resultados seguros e duradouros, é fundamental que, durante o processo de dimensionamento e detalhamento, sejam seguidas recomendações e boas práticas rigorosas. Essas orientações visam otimizar a eficiência do projeto, promovendo a execução de obras bem-sucedidas. A seguir, são destacadas algumas recomendações e informações importantes para que sejam obtidos os melhores resultados:

COLABORAÇÃO INTERDISCIPLINAR

Será crucial a comunicação aberta e colaborativa entre as diferentes disciplinas envolvidas, como hidromecânica, arquitetura, hidrossanitário e elétrica. Isso garante que as especificações sejam consideradas e que os blocos de ancoragem se integrem harmoniosamente à estrutura global.

ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS

Será fundamental a especificação dos materiais corretamente, com o objetivo de que os itens escolhidos atendam às propriedades mecânicas necessárias, e para que sejam suportadas as cargas e as condições de exposição da estrutura.

DETALHAMENTO PRECISO

Os desenhos técnicos deverão ser detalhados com precisão, o que deverá incluir as dimensões exatas, o posicionamento das armaduras, as conexões e outros elementos críticos. Isso dará clareza aos executores da obra.

CONSIDERAÇÃO DA FABRICAÇÃO E MONTAGEM

Durante o detalhamento, deverão ser levados em conta os processos de fabricação e montagem dos blocos de ancoragem. Isso inclui definir os métodos de construção, encaixes e junções apropriados.

RESPEITO ÀS NORMAS E REGULAMENTAÇÕES

Todas as etapas de dimensionamento e detalhamento deverão estar em conformidade com as normas e regulamentações pertinentes. Isso inclui códigos de construção, diretrizes específicas do setor e requisitos de segurança.

DOCUMENTAÇÃO DETALHADA

Deverão ser mantidos os registros detalhados de todo o processo de dimensionamento e detalhamento. Isso não só auxiliará na revisão e garantia de qualidade, mas, também, fornecerá um registro essencial para futuras referências.

VALIDAÇÃO E REVISÃO

Os projetos de blocos de ancoragem terão de ser submetidos à validação e à revisão rigorosas por especialistas nas disciplinas envolvidas. Isso ajudará a identificar possíveis erros e melhorias antes da implementação.

A seguir, algumas recomendações e informações sobre a execução e a construção dos blocos de ancoragem para as redes de abastecimento de água e recalques de elevatórias de esgoto. Esse processo deverá incluir as seguintes iniciativas:

- Apresentação de especificações detalhadas dos materiais a serem usados nos blocos de ancoragem, incluindo resistência do concreto e aço.
- Detalhamento claro das dimensões dos blocos de ancoragem, armaduras e quaisquer outros componentes essenciais.
- Indicação do posicionamento preciso dos blocos de ancoragem dentro da estrutura global.
- Apresentação das especificações sobre os processos de fabricação e montagem, com a indicação de detalhes construtivos específicos.
- Considerações de drenagem e proteção contra a corrosão, especialmente em ambientes agressivos.
- Inclusão de informações sobre os métodos de fixação e ancoragem dos blocos na estrutura circundante.

Seguir essas recomendações e incluir as informações e especificações necessárias no projeto contribuirão significativamente para a eficiência da execução da obra e para a integridade da estrutura final. Com isso, haverá a garantia de que os blocos de ancoragem serão dimensionados e detalhados de maneira precisa e adequada, tendo-se como resultado uma estrutura robusta, segura e durável.

7.2.6 Obras de contenção

INTRODUÇÃO

As obras de contenção desempenham papel essencial na engenharia civil, proporcionando estabilidade e segurança a terrenos e estruturas em áreas sujeitas a variações topográficas, pressões de solo e fatores ambientais. Este capítulo busca abordar as principais considerações, soluções e práticas recomendadas para o projeto e a execução das obras de contenção eficazes.

Com ênfase na compreensão das diferentes técnicas disponíveis, o capítulo também visa fornecer aos projetistas as ferramentas necessárias para o enfrentamento dos desafios associados à contenção de solos e fluidos.

As obras de contenção são projetadas para resistir a forças horizontais, que podem ser causadas pelo peso do solo, pela pressão da água, pela ação sísmica e por outros fatores geotécnicos. A estabilidade dessas estruturas será fundamental para a segurança das áreas circundantes e para que sejam evitados deslizamentos, erosão e outros eventos indesejados.

TIPOS DE CONTENÇÕES

As obras de contenção abrangem uma variedade de técnicas e estruturas para conter e estabilizar o solo, a água ou outros materiais. Cada tipo de obra de contenção possui características únicas e aplicações específicas, tornando a escolha da técnica correta essencial para o sucesso do projeto. A seguir, serão apresentados alguns dos principais tipos de obras de contenção e as situações nas quais são mais adequadas.

MUROS DE GABIÃO

Os muros de gabião consistem em caixas retangulares ou cilíndricas preenchidas com pedras ou materiais granulares. Essas estruturas oferecem flexibilidade e resistência contra a erosão, sendo frequentemente utilizadas em locais com variações topográficas e problemas de estabilidade de encostas. Muros de gabião são ideais para situações nas quais é necessária uma rápida instalação e para projetos que envolvem a contenção de solos e a proteção contra a ação hidráulica. São recomendados para encostas sujeitas a erosão e áreas com necessidade de rápida instalação e adequados para locais com presença de água.

MUROS DE ARRIMO

Muros de arrimo são estruturas verticais construídas para suportar e conter o solo. Eles são comuns em áreas onde há variações acentuadas de nível e aterramentos. Os muros de arrimo podem ser construídos com diversos materiais, como concreto armado, alvenaria reforçada e segmentos pré-fabricados. A escolha entre esses materiais dependerá das necessidades estruturais e estéticas do projeto. A técnica é recomendada para situações nas quais será necessário suportar pressões laterais e onde a área disponível é limitada. São indicados para contenção de aterros, áreas urbanas com restrição de espaço e onde serão necessárias soluções estéticas.

CORTINAS ATIRANTADAS

Cortinas atirantadas são estruturas que utilizam tirantes ou cabos de aço para ancorar o solo, fornecendo estabilidade e prevenindo movimentos de massa. Elas são frequentemente usadas em encostas íngremes, onde a contenção convencional é desafiadora. Cortinas atirantadas são eficazes em situações nas quais a estabilidade é comprometida pela ação gravitacional e em locais onde é necessário haver redistribuição das forças de carga. São ideais para encostas íngremes e áreas nas quais a contenção convencional não é viável, devido à geometria e ao tipo de solo.

ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE ÁGUA

Essas estruturas, como as barragens e os diques, visam conter a água e evitar inundações. São projetadas para resistir à pressão hidrostática e à erosão causada pela água. A escolha do tipo de estrutura dependerá das características do curso d'água, das condições hidrológicas e das necessidades específicas de armazenamento de água. São necessárias para controlar o fluxo de água, prevenir inundações e armazenar água de forma segura.

GEOSINTÉTICOS E REFORÇO DE SOLO

O uso de geossintéticos, como geogrelhas e geotêxteis, em conjunto com o reforço de solo, é uma técnica eficaz para melhorar a capacidade de carga e estabilidade do solo. Essa abordagem é vantajosa em situações de construção de aterros sobre solos de baixa resistência ou em áreas sujeitas a assentamentos diferenciais. É ideal quando há a necessidade de distribuição das cargas de forma mais uniforme e de aumento da capacidade de carga do solo. Seu uso é recomendado, também, para melhorar a estabilidade e a resistência do solo, especialmente em solos de baixa capacidade de carga.

PAREDE-DIAFRAGMA

A parede-diafragma é uma técnica que abrange a criação de painéis verticais profundos e estreitos (feitos de concreto ou outros materiais) para o estabelecimento de uma barreira contínua de contenção. Essa técnica é frequentemente usada em áreas urbanas densamente povoadas, onde há a necessidade de que sejam evitados movimentos de solo e de se influenciar o fluxo de água subterrânea.

Ela é especialmente eficaz em escavações profundas, túneis subterrâneos e fundações de edifícios em áreas com restrições de espaço. Também é recomendada para projetos em áreas urbanas onde é preciso controlar a movimentação do solo em profundidade, especialmente, em construções subterrâneas e projetos de infraestrutura.

ENROCAMENTO

O enrocamento é um método de contenção que utiliza pedras ou rochas naturais para a criação de uma estrutura de suporte. As rochas são empilhadas em camadas, podendo ser utilizadas em diferentes configurações, como gabiões ou pedras soltas. O enrocamento é frequentemente empregado em locais onde a estabilidade é um desafio, como encostas íngremes ou margens de rios sujeitas a erosão.

É uma técnica versátil que proporciona resistência à erosão e possibilita adaptação flexível às condições geotécnicas locais. O enrocamento é ainda indicado para encostas íngremes e margens de corpos d'água nas quais a erosão é um risco. Poderá ser usado, também, em locais onde a flexibilidade e a resistência à ação hidráulica são essenciais.

SELEÇÃO DE SOLUÇÕES

A seleção da técnica de contenção mais adequada para um projeto requer avaliação abrangente das condições geotécnicas, hidrológicas, topográficas e estruturais do local. Cada projeto é único, e a escolha correta da solução de contenção será fundamental para a estabilidade, a eficácia e a segurança da estrutura. A seguir, estão as informações essenciais que deverão ser consideradas na seleção da melhor solução de contenção.

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E GEOTÉCNICAS

- Tipo de solo e sua resistência.
- Presença de camadas de solo de diferentes características.
- Potencial de erosão, compactação e assentamento diferencial.

TOPOGRAFIA E CONFIGURAÇÃO DO TERRENO

- Inclinação das encostas ou terreno.
- Variações de nível e diferenças de altura.
- Áreas planas e declives acentuados.

HIDROLOGIA E CONDIÇÕES HIDRÁULICAS

- Nível de lençol freático e variações sazonais.
- Fluxo de água superficial e subterrânea.
- Riscos de inundação e erosão hídrica.

CARGAS E FORÇAS ATUANTES

- Cargas estáticas e dinâmicas aplicadas à estrutura.
- Cargas gravitacionais, pressões laterais e empuxos hidrostáticos.
- Efeitos sísmicos e outros fatores externos.

RESTRIÇÕES E CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS

- Restrições legais e regulamentações locais.
- Impacto ambiental e necessidade de medidas de mitigação.
- Necessidade de considerações estéticas ou visuais.

ACESSIBILIDADE E ESPAÇO DISPONÍVEL

- Disponibilidade de espaço para a instalação da estrutura.
- Acessibilidade para equipamentos e materiais de construção.
- Restrições devido a infraestruturas existentes.

VIDA ÚTIL E MANUTENÇÃO

- Duração esperada da estrutura de contenção.
- Necessidades de manutenção ao longo do tempo.
- Possibilidade de futuras expansões ou alterações.

CUSTOS E ORÇAMENTO

- Viabilidade financeira da solução de contenção.
- Custos de projeto, materiais, construção e manutenção.
- Comparação de custos entre diferentes técnicas.

TEMPO DE EXECUÇÃO

- Prazos e restrições temporais do projeto.
- Complexidade da construção e disponibilidade de mão de obra.

RISCOS E TOLERÂNCIA A MOVIMENTOS

- Tolerância a deformações e deslocamentos.
- Avaliação de riscos associados a deslizamentos, erosão etc.

A avaliação cuidadosa dessas informações possibilitará uma seleção mais precisa da técnica de contenção que atenda às necessidades específicas do projeto. Será importante envolver uma equipe multidisciplinar de especialistas, incluindo-se engenheiros geotécnicos, hidrólogos e estruturais, para que todas as variáveis sejam consideradas de maneira abrangente.

ANÁLISE, DIMENSIONAMENTO E DETALHAMENTO

Partes fundamentais de um projeto de obras de contenção são a análise abrangente, o dimensionamento preciso e o detalhamento rigoroso das estruturas. Essas iniciativas irão garantir que as obras de contenção terão eficácia na resistência às forças atuantes e na manutenção da estabilidade do solo. A seguir, serão abordados os principais aspectos relacionados à análise e ao dimensionamento. Serão apresentadas, também, diretrizes para a criação de desenhos técnicos detalhados.

A análise de estabilidade é um componente crítico do projeto de contenção e envolve a avaliação das forças que agem sobre a estrutura, bem como a capacidade do solo e da estrutura para resistir a essas forças. A análise deverá considerar fatores como a inclinação da encosta, a coesão e a angulação do solo, a pressão hidrostática, as cargas gravitacionais e outras cargas estáticas e dinâmicas. Para cada tipo de obra de contenção, a análise terá de considerar os seguintes itens:

- **Muros de gabião e muros de arrimo** – Análise de equilíbrio de forças, pressões laterais do solo, empuxo hidrostático e estabilidade global da estrutura.
- **Cortinas atirantadas** – Análise da tensão nos tirantes, distribuição das forças horizontais e verticais, considerando-se a resistência do solo.
- **Estruturas de contenção de água** – Avaliação da pressão hidrostática, incluindo empuxos e a resistência da estrutura contra as forças hidráulicas.
- **Geossintéticos e reforço de solo** – Análise da distribuição de carga nas geogrelhas e a influência do reforço no comportamento do solo.

O dimensionamento adequado das obras de contenção é importante para que as estruturas possam resistir às forças aplicadas ao longo do tempo. Isso envolve a determinação das dimensões dos componentes estruturais, a especificação dos materiais a serem usados e a verificação da estabilidade global. Para cada tipo de obra de contenção, o dimensionamento deverá considerar os seguintes aspectos:

- **Muros de gabião e muros de arrimo** – Dimensionamento das caixas de gabião, armaduras, drenagem adequada e cálculo da pressão lateral do solo.
- **Cortinas atirantadas** – Cálculo da resistência dos tirantes, determinação da força de ancoragem necessária e dimensionamento dos componentes estruturais.
- **Estruturas de contenção de água** – Dimensionamento dos elementos estruturais que resistem à pressão hidrostática e ao empuxo.
- **Geossintéticos e reforço de solo** – Dimensionamento das geogrelhas, espaçamento entre camadas e resistência à tração.

O detalhamento preciso e a criação de desenhos técnicos completos são fundamentais para a execução bem-sucedida das obras de contenção. Os desenhos deverão incluir informações sobre dimensões, posicionamento de armaduras, tipos de materiais, drenagem, detalhes construtivos e quaisquer outras especificações importantes.

Além disso, será importante que sejam considerados os métodos de fixação, a interface entre diferentes elementos da estrutura e as precauções de segurança.

Na criação de desenhos técnicos detalhados, deverão ser envolvidos engenheiros e projetistas experientes, para que todas as informações necessárias sejam transmitidas de maneira clara e precisa aos executores da obra.

7.2.7 Documentos para entrega dos projetos

INTRODUÇÃO

A entrega de projetos estruturais completos e bem documentados é essencial para a qualidade, a segurança e a eficácia das obras de engenharia. Este capítulo apresentará uma lista abrangente de documentos mínimos que deverão ser incluídos na entrega de projetos estruturais, de fundações e de contenções. Esses documentos serão fundamentais para a orientação e a execução da obra, a conformidade e a correta interpretação das intenções do projeto.

DOCUMENTOS MÍNIMOS PARA ENTREGA

Na entrega de um projeto estrutural de contenção, será importante que seja fornecida uma documentação completa e clara. A seguir, está a lista de documentos mínimos do pacote de entrega:

- **Memorial descritivo** – Documento que descreve o escopo do projeto, a metodologia de análise, os critérios de dimensionamento, os parâmetros de entrada, as considerações geotécnicas e hidrológicas e outras informações relevantes.
- **Desenhos técnicos** – Materiais que mostram as dimensões, a geometria, a localização e os detalhes construtivos das obras de contenção. Isso inclui plantas de *layout*, cortes, elevações e seções transversais.
- **Detalhes construtivos** – Desenhos que apresentam os detalhes específicos de construção, como a forma de ligação entre os elementos da estrutura, a colocação de armaduras, os tipos de materiais a serem utilizados e as conexões das diferentes partes da obra.
- **Especificações técnicas** – Documento que descreve as especificações dos materiais a serem utilizados, os métodos de construção, os procedimentos de execução e outros detalhes técnicos relevantes.
- **Cálculos estruturais** – Memorial de cálculo detalhado que justifica a escolha do dimensionamento e da análise de estabilidade. Incluem os cálculos de forças, tensões e deslocamentos, dentre outros parâmetros.
- **Análise de estabilidade** – Relatórios que descrevem a análise de estabilidade realizada, incluindo os critérios utilizados, os fatores de segurança adotados e a interpretação dos resultados.
- **Relatórios geotécnicos** – Documentos que apresentam as informações sobre as características do solo, os resultados de ensaios de laboratório e de campo e as considerações geotécnicas relevantes para o projeto.
- **Plano de execução** – Plano que detalha a sequência de construção, os métodos de instalação, as etapas de execução, o cronograma previsto e as precauções de segurança.
- **Lista de materiais** – Lista completa dos materiais necessários para a execução das obras de contenção, incluindo suas especificações técnicas.
- **Relatório de impacto ambiental** – Relatório (quando isso for necessário) que avalia os impactos ambientais da obra de contenção e apresenta medidas de mitigação.

A entrega de projetos estruturais de contenção, com a documentação adequada, será fundamental para a realização de obras seguras, eficazes e de qualidade. Garantir que todos os documentos mínimos sejam fornecidos de forma completa e precisa será vital para orientar a execução da obra e evitar problemas futuros. Ao adotar essa abordagem, os projetistas, engenheiros e profissionais envolvidos terão as informações necessárias para o sucesso do projeto de contenção.

7.3 FORMULÁRIOS/MODELOS

Os modelos utilizados serão os anexos deste documento, disponibilizados no SoftExpert.

7.4 ANEXOS

Em anexo a este documento, deverão estar os seguintes modelos:

- Modelo para Relatórios de Apresentação de Documentos Técnicos (MO-COR-CPX-007).
- Modelo em DWG para Carimbo Iguá (MO-COR-CPX-008).
- Modelo em DWG para formato de prancha Iguá (MO-COR-CPX-009).
- Modelo em CTB para configuração de penas. Renomear para IGUASA (MO-COR-CPX-010).

8

ELABORAÇÃO DE PROJETOS E APRESENTAÇÃO DE DOCUMENTOS TÉCNICOS

8.1 OBJETIVO

Este capítulo visa uniformizar a apresentação dos documentos referentes aos projetos desenvolvidos pelas unidades da Iguá Saneamento. Essa diretriz técnica abrange os projetos hidráulico, civil, mecânico, pneumático, elétrico, de automação, estrutural, geotécnicos, de serviços topográficos e de ensaios e sondagens.

Este documento é uma complementação da Diretriz de Engenharia para os Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário (DT-COR-CPX-001), que padroniza o carimbo, as espessuras de linhas e, também, como devem ser apresentados os documentos técnicos de projeto.

A presente DT não dispensa a orientação da DT-COR-CPX-001.

8.2 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO

8.2.1 Sistema de nomenclatura de arquivos

O sistema de nomenclatura dos arquivos deverá ser realizado conforme ET-COR-CPX-001 – Especificação Técnica para Codificação de Documentos, em sua última versão.

8.2.2 Documentos técnicos – Organização dos cadernos

Este tópico tem por objetivo uniformizar a apresentação dos cadernos referentes aos projetos de engenharia, assim como, o formato de apresentação dos relatórios. A seguir, será apresentada a documentação exigida para elaboração dos projetos.

- Relatórios e memórias.
- Peças gráficas.
- Orçamento.
- Especificações.

RELATÓRIOS

Os relatórios ou quaisquer documentos desenvolvidos nos formatos *.doc, *.xls, *.mpp ou em outro formato compatível com os *softwares* Word, Excel e Project deverão ser fornecidos, também, no formato *.PDF, com os textos, as figuras e as imagens legíveis, exceto quando for solicitado, em formato diferente, pelo gestor do projeto ou o engenheiro fiscal.

REGRA DE APRESENTAÇÃO

A formatação da capa, da folha de rosto e da ficha técnica do documento deverá seguir o padrão do *template* MO-COR-CPX-007.

ÍNDICES DE VOLUMES

A seguir são apresentados exemplos de índice de volumes, com as correspondentes recomendações:

- **Volume 1 – título do volume (ETA/ETE/EEAT/rede)** – Fazer um breve descritivo sobre o volume com, no máximo, 4 linhas.
- **Volume 2 – título do volume (ETA/ETE/EEAT/rede)** – Fazer um breve descritivo sobre o volume com, no máximo, 4 linhas.
- **Volume 3 – título do volume (ETA/ETE/EEAT/rede)** – Fazer um breve descritivo sobre o volume com, no máximo 4 linhas
- **Tomo 3.1 – título do tomo** – Fazer um breve descritivo sobre o volume com, no máximo, 4 linhas.
- **Tomo 3.2 – título do tomo** – Fazer um breve descritivo sobre o volume com, no máximo, 4 linhas.
- **Volume “3.3” – título do volume (ETA/ETE/EEAT/rede)** – Fazer um breve descritivo sobre o volume com, no máximo, 4 linhas.
- **Fonte** – Montserrat.
- **Tamanho** – 10.
- **Espaçamento** – 0 linha/pt.
- **Espaçamento entre linhas** – 1,0.
- **Alinhamento do texto** – Justificado.

RELAÇÃO DE DOCUMENTOS

Um índice descritivo do conteúdo das folhas do projeto deverá ser apresentado num arquivo em formato compatível com MS Word. O quadro a seguir representa um exemplo de lista de documentos a ser apresentada.

Item	Nº do documento	Disciplina	Descrição	Folha	Formato	Rev.
Volume x - Tomo xx						
1	Conforme ET de codificação	GER	Memória de cálculo ETA x	60 páginas	A4	0
2	Conforme ET de codificação	HID	Perfil hidráulico da ETA xx	01/01	A1	5
3	Conforme ET de codificação	ARQ	Layout do laboratório	01/01	A1	2
Volume y - Tomo yx						
4	Conforme ET de codificação	GER	Memória de cálculo rede de abastecimento	15 páginas	A4	0
5	Conforme ET de codificação	HID	Planta baixa da rede	01/05	A1	5
6	Conforme ET de codificação	HID	Planta de detalhamento de nós	01/08	A1	2

Nota: As disciplinas do projeto são hidráulico, mecânico e estrutural, entre outras.

SUMÁRIOS, ÍNDICES E FORMATAÇÃO DOS DOCUMENTOS

O sumário, os índices e a formatação dos documentos em MS Word deverão seguir o padrão do *template* em anexo.

MEMORIAL DESCRITIVO

Para o desenvolvimento da memória descritiva do projeto, o documento deverá conter os seguintes, além dos itens citados na DT-COR-CPX-001:

- Situação atual.
- Situação projetada.
- Definição da instrumentação (para projeto elétrico).
- Definições de equipamentos.
- Apresentação das alternativas estudadas, com a justificativa da solução adotada.
- Dimensionamento de equipamentos contendo o cálculo com a fórmula que gerou o resultado.
- Outros itens a serem definidos pelo gestor do projeto ou pelo engenheiro fiscal.

ORÇAMENTO

O orçamento deverá ser o padrão descrito na Diretriz de Engenharia para os Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário (DT-COR-CPX-001).

8.2.3 Padronização das pranchas

As pranchas A0, A1, A2 e A3 deverão ser padronizadas conforme a NBR 10.068, e os desenhos deverão ser projetados e entregues, preferencialmente, em prancha A1. Pranchas maiores do que A0 poderão ser ampliadas, acrescentando-se medidas múltiplas de 210 mm x 297 mm na posição Retrato. Também deverão ser consideradas as adaptações para a dobra da folha.

8.2.4 Layers (camadas)

Na elaboração dos desenhos, deverão ser respeitados os parâmetros de *layers* descritos nas orientações a seguir:

- Atribuir as configurações nas *layers* do AutoCAD ou o item que segue logo abaixo).
- Atribuir as configurações dos objetos do AutoCAD num arquivo de extensão *.CTB.
- Não atribuir configurações (cor, tipo de linha e espessura) nos objetos individualmente. Esse tipo de configuração prejudicará as mudanças de propriedades posteriores.
- As *layers* deverão ser nomeadas com o nome da empresa e uma descrição mnemônica, utilizando-se, para tal, *underline* e a letra maiúscula. Exemplos:
 - Empresa XXX_PAREDES.
 - Empresa XXX_TX_MÉDIO.
- As empresas contratadas poderão organizar as *layers* da forma que acharem adequada, mas não deverão elaborar os projetos com uma única *layer* ou uma única configuração.
- Utilizar as *layers* necessárias para isolar as partes do projeto. Exemplos: primeira fase e segunda fases da obra, existente e projetado.

CORES E PENAS

Os projetos (exceto os complementares e geotécnico) deverão indicar claramente, no sistema que está sendo reformado ou ampliado (por meio de cores diferenciadas), todas as reformas, adequações ou ampliações. A seguir, o padrão de cores para unidades:

- Construções e instalações existentes – Preto (*model* e plotagem).
- Instalações projetadas e alterações em primeira etapa – Color 20 (*model* e plotagem).
- Instalações e alterações em segunda etapa – Color 160 (*model* e plotagem).
- Instalações e alterações a desativar/retirar – Color 82 (*model* e plotagem).
- Instalações desenhadas para projetos civil/hidráulico, elétrico ou complementares que necessitem manter a compatibilidade do projeto – Color 252 (*model* e plotagem).
- As cores citadas anteriormente não são obrigatórias para projetos de rede de água e esgoto e de drenagem urbana.

A seguir são sugeridas algumas definições:

Rede	Tipo de linha			Cor	Espessura	Exemplo nome <i>layer</i>
	Existente ativada	Existente desativada	Projetada			
32 -- 63	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	106	0,6	Empresaxxx_rda_63_projetado_pead
63 -- 75	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	107	0,6	empresaxxx_rda_50_projetado_pvc
75 -- 125	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	108	0,6	igua_rda_50_existente_ff
125 -- 160	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	109	0,6	igua_rda_125_projetado_pead
160 -- 225	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	151	0,6	igua_lr_100_existente_fd
225 -- 250	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	152	0,65	empresaxxx_lr_75_existente_pvc
250 -- 315	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	153	0,7	igua_adu_1500_projetado_pead
315 -- 450	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	154	0,8	igua_lr_900_existente_aco
450 -- 560	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	211	0,9	empresaxxx_rce_150_projetado_pvc
560 -- 630	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	213	1	Empresaxxx_int_500_projetado_pead
630 -- 800	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	221	1,06	Empresaxxx_ems_250_projetado_pead
800 -- 900	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	223	1,2	

Rede	Tipo de linha			Cor	Espessura	Exemplo nome <i>layer</i>
	Existente ativada	Existente desativada	Projetada			
900 -- 1200	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	225	1,4	
1200 -- 1500	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	224	1,58	
1500 -- 2000	Contínua	Traço Longo traço curto	Tracejada	226	2	

- É recomendável para os projetos de infraestrutura urbana utilizem a base cartográfica e topográfica na cor cinza, com espessura de, no máximo, 0,2 ou Color 253 (utilizando-se CTB).
- Os textos referentes aos nomes de rua deverão ser na Color 2 (utilizando-se CTB) ou preta, com espessura 0,1.

	EXISTENTE ATIVADA	EXISTENTE DESATIVADA	PROJETADA
até 63			
63 - 75			
75 - 125			
125 - 160			
160 - 225			
225 - 250			
250 - 315			
315 - 450			
450 - 560			
560 - 630			
630 - 800			
800 - 900			
900 - 1200			
1200 - 1500			
1500 - 2000			
2000 - 2500			

Exemplo de divisão de cortes, espessuras e tipo de linha para projeto de redes

Se a empresa optar pelo uso da configuração de penas, com arquivo *.CTB, uma lista deverá ser colocada com as penas e a cor a ser plotada na margem do projeto. Seguem as configurações:

Cor da tela	Cor plotada	Espessura da pena**
Color 1	Black	0,05
Color 2	Black	0,10
Color 3	Black	0,20
Color 4	Black	0,30
Color 5	Black	0,50
Color 6	Black	0,70
Color 7	Black	0,80
Color 8	Black	0,90
Color 9	Black	1,00
Color 10	Red	0,10
Color 82	82***	Diversos
Color 160	160***	Diversos
Color 250	Black	0,15
Color 251	251	0,10
Color 252	252	0,10
Color 253	253	0,10
Color 254	254	0,10
Color 255*	255*	Diversos*
Demais cores	Bylayer (colorido)	Bylayer

*Para objetos de referência que não deverão ser impressos

**Não deverão ser aceitos *layers* com espessuras configuradas como *default*

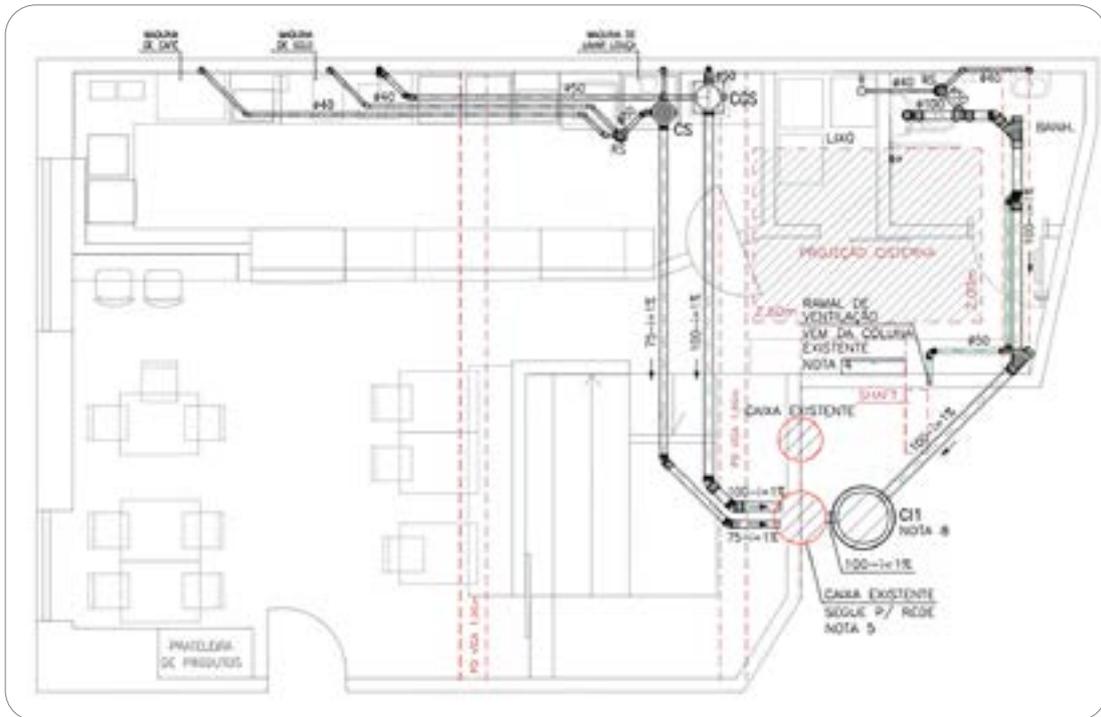
PENAS E TIPOS DE LINHA PARA PROJETOS COMPLEMENTARES

Os projetos complementares, como hidrossanitário, elétrico e estrutura, deverão respeitar a padronização a seguir.

APRESENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NOS PROJETOS COMPLEMENTARES

Para o desenvolvimento dos projetos elétrico e hidrossanitário, o projeto civil deverá ter as linhas reconfiguradas, de forma a evidenciar os projetos complementares, e apresentando as seguintes espessuras:

- Para as cores, poderão ser adotados Color 251 ou Color 252 (o que ficar mais conveniente para escala).
- 0,05 mm – Para as linhas auxiliares.
- 0,1 ou 0,15 mm – Para o *layout* de implementação e as plantas de instalações.
- 0,2 mm – Texto (tamanho de letra inferior a 2, inclusive).
- 0,3 mm – Texto (tamanho de letra entre 2,1 e 2,9).
- 0,4 mm – Texto (tamanho de letra superior a 3, inclusive).



Exemplo de apresentação de projetos complementares

PROJETO ELÉTRICO

Instalações elétricas

Para o desenvolvimento do projeto elétrico, as linhas deverão ter as seguintes espessuras:

- 0,05 mm – Para linhas auxiliares.
- 0,1 mm – Para linhas auxiliares.
- 0,2 mm – Texto (tamanho de letra inferior a 2, inclusive), desenho de detalhes.
- 0,3 mm – Texto (tamanho de letra entre 2,1 e 2,9), simbologia de elétrica.
- 0,4 mm – Texto (tamanho de letra superior a 3 inclusive), diagrama unifilar da entrada de energia.
- 0,6 mm – Eletrodutos (aparente, embutido em piso ou parede), malha de aterramento.

Nos detalhes, deverão ser usadas diversas espessuras para que sejam os mais esclarecedores possíveis. Em todos os desenhos, as instalações elétricas deverão ficar realçadas em relação à construção civil, quando impressos.

Diagramas unifilar/funcional

- 0,05 mm – Linhas auxiliares.
- 0,1 mm – Linhas auxiliares.
- 0,2 mm – Texto (tamanho de letra inferior a 2, inclusive), linhas de interligação entre bornes de força e comando.
- 0,3 mm – Texto (tamanho de letra entre 2,1 e 2,9), simbologia de elétrica.
- 0,4 mm – Texto (tamanho de letra superior a 3 inclusive).
- 0,8 mm – Linhas indicadoras de barramento.

PROJETO HIDROSSANITÁRIO

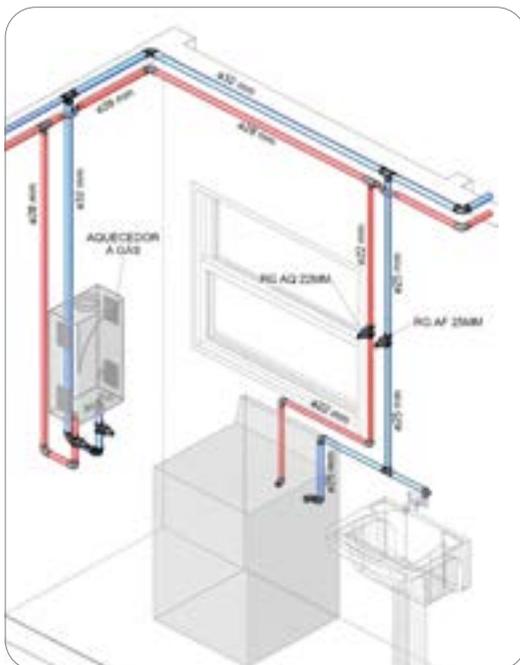
Instalações hidrossanitárias

Para o desenvolvimento do projeto hidrossanitário, as linhas deverão ter as seguintes espessuras:

- 0,05 mm – Linhas auxiliares.
- 0,1 mm – Linhas auxiliares.
- 0,2 mm – Texto (tamanho de letra inferior a 2 inclusive), desenho de detalhes.
- 0,3 mm – Texto (tamanho de letra entre 2,1 e 2,9), simbologia com a cor específica para cada disciplina.
- 0,4 mm – Texto (tamanho de letra superior a 3 inclusive), diagrama unifilar da entrada de energia.
- 0,6 mm – Indicação das tubulações com linhas tracejadas para o projetado e contínua, para existente na color preta. Caso seja necessária a apresentação de várias disciplinas no projeto, as cores deverão ser:
 - Água fria – Color 140.
 - Água quente – Color 10.
 - Esgoto – Color 100.
 - Água pluvial – Color 130.

Observação: Deverão ser indicadas em legenda.

- Os isométricos deverão ter os equipamentos com transparência, tubulações e conexões em 3D, e quando necessário, deverá ser utilizado o detalhe “explodido”.



Exemplo de Isométrico

Fonte: <https://www.projetou.com.br/posts/projeto-hidrossanitario-para-que-serve-e-passo-a-passo-de-como-fazer/>

Nos detalhes, deverão ser usadas diversas espessuras, para que o resultado seja o mais esclarecedor possível. Em todos os desenhos, as instalações hidrossanitárias deverão ficar realçadas em relação à construção civil, quando forem impressos.

PROJETO ESTRUTURAL

Todos os desenhos que compõem o projeto estrutural devem ser apresentados com os seguintes níveis de desenho, espessura de pena, cor e tipo de linha abaixo:

Cor da tela	Espessura da pena (mm)	Cor	Tipo de desenho
01	0,13	Preto (7)	Linhas contínuas em geral
02	0,18	Preto (7)	Linhas contínuas em geral
03	0,25	Preto (7)	Linhas contínuas em geral
04	0,35	Preto (7)	Linhas contínuas em geral
05	0,50	Preto (7)	Linhas contínuas em geral
06	0,65	Preto (7)	Linhas contínuas em geral
07	0,80	Preto (7)	Linhas contínuas em geral
08	1,00	Preto (7)	Linhas contínuas em geral
09	0,13	Preto (7)	Linhas contínuas em geral
10	0,18	Preto (7)	Linhas contínuas em geral
11	0,25	Preto (7)	Linhas contínuas em geral
12	0,35	Preto (7)	Linhas contínuas em geral
13	0,13	Preto (7)	Linhas de eixo em geral
14	0,18	Preto (7)	Texto em geral - h=1,5 mm
15	0,25	Preto (7)	Texto em geral - h=2 mm
16	0,35	Preto (7)	Texto em geral - h=2,5 mm
17	0,50	Preto (7)	Textos em geral - h=3 a 3,5 mm
18	1,00	Preto (7)	Textos em geral - h=5 mm
19	-	-	A critério - hachuras em traço
20	-	-	A critério - hachuras em traço
21	-	-	A critério - hachuras em traço
22	-	-	A critério - hachuras em traço
23	-	-	A critério - hachuras de preenchimento 5%
24	-	-	A critério - hachuras de preenchimento 10%
25	-	-	A critério - hachuras de preenchimento 15%
26	-	-	A critério - hachuras de preenchimento 20%
27	-	-	A critério - hachuras de preenchimento 50%
28	-	-	A critério - hachuras de preenchimento 100%

8.2.5 Cotas

TODOS OS PROJETOS (EXCETO O PROJETO ESTRUTURAL)

A seguir, orientações sobre as cotas utilizadas em projeto:

- As cotas não poderão ser editadas ou receberem a aplicação de escala (Fraction Height Scale no Dimension Style do AutoCAD). As cotas deverão representar a medida real cotada.
- Deverão ter espessura 0,1 mm para as linhas e 0,15 mm para os textos.
- As cotas deverão seguir o padrão ABNT.
- Nunca “explodir”.
- A configuração será conforme a aplicação do desenho.

PROJETO ESTRUTURAL

Para projeto estrutural, deverão ser utilizados, preferencialmente, textos de cota com altura de 2 mm ou 2,5 mm, com penas de espessura 0,15 mm e 0,2 mm. As linhas de cotas deverão ser contínuas e ter a espessura de 0,1 mm.

8.2.6 Apresentação dos desenhos

Os desenhos deverão ser apresentados em ordem numérica e por área de controle e de bacia hidrográfica. No projeto, deverão compor o projeto atender à seguinte sequência:

- Planta de localização da(s) área(s) – implementação.
- Planta de situação da área.
- Planta de locação.
- Planta arquitetônica.
- Detalhamentos.
- Planta de rede.
- Planta de situação.
- Implementação.
- Detalhes gerais.
- Itens específicos de cada especialidade.

PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS

A planta de localização deverá ter informações referentes à totalidade das áreas previstas em projeto, entre elas:

- Locação das unidades construtivas na cidade.
- Norte geográfico.
- Nome das ruas e principais pontos de identificação das áreas.

- Vértices topográficos/geodésicos homologados pelo IBGE (utilizados como referência na execução dos serviços topográficos. Caso seja necessário, deverá ser feito um marco com a homologação no IBGE).
- O sistema geodésico de referência deverá estar em conformidade com as normas e as leis vigentes, com utilização do que estiver indicado pelo Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e no Sistema Cartográfico Nacional (SCN).

PLANTA DE SITUAÇÃO DA ÁREA

A planta de situação da área deverá incluir todas as informações referentes a cada uma das áreas previstas em projeto, apresentando, no mínimo, as seguintes:

- Localização da área específica, com identificação do tipo de coordenada (geográfica ou UTM) e citação do DATUM de referência geodésico utilizado (quadro de notas da prancha).
- Nome das ruas principais e das secundárias.
- Urbanização.
- Localização das unidades.
- O sistema geodésico de referência deverá estar em conformidade com as normas e as leis vigentes, com utilização do que estiver indicado pelo Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e no Sistema Cartográfico Nacional (SCN).

PLANTA DE LOCAÇÃO

A planta de locação deverá incluir todas as unidades, além das cotas de amarração para a implementação. Também deverá conter a representação dos vértices de apoio topográfico implementados por ocasião dos serviços topográficos (com a indicação dos valores das coordenadas e das altitudes em relação a eles).

8.2.7 Desenho de implementação

Deverá conter informações relacionadas e indicadas na planta de *layout* da unidade. O desenho poderá ser apresentado em formato A1, A2 ou A3 (para situação específicas A3, preservando-se a qualidade da leitura das palavras e de visualização dos desenhos).

8.2.8 Padronização dos carimbos

Os carimbos (em todos os formatos de desenhos constantes do projeto) deverão ser executados conforme a imagem a seguir. Para tanto, será disponibilizado um arquivo DWG do carimbo, que não poderá ser alterado, com exceção dos itens disponíveis em atributos.

00	EMISSÃO INICIAL	2020/02/20	FA	DH
Nº	Revisões	Data	Executado	Aprovado
		IGUA SANEAMENTO S.A.		
EMPRESA CONTRATADA		ENGR. JULIANO DA SILVA SANTOS CREMATEC Nº. 3000000	RESP. TÉCNICO DO PROJETO JULIANO DA SILVA SANTOS CRT Nº. 3000000 CARIMBO/ASSINATURA JULIANO DA SILVA SANTOS CRT Nº. 3000000	
OPERAÇÃO / MUNICÍPIO / SISTEMA		FOLHA Nº:	LOCALIDADE / BARRIO / SETOR	
IGUA RIO DE JANEIRO RIO DE JANEIRO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA		001/100	MIGUEL PEREIRA	
PROJETO / UNIDADE / LÍNEA DE PROJETO		DATA:	ESCALA:	
PROJETO EXECUTIVO DE ENGENHARIA ESTAÇÃO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO UNIDADE DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS		00/02/2023	1:200 OU INDICADA	
ENDEREÇO DA OBRA		NÚMERO DO DESENHO		
RUA XXXXX CEP XXXX BARRIO XXX		ANEXO 02 - IGUA CARIMBO.2023		

CARIMBO (NUMERAÇÃO DAS PRANCHAS)

Para todos os projetos, as pranchas deverão ser numeradas sequencialmente (número da prancha e número total de pranchas).

8.2.9 Padronização de escalas, pranchas, impressão e formato do arquivo

Os desenhos dos projetos deverão ser desenvolvidos em escala adequada com sua representação.

ESCALAS

- Desenho arquitetônico – 1 m, representado como 100 cm.
- Desenho mecânico – 1 m, representado como 1.000 mm.
- Desenho topográfico (cartografia) – 1 m, representado como 1 m.
- Os desenhos e as listas de materiais deverão ser desenvolvidos no Model Space (do AutoCAD).
- Não serão aceitos desenhos com aplicação de escala no Model Space (do AutoCAD), pois isso prejudicará o emprego posterior de escalas diferentes.
- As escalas deverão ser aplicadas em view port no Paper Space (do AutoCAD). Os padrões serão 1:20, 1:25, 1:50 etc.
- Não deverão ser aceitos desenhos no Paper Space (do AutoCAD).

- O Paper Space (do AutoCAD) deverá conter, somente, o desenho da prancha, o carimbo e as *view ports* com as escalas desejadas.
- Deverão ser aceitas, para representação do projeto, as escalas 1:20, 1:25, 1:50, 1:75, 1:100, 1:125 e os seus múltiplos.
- Por causa da quantidade grande de informações, o desenho arquitetônico de unidades localizadas deverá ter escala mínima de 1:25. Os detalhes deverão ter representações mais pormenorizadas e maiores (exemplo: 1:10).
- Deverá ser evitado, se possível, “dar comando” Scale nos objetos, principalmente, na planta cartográfica e na topografia. Ao serem criadas adaptações, há o risco de as referências se perderem.
- Em hipóteses alguma, poderá ser movida e/ou retirada da referência geográfica a base topográfica para elaboração das plantas de localização, de situação e de redes, entre outras que dependem da referência para a compatibilização de projetos.
- Na colagem de um objeto (caso a escala seja distinta), será importante que seja feita uma verificação no MENU>FORMAT>UNITS do AutoCAD, pois as escalas poderão estar diferentes. Ou seja: um desenho poderá estar configurado em metros; e o outro, em centímetros.

IMAGENS EM ARQUIVO DWG

As imagens inseridas por meio do Raster Image Reference (atachado) costumam perder o caminho quando transferidas para outro computador. Assim, será recomendável ser feito um teste com os arquivos para que não se perda a referência.

Mesmo assim, deverá ser informado o nome da imagem na prancha do projeto, pois, dessa forma, será possível recuperar a informação. Outra opção será a de colagem da imagem no arquivo *.DWG. As imagens inseridas no formato *.DWG deverão ser fornecidas, separadamente, no formato *.JPG e *.PDF.

Será recomendável, também, a inserção de imagens que não precisem de referência externa.

IMPRESSÃO NO AUTOCAD

- O Paper do AutoCAD deverá ser configurado para a plotagem de DWG to PDF. Se possível, deverá ser gerado o arquivo PDF com a impressora de PDF do AutoCAD. Assim, o arquivo gerado possibilitará a seleção das layers na impressão, sempre com a utilização da folha ISO Full Bleed.
- O arquivo PDF deverá conter layers, cores e penas compatíveis com a tabela de penas determinada. O envio de arquivos *.PDF não excluirá a necessidade de apresentação de arquivos de origem (exemplo: *.DWG, *.DOC).
- Não serão aceitos arquivos com a extensão *.PLT para plotagem.
- Será recomendável a manutenção da prancha organizada também no Model Space. Deverão ser retirados os desenhos auxiliares e mantidos, somente, os desenhos a serem impressos.

FORMATO DOS ARQUIVOS

Para os projetos produzidos em plataforma BIM, deverão ser usadas ferramentas e os formatos especificados no plano de execução. De qualquer forma, a documentação deverá ser entregue, além do modelo, das famílias e, posteriormente, dos produtos gerados no BIM, e os arquivos em DWG salvos na versão 2013.

Também deverá ser fornecido em formato PDF que permita a seleção dos layers, seguindo padrões estabelecidos neste documento.

Projetos que não estiverem na plataforma BIM deverão ser produzidos em AutoCAD ou em programa similar que converta os arquivos em formato *.DWG. Deverão ser salvos na versão 2013, com extensão *.DWG. Deverão ser fornecidos os arquivos *.DWG e em formato PDF, seguindo-se os padrões estabelecidos neste documento.

LISTA DE MATERIAL

- Poderá ser desenvolvida em formato *.XLS. Porém, não deverá ser colada no *.DWG como se fosse uma imagem. Deverá ser apresentada lista em XLS correspondente ao desenho.
- Deverá ser confeccionada de forma a possibilitar sua fácil identificação nas bases orçamentárias (com a descrição e a caracterização do material).
- Poderá conter os materiais projetados e os substitutos aceitos para uma determinada situação, com as devidas considerações.
- Materiais utilizados deverão ser aprovados pela equipe técnica da Iguá Saneamento.
- Peças especiais, quando projetadas, deverão exigir desenho mecânico detalhado para execução e ART do profissional responsável pela execução.
- Lista de material deve ser confeccionada conforme exemplo abaixo:

Item	Descritivo	Material	Unidade	Quantidade	Obs.
01	Tubo-bolsa / flange pnx dn150	FF	UN	01	Empresa x /y ou similar
02	Conjunto motobomba FF Peças 02 KSB; Tipo ETA - Modelo 65-12 3.500 RPM - 7,5 CV Sucção DN80 Recalque DN65 - Q=15,00 l/s - HM=25 m.c.a	Ver a especificação do fabricantes	UN	02	KSB ou similar
03	Redução excêntrica com flanges dn150x80	FF	UN	05	Saint-Gobain/ similar

TEXTO

Os textos nos desenhos deverão (sempre que possível) utilizar fonte Arial preto e altura coerente com a escala no projeto. Não deverão ser aceitos textos menores do que 1,5.

ORGANIZAÇÃO DO PROJETO

A seguir, algumas sugestões para o desenvolvimento de um projeto:

- No caso de estruturas existentes, deverá ser elaborado, primeiramente, o levantamento cadastral da edificação, pois poderá haver mudanças que não estão do projeto.
- O projeto hidráulico/civil deverá ser compatível com os projetos complementares (estrutural, elétrico, automação e mecânico).
- Será necessária atenção a itens como aberturas, equipamentos, passagens e pé-direito. O projeto deverá ser complementar com notas e considerações.
- Os desenhos arquitetônicos deverão ter a quantidade de cortes, plantas e elevações necessários à representação, para que não haja dúvidas no desenvolvimento do projeto estrutural.

RECOMENDAÇÕES NA UTILIZAÇÃO DO AUTOCAD

- Evitar, no caso de um desenho que esteja agrupando linhas, “explodir” blocos do AutoCAD.
- Com a finalização do projeto, o arquivo deverá ser limpo por meio do comando Purge.
- Antes do salvamento do arquivo, a folha deverá ser centralizada com o Zoom Extend.
- As linhas não deverão ser sobrepostas.
- Caso sejam replicados, os desenhos deverão ser compatibilizados para que não haja alterações. Assim, todos receberão a mesma alteração.
- Se algum arquivo apresentar problemas, para que não apresente defeitos, deverá ser utilizado o comando Recover e Audit do AutoCAD.
- Não deverão ser aceitos arquivos defeituosos.
- Arquivos com defeito não poderão ser aceitos. Se não for possível o reparo de um arquivo defeituoso, deverá ser criado um arquivo novo (para a remontagem).

ARQUIVOS DE REFERÊNCIA

Todos os arquivos de referência, logo no início do contrato, deverão ser fornecidos, em nome da Iguá Saneamento, pelo gestor do projeto, de forma a possibilitar o andamento do trabalho.

8.3 FORMULÁRIOS/MODELOS

- Modelo para relatórios de apresentação de documentos técnicos (MO-COR-CPX-007).
- Modelo em DWG para carimbo da Iguá Saneamento (MO-COR-CPX-008).
- Modelo em DWG para formato de prancha da Iguá Saneamento (MO-COR-CPX-009).
- Modelo em CTB para configuração de penas (MO-COR-CPX-010).

9

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA – CODIFICAÇÃO DE DOCUMENTOS (CAPEX)

9.1 OBJETIVO

Este capítulo visa definir a padronização da codificação de documentos a serem elaborados pela Iguá Saneamento.

9.2 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

9.2.1 Codificação

Conforme definido pela Iguá Saneamento, a identificação dos documentos deverá seguir a estrutura que aparece no quadro seguinte, obedecendo-se a ordem dos campos e a ordem cronológica das emissões, incluindo suas revisões.

CODIFICAÇÃO								
Abrangência	Origem	Serviço	Sistema/ categoria	Componentes	Etapa	Disciplina	Tipo de documento	Ordem sequencial
LL	LLL	L	NNN	NN	L	L	LL	NNNN

L = Letra, N = Número

Seguem exemplos de codificação de documentos associados à área técnica e de documentos associados à área gerencial.

EXEMPLO DE CODIFICAÇÃO – ÁREA TÉCNICA								
Abrangência	Origem	Serviço	Sistema/ categoria	Componentes	Etapa	Disciplina	Tipo de documento	Ordem sequencial
CB	XPT	A	002 ¹	60	E	H	DE	0001
Águas Cuiabá	Empresa XPTO	Água	Ribeirão do Lipa	Reservatório	Projeto executivo	Hidromecânica	Desenho	Primeiro

¹ Definidos pelas concessões

Descrição – Primeiro desenho de hidromecânica, referente ao projeto executivo, de reservatório, do Sistema Ribeirão do Lipa, do serviço de água, desenvolvido pela empresa XPTO, para Águas Cuiabá.

9.2.2 Descrição da codificação

ABRANGÊNCIA

Indica a unidade de negócio/operação para a qual o documento se aplica.

ABRANGÊNCIA	
Código	Descrição
AD	Águas Andradina
AF	Águas Alta Floresta
AG	Agreste Saneamento
AT	Atibaia Saneamento
CB	Águas Cuiabá
CL	Águas Colíder
CM	Águas Comodoro
CN	Águas Canarana
CT	Águas Castilho
ES	ESAP (Palestina)
FL	Fluxx IA Medição Inteligente
GT	Guaratinguetá Saneamento (**histórico**)
IG	Iguá Saneamento
IT	Itapoá Saneamento
MP	Miguel Pereira
MT	Iguá Mato Grosso
PL	Águas Pontes e Lacerda
PN	Paranaguá Saneamento
PQ	Águas Piquete
PY	Paty do Alferes
RJ	Iguá Rio
SN	Sanessol
ST	SPAT Saneamento
TB	Tubarão Saneamento

ORIGEM

Indica quem desenvolveu o documento. A sigla utilizada será disponibilizada pelo setor responsável do controle documental da Iguá Saneamento.

SERVIÇO

Indica o serviço para o qual o documento se aplica.

SERVIÇOS	
Código	Serviços
A	Água
E	Esgoto
D	Drenagem
G	Geral/todos

COMPONENTES

Indica o tipo de estrutura do sistema (componente) para o qual o documento se aplica.

COMPONENTES	
Código	Descrição
00	Geral (aplicável a mais de um componente ou que não se enquadra para os demais abaixo)
10	Captação e adução de água bruta
20	Aduadoras e subadutoras de água tratada
30	Linhas de recalque, coletores tronco, interceptores e emissários
40	Estações elevatórias/estações pressurizadoras/ <i>boosters</i>
50	Estações de tratamento
60	Reservatórios
70	Redes de distribuição
80	Redes coletoras
90	Ligações domiciliares

ETAPAS

Indica a etapa de engenharia para a qual o documento se aplica.

ETAPAS		
Código	Descrição	Comentário para utilização
A	Documentos de apoio	Documentos em que a etapa não é aplicável ou não se enquadra a nenhuma outra abaixo.
R	Documento de recuperação	Projeto desenvolvido para recuperação de componentes dos sistemas existentes.
S	Estudos	Estudos em geral, podendo ou não incluir avaliação de viabilidade ou alternativas.
C	Projeto conceitual	O projeto conceitual é a validação de uma ideia, ou seja, é a confirmação de que a melhor solução está sendo proposta para atender a determinado requerimento ou necessidade.
P	Projeto básico	É o conjunto de elementos que definem a obra, o serviço ou o complexo de obras e serviços que compõem o empreendimento, de tal modo que suas características básicas e desempenho almejado estejam perfeitamente definidos.
E	Projeto executivo	É o conjunto de elementos necessários e suficientes à realização completa da obra, com nível de detalhamento adequado à execução.

ETAPAS

Código	Descrição	Comentário para utilização
O	Etapa construtiva (obra)	É o conjunto de elementos necessários e suficientes à realização da etapa construtiva da obra, com nível de detalhamento adequado a execução.
B	<i>As built</i>	“Conforme construído”. É o levantamento das informações aferidas em campo e transcrevidas em documento técnico.

DISCIPLINAS

Indica à qual disciplina de engenharia pertence o documento.

DISCIPLINAS

Código	Descrição
A	Arquitetura
C	Civil/estrutura
D	Drenagem
E	Elétrica
G	Geotecnia
H	Hidromecânico (processo, tubulações, equipamentos, hidráulica)
I	Automação e instrumentação
P	Terraplanagem e movimentação de solo
Q	Qualidade
T	Topografia
V	Viário e pavimentação
B	Barragens (PSB: Plano de Segurança de Barragens)
X	Geral (atinge a mais de um, todos e/ou exceções)

TIPOS DE DOCUMENTOS

Indica o tipo de documento a ser utilizado. Caso seja necessária a inclusão de algum outro tipo, o interessado deverá sinalizar ao ponto focal para avaliação interna. Serão proibidas inclusões de novos códigos sem a prévia autorização e/ou o devido alinhamento com a área.

TIPO DE DOCUMENTO

Código	Descrição	Comentário para utilização
AC	Apólice	Documento emitido por uma seguradora, que formaliza a aceitação do risco objeto do contrato de seguro.
AN	ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
AO	Apresentação	Material audiovisual ou visual utilizado para apresentação/ reunião/ debate de determinado assunto.
AP	Análise de Propostas	Avaliação das propostas recebidas para o fornecimento de materiais ou prestação de serviços.
AR	Ata	Registro dos assuntos discutidos em reunião ou outro evento.
AS	Atestado Técnico	Declaração fornecida por pessoa jurídica contratante, que se apresenta como prova da realização da obra ou do serviço técnico descrito, identificando seus elementos quantitativos e qualitativos, valores, local e período da execução, os responsáveis técnicos envolvidos e as atividades técnicas executadas.

TIPO DE DOCUMENTO		
Código	Descrição	Comentário para utilização
AT	Análise Técnica de Projetos	Avaliação do conteúdo entregue por meio de desenhos, relatórios, declarações ou outro produto do projeto de engenharia.
BM	Boletim de Medição	Ferramenta de comunicação entre o tomador de serviços e o fornecedor, demonstra os valores e as quantidades acumulados e realizados na medição do contrato.
BT	Batimetria	Documento ou estudo para identificação de profundidades em corpos d'água.
CA	Carta	Cartas (emitidas ou recebidas), comunicações para a população, fôlderes explicativos etc.
CE	Certificado	Certificados de inspeção, de conclusão de montagem e de aferição de instrumentos, entre outros temas.
CO	Contrato	Documento de vínculo jurídico. Usado tanto no contexto de suprimento, pedidos de compras, subcontratos, contratos de consultoria, concessões, como em outras formas de documentos juridicamente vinculativos.
CP	Comprovante	Documento que comprova a realização de alguma ação. Por exemplo: despesa, recibo, nota fiscal etc.
CQ	Croqui	Representação de um desenho técnico em forma de croqui.
CR	Cronograma	Diagramas de barras, de caminho crítico e similares.
CT	Consulta Técnica	Questionamento enviado para esclarecimento pela área responsável.
DB	<i>Databook</i>	Conjunto de documentos relacionados a um equipamento ou a uma instalação que, normalmente, caracteriza a entrega final.
DE	Desenho	Plantas, curvas de níveis, tabela, ábaco, gráfico e anteprojeto.
DI	Diagrama	Desenhos esquemáticos, que mostram, por exemplo, a rede de tubulações, o cabeamento e os equipamentos e acessórios de uma instalação. Também é usado para fluxogramas.
DR	Declaração	Documento utilizado para comprovar alguma situação ocorrida no campo de trabalho, bem como para autorizar, com ou sem ressalvas, serviços, instalações etc. Exemplo: Declaração de Possível Abastecimento (DPA) e Declaração de Possível Esgotamento Sanitário (DPE).
EC	Estimativa de Custos	Orçamento com estimativa de custos para a implementação de uma obra. Pode ocorrer durante a fase do projeto conceitual, de detalhamento ou para a contratação.
ES	Especificação de Serviço	Documento que define e descreve, em detalhes, os requisitos da qualidade a serem cumpridos por um material, item, produto, serviço ou processo, segundo normas estabelecidas pela organização.
ET	Especificação Técnica	Documento que descreve critérios de projetos, especificação de materiais, sistema e equipamentos, especificação de processos, procedimentos e instalações.
FD	Folha de Dados	Formulário de dados de equipamentos, sistemas, materiais (válvulas, conexões), processos, instrumentos e tubulações.
FL	Fluxograma	Representação em formato de símbolos gráficos para detalhar o passo a passo de um processo.
FO	Formulário	Documento no qual são preenchidos campos com dados e informações, possibilitando o registro ou o controle da informação.
FT	Fotografias	Fotos, mosaico, hipsométrico, vídeos, entre outros.
GR	Guia de Remessa	Registro do material/documento enviado por meio de via eletrônica ou física.
HG	Histograma	Ferramenta de análise e representação gráfica de dados quantitativos, agrupados em classes de frequência, que possibilita distinguir a forma, o ponto central e a variação da distribuição, além de outros dados, como amplitude e simetria na distribuição dos dados.

TIPO DE DOCUMENTO

Código	Descrição	Comentário para utilização
IA	Instrumento de Apoio	Apresenta instruções e descreve roteiros para consulta e o norteamento no processo ou na obra.
IF	Informação de Fornecedor	Informação sobre determinado fornecedor. Pode ser de cunho técnico e/ou comercial. Exemplo: Mapa de Equalização.
IS	Isométrico	Específico para desenhos em axometria ou em perspectiva de tubulações.
IT	Instrução de Trabalho	Utilizado para documentar ou padronizar tarefas geralmente técnicas, específicas e operacionais. Faz a descrição ou a ilustração de como executar determinada tarefa dentro de um processo.
LA	Laudo	Parecer envolvendo aspectos de engenharia emitidos para fins legais como processo formal de partilha, avaliação e perícia ambiental.
LC	Licença	Permissão oficial para fazer algo. O termo também possibilita designar o documento (um alvará, por exemplo) ou o contrato no qual consta a licença em questão.
LI	Lista	Relação de documentos emitidos pela empresa projetista ou pela Iguá Saneamento com os materiais e suas respectivas quantidades, <i>check-list</i> ou outra lista.
MC	Memória de Cálculo	Descritivo dos parâmetros de projeto e de sua utilização para o dimensionamento.
MD	Memorial Descritivo	Documento que descreve detalhadamente todas as fases e os materiais do projeto. Este documento serve de base para a compra de materiais e para a execução da obra.
MN	Manual	Manuais de operação, manutenção, equipamento, instrumentação, embarcação, garantia da qualidade etc.
MO	Modelo	Representação das condições/situações reais por meio de <i>software</i> ou de maquete para objeto, obra de arquitetura, comportamento, fluxos etc.
MP	Mapa	Representação gráfica e métrica de uma porção de território sobre uma superfície bidimensional. São considerados, também, os processos estratégicos demonstrados em formato de mapas.
MT	Memorando Técnico	Documento que descreve um conjunto de atividades, serviços, processos ou outros, incluindo a justificativa técnica.
NF	Nota Fiscal	Documento fiscal que tem por fim o registro de transferência de propriedade sobre um bem ou uma atividade comercial prestada por empresa ou pessoa física.
NR	Norma	Considera normas gerais, regulamentos ou políticas e normas técnicas.
NT	Notificação	Notificação a fornecedores relativa a divergências contratuais ou de outra natureza.
OF	Ofício	Documento oficial/correspondência normalmente utilizado por servidores e funcionários da administração pública. Trata-se de documento emitido por prefeituras, secretarias e órgãos municipais ou por tribunais e outros entes do Estado.
OS	Ordem de Serviço	Autorização para o início da atividade contratada/solicitada.
PA	Pauta	Assuntos a serem abordados durante a reunião ou outro evento.
PC	Pedido de Compra	Documento decorrente da aprovação da solicitação de compra de materiais, serviços, equipamentos etc. para um projeto em desenvolvimento ou, ainda, para abastecimento geral da empresa.
PL	Plano	Ferramenta de gestão para o planejamento e o acompanhamento de atividades necessárias ao alcance de um resultado desejado.
PO	Protocolo	Livro/folha de registro de correspondência oficial de empresa, universidade, repartição pública etc. no qual se atesta, formalmente, a recepção de processos e de requerimentos, dentre outros documentos.

TIPO DE DOCUMENTO		
Código	Descrição	Comentário para utilização
PP	Proposta	Documento comercial e/ou técnico, que descreve produto ou serviço destinado a um projeto, relatando o que será feito, como será organizada a execução e quais são os valores envolvidos.
PR	Procedimento	Instruções para a execução de uma determinada atividade/tarefa.
PT	Parecer Técnico	Pronunciamento de uma opinião técnica sobre determinada situação que exija conhecimentos técnicos.
QA	Questionário	Relação com perguntas e as devidas respostas.
RL	Relatório	Relatório de resultados, estudo técnico, levantamento de campo e proposta técnica, aprovação ou outros tipos de relatórios.
RQ	Requisição	Inclui requisição para a aquisição de sistema, equipamentos e materiais e de outros tipos de requisição.
SC	Solicitação de Compra	Documento que inicia o processo de compra para materiais, serviços, equipamentos etc., para um projeto em desenvolvimento ou ainda para abastecimento geral da empresa.
SO	Sondagem	Documento para identificar a resistência e tipos de solos.
TE	Termo de Entrega	Documento pelo qual o contratante ou o cliente interno, declara ter recebido, do contratado, uma obra, equipamentos ou materiais.
TP	Topografia	Documento que identifica estudos topográficos.
TR	Termo de Referência	Documento que embasa tecnicamente, juridicamente e comercialmente os pré-requisitos necessários para a contratação de serviços e/ou de materiais. Contém informações como contato da contratante, detalhamento do escopo, requisitos de segurança do trabalho, sistema de qualidade e gerenciamento da construção. Exemplo: Construção – obras lineares do SES xx (linhas de recalque e coletores).
TS	Termo de Referência Simplificado	Documento simplificado que embasa tecnicamente, juridicamente e comercialmente os pré-requisitos necessários para a contratação de serviços e/ou materiais. Contém informações básicas para a cotação de serviços e materiais. Exemplo: prestação de serviços técnicos para controle tecnológico de asfalto e concreto.

9.2.3 Codificação de documentos

Todo documento gerado deverá conter a codificação definida. Deverá ser utilizada a revisão alfabética (=0A, =0B, ..., =0X) como indicação de que o documento enviado para Iguá Saneamento ainda está em desenvolvimento, ou seja, em fase de revisão/verificação e ainda não está aprovado.

Quando o documento for aprovado, o projetista deverá, então, alterar a revisão para numérica (=00, 01, 02, ..., 0Y) e submetê-lo, novamente, indicando que o documento está aprovado.

9.2.4 Siglas de apoio

Quando for recebido, por *e-mail*, algum comentário referente a um documento, a mensagem deverá ser salva com a codificação a qual ela se refere, incluindo a sigla de apoio "COM". Exemplo: CB-XPT-A-100-60-E-H-DE-0001=00-COM (esse será o arquivo referente ao comentário recebido do documento em questão).

Ao receber, por *e-mail*, aprovação de algum documento e/ou alguma solicitação, a mensagem deverá ser salva com a codificação a qual ela se refere, incluindo a sigla de apoio APR. Exemplo: CB-XPT-A-100-60-E-H-DE-0001=00-APR (esse será o arquivo referente à aprovação do documento em questão).

Quando um documento tiver anexos (na forma de arquivos separados do arquivo principal), eles deverão receber a codificação do arquivo principal, seguida da sigla de apoio ANX1. Exemplo: CB-XPT-A-100-60-E-H-DE-0001=00-ANX1 (esse será o arquivo referente ao primeiro anexo do documento em questão).

As siglas de apoio atendem quando o processo é feito de forma manual (SharePoint e/ou rede local).

O processo de gerenciamento da documentação será realizado via plataforma de gestão de documentos. As aprovações serão feitas na própria ferramenta, e não necessitarão de arquivo comprovatório com sigla de apoio. Comentários recebidos deverão ser enviados por e-mail para o ponto focal ou diretamente na plataforma, para que sejam incluídos no documento principal, utilizando-se a sigla de apoio na codificação.

Para anexos, deverá ser utilizada a sigla de apoio, para, em seguida, o arquivo ser salvo junto do arquivo principal, uma vez que o Soft Expert (SE) permite essa função.

9.2.5 Exemplificando

- Exemplo – TB-XPT-A-002-60-E-H-DE-0001=00 ou TB-CPX-G-002-00-A-X-TR-0001=00.
- Descrição – Revisão zero do primeiro desenho de hidromecânica, referente ao projeto executivo, do reservatório, do Sistema Ribeirão do Lipa, de Água, desenvolvido pela empresa XPTO, para a Tubarão Saneamento.

Na rede local, a indicação será feita na própria descrição do documento. Será necessária a inclusão da codificação no nome do arquivo e no selo do documento. Com isso, a rev.A será a fase de elaboração, a rev.B será a fase de consenso/revisão e a rev.00, 01, 02, etc. será a de aprovação e homologação do documento.

A partir do momento no qual o aprovador executar a atividade, o documento será emitido e uma Guia de Remessa de Documento (GRD) deverá ser criada/associada para a efetiva distribuição do documento.

Observação

Os fornecedores deverão trabalhar, sempre, com revisões alfabéticas (utilizando letras no lugar de números), enquanto o documento estiver em desenvolvimento (não aprovado).

9.2.6 Finalidade e *status*

FINALIDADE

A finalidade do documento deverá estar preenchida no campo Descrição, na capa do documento e/ou na Guia de Remessa, conforme tabela a seguir. O objetivo desse item será fornecer ao leitor/usuário informações a respeito de como o documento deverá ser utilizado ou revisado/aprovado.

FINALIDADE		
Descrição		
Para informação	Para cotação	Para construção.
Para verificação	Para fabricação	Para acompanhamento de obra.
Para aprovação	Para contratação	Para arquivamento.

STATUS

Serão utilizados carimbos (físicos e/ou eletrônicos) para identificar o *status* dos documentos, conforme tabela a seguir, quando for relevante.

STATUS	
Carimbo	Descrição
Preliminar	Documento em elaboração e que deve ser utilizado somente pela equipe envolvida.
Revisado onde indicado	Documento indica os locais onde foram feitas alterações em relação à revisão anterior.
Revisão geral	Documento não indica os locais onde foram feitas alterações em relação à revisão anterior.
Aprovado sem comentário	Documento atende plenamente.
Aprovado com comentário	Documento atende, porém, contém comentários.
Não aprovado	Documento deve ser revisado pelo responsável.
Liberado para execução	Documento pode ser encaminhado para a obra/fábrica.
Não liberado para execução	Documento pode ser encaminhado à obra/fábrica apenas para consulta (levantamento de campo etc.)
Conforme construído (<i>as built</i>)	Documento com a representação final do que foi construído.
Conforme comprado	Documento com a representação final do que foi adquirido.
Cancelado	Documento que perdeu a finalidade e não deve ser mais utilizado.
Obsoleto	Documento que tem uma nova revisão vigente.
Cópia controlada	O documento é controlado, e todas as impressões deverão ser registradas.
Cópia sem controle	O documento poderá ser impresso e/ou distribuído eletronicamente para consultas, reuniões, treinamentos e auditorias.
Recebido	Aplicável a protocolos de fornecedores/parceiros e clientes. Deverá conter espaço para a data e o visto.

O carimbo deverá ser incluído nos documentos impressos e eletrônicos por intermédio de ferramentas de edição de imagem ou de carimbos de madeira ou automáticos. Seguem exemplos de carimbos.



Os carimbos (eletrônicos ou físicos) deverão ser utilizados para ratificar a ideia de que apenas o técnico de documentação local poderá emitir as últimas revisões liberadas para a obra. Outra observação importante: o carimbo deverá contar a logomarca da operação para facilitar e reforçar a identidade autorizadora.

9.2.7 Conclusão

Este documento será essencial no estabelecimento e na implementação dos processos de controle de documentos, fornecendo, assim, uma estrutura eficaz e rápida de colaboração e controle, em apoio aos objetivos estratégicos da Iguá Saneamento.

A seguir, estão listadas as principais orientações para um eficaz gerenciamento do controle de documentos:

- Seguir a codificação proposta neste documento.
- Seguir a orientação para o gerenciamento de informações (processos e procedimentos detalhados).

Será de extrema importância (para o processo de controle dos documentos) que todos os documentos elaborados/emitados/recebidos dentro do CAPEX tenham sua codificação definida de acordo com a codificação descrita neste documento.

Caso haja dúvidas ou necessidade maiores esclarecimentos sobre o que foi proposto, o interessado deverá entrar em contato com o ponto focal de sua operação, que responderá as questões e dará auxílio sobre as melhores práticas aqui descritas.

9.2.8 Apêndice A – Sistemas por operação

ÁGUAS ANDRADINA	
Código	Descrição
002	Andradina
003	São Pedro
004	Pereira Jordão
005	Figueira
006	Saudade
007	Paranápolis
008	Planalto

AGRESTE SANEAMENTO

Código	Descrição
002	Agreste Saneamento
003	Coletivo – São Brás
004	Adutor – Traipú

ATIBAIA SANEAMENTO

Código	Descrição
002	Estoril
003	Caetetuba
004	Portão
005	Tanque
006	Usina
007	Maracanã

ÁGUAS CUIABÁ

Código	Descrição
002	Ribeirão do Lipa
003	Sul
004	Coophema
005	Parque Cuiabá
006	São Sebastião
007	Presidente Marques
008	Porto
009	Tijucal
010	Isolados
011	Sucuri
012	Nossa Senhora da Guia
013	Aguaçu
014	Coxipó do Ouro
015	Dom Aquino
016	CPA
017	Aquarius/Parque Cuiabá

ÁGUAS CASTILHO

Código	Descrição
002	Castilho
003	Bairro 17
004	Laranjeiras
005	Beira-Rio
006	Urubupungá

ESAP (PALESTINA)

Código	Descrição
002	Palestina
003	Duplo Céu
004	Jurupeba
005	Boturuna

GUARATINGUETÁ SANEAMENTO

Código	Descrição
002	Guaratinguetá (**histórico da operação**)

ITAPOÁ SANEAMENTO

Código	Descrição
002	Itapoá
003	SES Centro

MIGUEL PEREIRA

Código	Descrição
002	Melhorias do SAA
003	Melhorias do SES
004	Plano Diretor de Água e Esgoto

IGUÁ MATO GROSSO (OPERAÇÕES DO INTERIOR MT)

Código	Descrição
002	Iguá Mato Grosso (<i>holding</i> MT)
002	Alta Floresta
002	Colíder
002	Comodoro
002	Canarana
002	Pontes e Lacerda

PARANAGUÁ

Código	Descrição
002	Paranaguá
003	Alexandra
004	Ilha do Mel
005	Cominese
006	Valadares
007	Emboguaçu e Guaraituba
008	Costeira

PATY DO ALFERES

Código	Descrição
002	Melhorias do SAA
003	Melhorias do SES
004	Plano Diretor de Água e Esgoto

ÁGUAS PIQUETE

Código	Descrição
002	Piquete

RIO DE JANEIRO

Código	Descrição
002	Projetos SAA
003	Projetos SES
004	Complexo Lagunar da Barra da Tijuca
005	Reforma da ETE Barra
006	Diagnósticos das instalações e da operação
007	Coletores de tempo seco
008	Investimento em áreas irregulares
009	Obras da sede
010	Desativação das ETEs e UTS
011	Recuperação das EEEBs e EEATs
012	Plano Diretor de Água e Esgoto

SANESSOL

Código	Descrição
002	Mirassol
003	Piedade
004	Fundão
005	Fartura

SPAT SANEAMENTO

Código	Descrição
002	SPAT
003	ETA Taiapuêba – captação de água bruta
004	ETA Taiapuêba – dosagem de cal
005	ETA Taiapuêba – filtros
006	ETA Taiapuêba – EEAT
007	ETA Taiapuêba - projetos complementares
008	Sistema Adutor Principal – ETA/RA Alto Tietê
009	Sistema Adutor Principal – RA Alto Tietê/Tridente
010	Adutor Taiapuêba – <i>booster</i> Suzano
011	Derivação Graziela – CR Graziela
012	Adutora São Bento
013	<i>Booster</i> Suzano
014	Reservatório Suzano
015	EEAT Recanto Mônica
016	Adutor Itaquá-Arujá
017	Adutor Vila Industrial
018	Adutor Vila Industrial – Bonsucesso
019	EEAT Vila Industrial
020	Reservatório Guarulhos Aracilia

TUBARÃO SANEAMENTO

Código	Descrição
002	Fábio Silva
003	Figueira



10

DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO

10.1 OBJETIVO

Este documento visa fornecer as diretrizes para a elaboração e a apresentação de orçamentos que comporão o projeto básico ou o projeto executivo de Engenharia.

10.2 ORÇAMENTO

Orçamento é a relação discriminada de serviços com as unidades, as quantidades, os preços unitários e os valores parciais e totais, resultantes das somas dos produtos das quantidades pelos preços unitários.

O orçamento deverá ter como base os preços dos insumos praticados atualmente no mercado ou valores de referência e levantamentos de quantidades de materiais e serviços, obtidos a partir do conteúdo dos desenhos, dos memoriais descritivos e das especificações técnicas. Nesse contexto, serão inadmissíveis apropriações genéricas ou imprecisas, bem como a inclusão de materiais e serviços sem previsão de quantidades.

O orçamento deverá ser lastreado em composições de custos unitários e expresso em planilhas de custos e serviços, referenciadas à data de sua elaboração. Deverão conter minimamente os seguintes elementos:

- Planilhas de quantidades.
- Memórias de cálculo.
- Planilhas orçamentárias.
- Composições de custos.
- Mapas de cotações.

10.3 PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTO

A figura a seguir exibe a ordem para a sequência de elaboração de orçamento.



RECEBIMENTO DO PROJETO

O processo de orçamento deverá começar com a análise dos projetos, para que seja verificado se todos os elementos necessários foram fornecidos.

Nessa etapa, também deverão ser verificadas possíveis incompatibilidades ou irregularidades que não haviam sido identificadas nas fases anteriores dos projetos. Caso sejam detectadas a falta de documentos ou irregularidades nos projetos, o setor de projetos deverá ser informado formalmente, indicando-se os itens a serem atendidos para o recebimento dos projetos e o início da elaboração do orçamento.

Também poderão ser feitas visitas em campo, a fim de que sejam reconhecidas as particularidades do local onde será executada a obra.

LEVANTAMENTO E QUANTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS

A definição das unidades construtivas e o levantamento de quantitativos deverão ser realizados a partir da análise dos projetos e apresentados em planilhas de quantidades e de memorial de cálculo.

COMPOSIÇÃO DE CUSTOS

Trata-se da etapa de identificação e precificação dos insumos e serviços necessários para a execução de uma unidade de cada serviço. Preferencialmente, a atribuição dos custos deverá ser feita em tabelas referenciais vigentes.

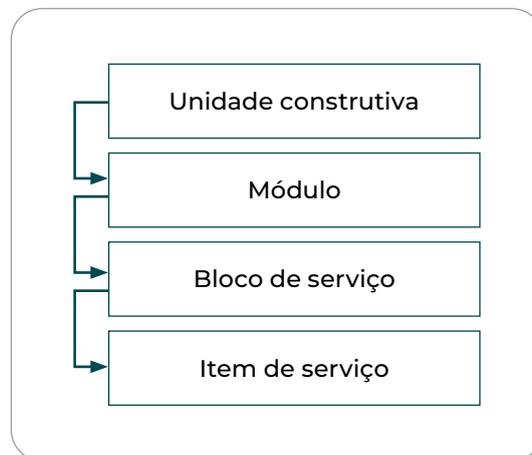
As cotações deverão ser solicitadas nos casos de inexistência do serviço ou do insumo nas tabelas referenciais e, também para a composição dos valores de materiais e equipamentos.

ANÁLISE DE CONCLUSÃO DO ORÇAMENTO

Com a conclusão da planilha orçamentária, análises deverão ser feitas pelo orçamentista e pelo responsável pela aprovação do orçamento. A avaliação deverá seguir metodologia criteriosa e sistemática, para a identificação de possíveis erros e/ou o apontamento de itens que não tenham sido considerados.

10.4 ORGANIZAÇÃO DAS UNIDADES CONSTRUTIVAS

Os orçamentos deverão ser divididos conforme o modelo apresentado na figura a seguir.



UNIDADE CONSTRUTIVA (UC)

Trata-se da unidade global de construção componente de um sistema. Ela pode ser linear ou localizada. A organização das Unidades Construtivas (UCs) deverá ser feita conforme a sequência de projetos apresentados. Os títulos deverão ser escritos, sempre, com letras maiúsculas e separados em itens distintos (serviços e materiais), como se poderá ver no exemplo a seguir.

MODELO DE APRESENTAÇÃO DAS UNIDADES CONSTRUTIVAS

UC	Descrição
UC01	CANTEIRO DE OBRAS
UC02	ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRAS (ALO)
UC03	ETE XXXX SISTEMA DE ENTRADA – SER
UC04	ETE XXXX SISTEMA DE ENTRADA – MAT
UC05	ETE XXXX DECANTADOR SECUNDÁRIO – SER
UC06	ETE XXXX DECANTADOR SECUNDÁRIO – MAT
UC07	COLETOR XXXX DN XXX – SER
UC08	COLETOR XXXX DN XXX – MAT
UC09	REDE COLETORA XXXX – SER
UC10	REDE COLETORA XXXX – MAT
UC11	LIGAÇÕES PREDIAIS – SER
UC12	LIGAÇÕES PREDIAIS – MAT
UC13	TRAVESSIA XXXX – SER
UC14	TRAVESSIA XXXX – MAT
UC15	URBANIZAÇÃO

MÓDULO

Trata-se da atividade principal do orçamento, que deverá ser desmembrada em subgrupos, como se poderá ver no modelo a seguir.

EXEMPLO MÓDULOS

Município:	Data:	BDI Aplicado	
SPE:	Ref. Custo:	Serviços:	0,00%
Obra/Projeto:		Serv. Terc.:	0,00%
		Mat/Equip:	0,00%
UCXX	Nome da Unidade Construtiva		
Item	Descrição dos serviços	Quant.	Unid.
01	Movimentação de Solos		
02	Fundações e Estruturas		
03	Assentamentos		

BLOCO DE SERVIÇO

Trata-se do subgrupo do módulo no qual deverá haver a inclusão da atividade a ser executada, como se poderá ver no modelo a seguir.

EXEMPLO BLOCOS DE SERVIÇO

Município:	Data:	BDI Aplicado	
SPE:	Ref. Custo:	Serviços:	0,00%
Obra/Projeto:		Serv. Terc.:	0,00%
		Mat/Equip:	0,00%
UCXX	Nome da Unidade Construtiva		
Item	Descrição dos serviços	Quant.	Unid.
01	Movimentação de Solos		
01.01	Escavação Manual		
02	Fundações e Estruturas		
02.01	Forma para Fundação e Baldrame		
03	Assentamentos		
03.01	Tubulação de PVC JE/JEI para Esgoto		

ITEM DE SERVIÇO

Trata-se da apresentação dos serviços, propriamente ditos. Eles deverão ser apresentados com suas respectivas unidades de medidas.

EXEMPLO ITENS DE SERVIÇO			
Município:		Data:	BDI Aplicado
SPE:		Ref. Custo:	Serviços: 0,00%
Obra/Projeto:			Serv. Terc.: 0,00%
			Mat/Equip: 0,00%
UCXX	Nome da Unidade Construtiva		
Item	Descrição dos serviços	Quant.	Unid.
01	<i>Movimentação de Solos</i>		
01.01	Escavação Manual		
01.01.01	Em solo argiloso prof. 0 m < h ≤ 1 m		m ³
01.01.02	Em solo argiloso prof. 1 m < h ≤ 2 m		m ³
01.01.03	Em solo argiloso prof. 2 m < h ≤ 3 m		m ³
02	<i>Fundações e Estruturas</i>		
02.01	Forma para Fundação e Baldrame		
02.01.01	Plana em chapa resinada e= 10 mm		m ²
02.01.02	Plana em chapa resinada e= 12 mm		m ²
02.01.03	Plana em chapa resinada e= 14 mm		m ²
03	<i>Assentamentos</i>		
03.01	Tubulação de PVC JE/JEI para Esgoto		
03.01.01	DN 100		m
03.01.02	DN 150		m
03.01.03	DN 200		m

10.5 COMPOSIÇÃO DE CUSTOS UNITÁRIOS

Trata-se do item que determina os serviços integrantes dos custos diretos da obra, que, por sua vez, são formados pela atribuição do consumo e do valor dos insumos, como mão de obra, materiais e equipamentos necessários à execução de uma unidade do serviço.

Cada serviço deverá ser citado de forma clara e objetiva, com suas respectivas características e acompanhado do preço unitário.

Os valores das composições e dos insumos deverão ser, preferencialmente, obtidos nas tabelas referenciais vigentes. Caso o serviço ou o insumo não conste nas tabelas referenciais, poderão ser solicitadas cotações de preços no mercado (posto obra). Como regra, deverão ser apresentadas, no mínimo, 3 cotações válidas de fornecedores, devidamente relacionadas no Mapa de Cotações.

Se houver a necessidade de composição de serviços não existentes nas tabelas referenciais, as informações deverão ser apresentadas no pacote de entrega do orçamento.

10.6 MEMÓRIA DE CÁLCULO

Uma memória de cálculo deverá ser elaborada para cada Unidade Construtiva. Nela, terão de ser lançadas as informações com os respectivos cálculos das quantidades de serviços necessários. As memórias deverão ser claras e objetivas, para que possibilite a compreensão dos cálculos realizados, o que facilitará futuras conferências e/ou correções.

Na confecção das memórias de cálculo, deverão ser respeitadas as seguintes orientações:

- Elaboração em planilha Excel, com a possibilidade de apresentação de cada UC por aba a apresentação de todas as UCs na mesma planilha, desde que as informações sejam agrupadas em uma estrutura de tópicos.
- Apresentação da descrição e das quantidades de todos os serviços necessários à execução da obra.
- Agrupamento e ordenação de todos os serviços, seguindo-se a sequência de execução da obra.
- Subdivisão das etapas em atividades, que, por sua vez, deverão ser subdivididas em itens de serviços, com o impeditivo de que elas sejam consideradas como verba ou outras unidades genéricas.
- Realização da vinculação de fórmulas, com a necessária descrição da fórmula, com a apresentação do significado de cada variável e da unidade utilizada na fórmula (como kg, m e l/s).
- Indicação da referência do projeto ou do memorial de onde foram retiradas as informações.
- Utilização de unidades de medida que simplifiquem a medição e que sejam coerentes com as práticas do mercado.
- Proibição de aumento ou adição de quantidades para compensação de eventuais margens de erro ou da ocorrência de imprevistos na execução do serviço.

10.7 COTAÇÕES E MAPA DE COTAÇÕES

As cotações obtidas por meio de pesquisas com fornecedores de materiais, serviços ou equipamentos deverão ser apresentadas no Mapa de Cotações.

Cada um deles deverá conter os seguintes itens:

- Descrição do insumo cotado.
- Preço adotado.
- Lista dos fornecedores com seus respectivos dados.
- Preço apresentado para o fornecimento do material, do serviço ou do equipamento.

Vale ressaltar que deverão ser apresentadas, no mínimo 3 propostas de fornecedores distintos.

10.8 DEFINIÇÃO DA TAXA BDI

A taxa Bonificação e Despesas Indiretas (BDI) deverá remunerar as despesas referentes à equipe da administração central e aos tributos incidentes sobre o preço de serviços, lucros, seguros e riscos.

Se o fornecimento de materiais, peças e equipamentos não estiver incluído no preço unitário composto, o tema BDI deverá ser tratado de forma diferenciada.

Para esse tipo de caso, recomenda-se a aplicação de uma porcentagem inferior àquela utilizada no cálculo do preço unitário composto. Tal porcentagem deverá ser, no máximo, equivalente ao percentual aplicado nos serviços de terceiros, para a cobertura dos custos administrativos e financeiros.

A composição da taxa BDI deverá informar os parâmetros adotados, conforme as instruções presentes no Acórdão do Tribunal de Contas da União (TCU) nº 2622:2013 ou as legislações regionais vigentes.

COMPOSIÇÃO BDI	
Itens	Siglas
ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	AC
SEGURO + GARANTIA	S+G
RISCO	R
DESPESA FINANCEIRA	DF
LUCRO	L
TRIBUTOS	
PIS e COFINS	PC
ISS	ISS
CPRB* (DESONERAÇÃO)	CPRB
TOTAL TRIBUTOS	TT

$$BDI = \frac{(1+AC+S+G+R)*(1+DF)*(1+L) - 1}{(1-T)}$$

* Contribuição Previdenciária sobre Receita Bruta

Fórmula BDI, conforme o Acórdão TCU 2622:2013

10.9 PLANILHA ORÇAMENTÁRIA E PLANILHA RESUMO

Após os levantamentos da composição de custos, dos cálculos de quantitativos de serviços, das cotações de materiais, serviços e equipamentos, e da definição da taxa BDI, as informações deverão ser agrupadas de forma analítica, em uma única planilha denominada Planilha Orçamentária.

A Planilha Orçamentária deverá ser totalmente preenchida pelo orçamentista, o que inclui os campos de informações presentes no cabeçalho: Município, SPE, Obra/Projeto, Data e Referenciais de Custos, como se poderá ver no modelo a seguir.

MODELO PLANILHA ORÇAMENTÁRIA							
Município:		Data:		BDI Aplicado			
SPE:		Ref. Custo:		Serviços:	0,00%		
Obra/Projeto:				Serv. Terc.:	0,00%		
				Mat/Equip:	0,00%		
UCXX	Nome da Unidade Construtiva						
Item	Descrição dos serviços	Quant.	Unid.	Preço Unitário (R\$)	BDI		Preço Total (R\$)
					%	Valor R\$	

Os valores totais e seus percentuais correspondentes deverão ser apresentados no documento Planilha-Resumo, conforme o exemplo apresentado a seguir.

MODELO PLANILHA RESUMO

Município:		Data:	BDI Aplicado	
SPE:		Ref. Custo:	Serviços:	0,00%
Obra/Projeto:			Serv. Terc.:	0,00%
			Mat/Equip:	0,00%
UC	Descrição	Total (R\$)	%	
UC01	CANTEIRO DE OBRAS	R\$ 1.000,00	2,00%	
UC02	ADMINISTRAÇÃO LOCAL DE OBRAS (ALO)	R\$ 2.000,00	4,00%	
UC03	ETE XXXX SISTEMA DE ENTRADA – SER	R\$ 3.000,00	6,00%	
UC04	ETE XXXX SISTEMA DE ENTRADA – MAT	R\$ 4.000,00	8,00%	
UC05	ETE XXXX DECANTADOR SECUNDÁRIO – SER	R\$ 3.000,00	6,00%	
UC06	ETE XXXX DECANTADOR SECUNDÁRIO – MAT	R\$ 4.000,00	8,00%	
UC07	COLETOR XXXX DN XXX – SER	R\$ 3.000,00	6,00%	
UC08	COLETOR XXXX DN XXX – MAT	R\$ 4.000,00	8,00%	
UC09	REDE COLETORA XXXX – SER	R\$ 3.000,00	6,00%	
UC10	REDE COLETORA XXXX – MAT	R\$ 4.000,00	8,00%	
UC11	LIGAÇÕES PREDIAIS – SER	R\$ 3.000,00	6,00%	
UC12	LIGAÇÕES PREDIAIS – MAT	R\$ 4.000,00	8,00%	
UC13	TRAVESSIA XXXX – SER	R\$ 3.000,00	6,00%	
UC14	TRAVESSIA XXXX – MAT	R\$ 4.000,00	8,00%	
UC15	URBANIZAÇÃO	R\$ 5.000,00	10,00%	
TOTAL GERAL		R\$ 50.000,00	100,00%	

10.10 CURVA ABC

Com base nos quantitativos totais e nos respectivos custos, deverá ser elaborada a Planilha da Curva ABC, com a inclusão dos insumos e dos serviços. Nela, os itens deverão ser ordenados de acordo com o seu valor total (do maior para o menor), com o conseqüente cálculo da porcentagem acumulada.

MODELO PLANILHA CURVA ABC

Município:		Data:	BDI Aplicado					
SPE:		Ref. Custo:	Serviços:	0,00%				
Obra/Projeto:			Serv. Terc.:	0,00%				
			Mat/Equip:	0,00%				
Item	Descrição	Quant.	UD	Valor Unitário	Total (R\$)	%	% Ac.	Faixa

Veja a seguir, a descrição de cada tópico presente na Planilha Curva ABC:

- **Item** – Ordem sequencial numérica dos itens a serem utilizados para a composição da curva ABC.
- **Descrição** – Descrição dos materiais/serviços integrantes da composição de custos unitários do orçamento. Deverão estar listados todos os itens, para que o total da Curva ABC coincida com o custo orçado.
- **Valor unitário** – Custo da unidade do item, geralmente expresso em R\$/unidade.
- **Valor total** – Representado pela multiplicação entre o valor unitário e a quantidade, resultando no valor total, geralmente, expresso em R\$.

- **Porcentagem** – Representação do custo do item em relação ao custo total. As informações deverão estar, sempre, dispostas em ordem decrescente.
- **Porcentagem acumulada** Obtida pela soma do percentual do item ao total acumulado de todos os itens anteriores.
- **Faixa** – Os materiais e os serviços poderão ser agrupados em 3 faixas, da seguinte forma:
 - *Faixa A* – Itens que compõem cerca de 70-80% do valor total.
 - *Faixa B* – Itens que compõem cerca de 15-25% do valor total.
 - *Faixa C* – Itens que compõem cerca de 5-10% do valor total.

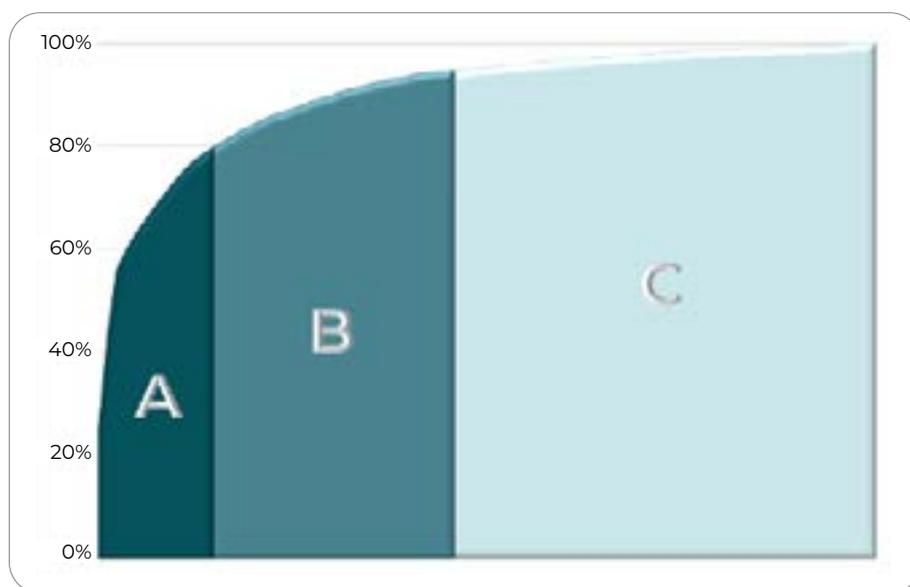


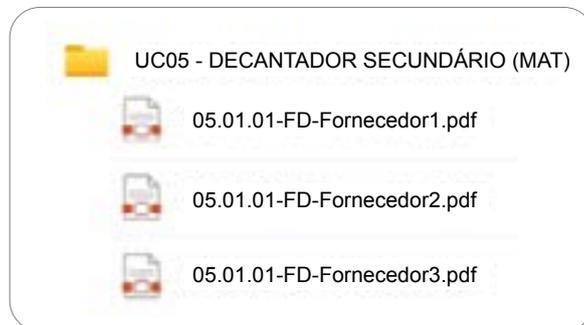
Gráfico Curva ABC

10.11 APRESENTAÇÃO E ENTREGA DO ORÇAMENTO

Todas as peças deverão ser entregues em arquivos digitais em Excel e PDF, com as informações apresentadas a seguir:

- Memória de cálculo analítica com memorial descritivo e fórmulas não ocultas em Excel.
- Composição de custos, com as premissas utilizadas, as justificativas e os cálculos para a estimativa dos coeficientes utilizados nas composições de custo unitário (quando forem diferentes do que aparece nos referenciais de custos).
- Planilha Orçamentária para cada Unidade Construtiva.
- Planilha-Resumo, com os subtotais do orçamento de cada Unidade Construtiva.
- Demonstrativo analítico das taxas BDI utilizadas em planilha Excel, juntamente com o arquivo do orçamento.

- Cotações, com pastas separadas por Unidade Construtiva, contendo os arquivos em PDF, nomeados pelo código do item (com a descrição breve do material, do serviço ou do equipamento e a apresentação do nome do fornecedor).



Exemplo de apresentação arquivos de cotações

- Mapa de Cotações em Excel.
- Planilha ABC de serviços e de insumos da Planilha Orçamentária, com fórmulas não ocultas em arquivo Excel. A apresentação deverá ser feita em planilhas separadas para serviços e materiais e em uma planilha unificada com todos os itens.

11

GESTÃO DE DOCUMENTOS

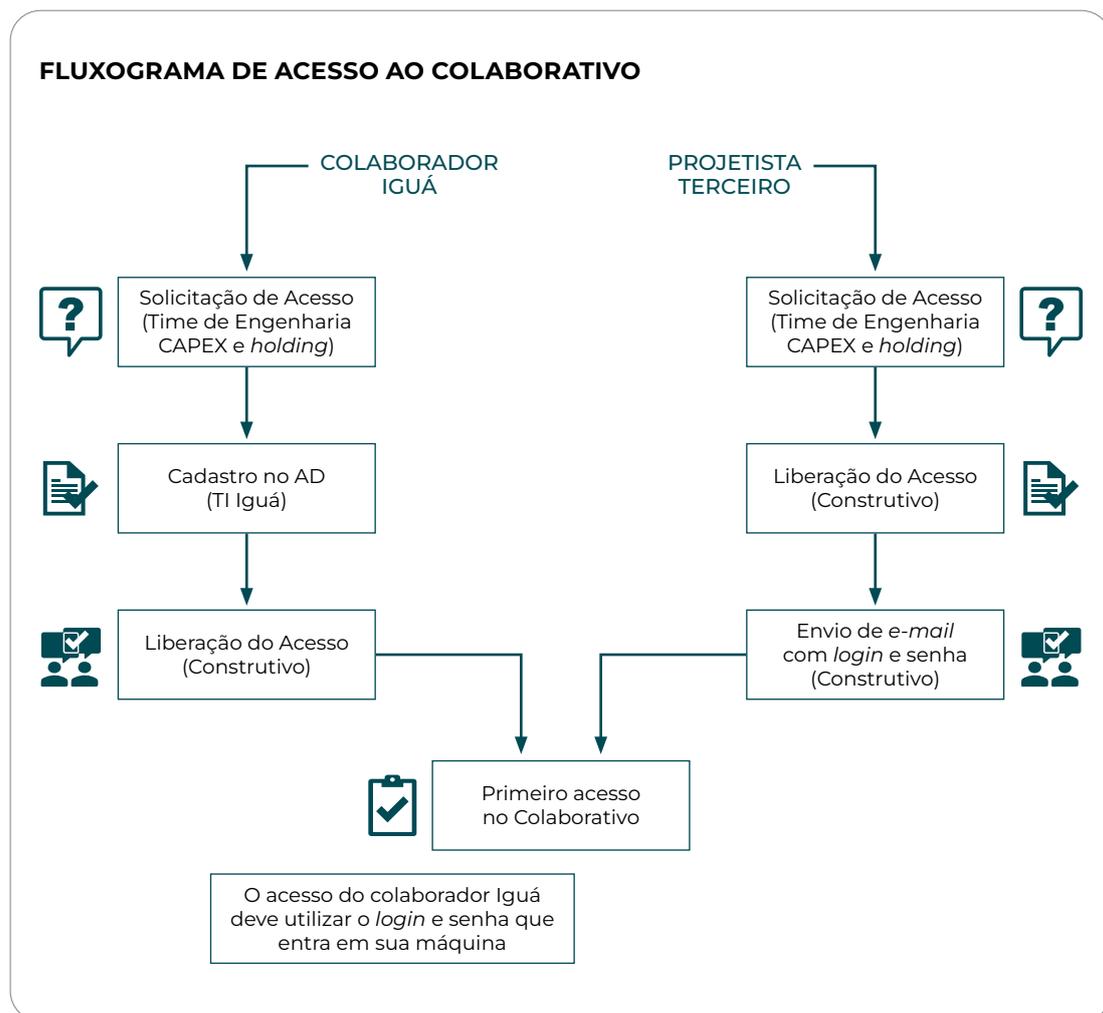
11.1 INTRODUÇÃO

A Iguá Saneamento utiliza a plataforma Colaborativo para o armazenamento e o gerenciamento de documentos de projetos. O sistema é hospedado em um modelo SaaS, o que garante segurança, *backups* automáticos e acessibilidade de qualquer dispositivo conectado à internet.

É imprescindível que todos os arquivos gerados pela projetista estejam presentes na pasta correta, assim como todas as suas revisões, para que seja otimizada a governança e a organização dos projetos da Iguá Saneamento.

11.2 ACESSO NO COLABORATIVO

Após a contratação de um serviço, é estabelecido um responsável ou mais responsáveis pela adição dos arquivos na plataforma. Para que isso aconteça, será necessária, primeiramente, a realização do cadastro, em conformidade com o fluxograma a seguir.



11.3 PLANEJAMENTO DO COLABORATIVO

A planilha de planejamento na plataforma Colaborativo será uma ferramenta fundamental ao controle de projetos, especialmente daqueles que utilizam o recurso de lista de documentos para acompanhamento da emissão e da aprovação de itens. Ela possibilita aos responsáveis pelo planejamento e gerenciamento de projetos a publicação e a atualização das previsões de entrega dos documentos diretamente no sistema, garantindo-se, assim, uma gestão centralizada e eficiente.

11.3.1 Estrutura da planilha de planejamento

A planilha de planejamento é composta por uma série de colunas que, por sua vez, contêm informações essenciais sobre os documentos que serão gerenciados no sistema. Não existe um padrão rígido de elaboração da planilha, mas alguns critérios deverão ser respeitados para que o sistema possa processar corretamente os dados. As colunas mais comuns deverão incluir os seguintes itens:

- **Título do documento** – Trata-se do nome do documento que será carregado na plataforma Colaborativo.
- **Descrição do documento** – Significa uma breve descrição, com o detalhamento do conteúdo ou a apresentação da finalidade do documento.
- **Pasta de destino** – É a indicação de em qual pasta o documento será carregado no sistema.
- **Data prevista de emissão** – É a data esperada para que o documento seja carregado ou emitido, configurada como campo de tipo data.
- **Responsável** – Trata-se do nome do responsável pela emissão do documento, que, também, poderá ser notificado no caso da ocorrência de atrasos.
- **Data prevista de aprovação** – Data esperada para a aprovação do documento.

Além dessas colunas, dependendo das necessidades do projeto, poderão ser incluídos na planilha campos adicionais, como os exemplos a seguir:

- **Custo (opcional)** – Trata-se do valor associado ao documento.
- **Comentário** – São observações adicionais consideradas relevantes para o processo.

Com o objetivo de facilitar o preenchimento das informações necessária, foi desenvolvida uma planilha-modelo, a ser usada como padrão para o planejamento.

11.4 CADASTRO DE DOCUMENTOS TÉCNICOS

O cadastro de documentos na plataforma Colaborativo é uma função essencial para a garantia de que todos os arquivos de um projeto sejam armazenados de forma organizada e acessível. O processo de cadastramento é simples. Ele possibilita que documentos sejam inseridos individualmente ou em lote, dependendo da necessidade do usuário. A seguir, a descrição dos passos obrigatórios para que um documento seja cadastrado.

PASSO 1: ACESSO À PASTA DESEJADA

O primeiro passo é navegar até a pasta específica na qual o documento será cadastrado. As pastas são organizadas de acordo com o projeto, a fase ou a disciplina, e é fundamental que seja escolhida a pasta correta, para que se mantenha a organização dos documentos.

PASSO 2: ESCOLHA DO MÉTODO DE UPLOAD

O sistema oferece dois métodos principais para o *upload* de documentos. São eles:

- **Upload individual** – Possibilita carregar um documento por vez. Esse método é mais utilizado para arquivos únicos e garante um controle preciso durante o processo de envio.
- **Upload em lote** – Ideal para o envio de múltiplos arquivos de uma vez. Para isso, basta selecionar os documentos ou arrastá-los diretamente do computador para a pasta na plataforma Colaborativo. Esse método é recomendado para projetos com uma grande quantidade de arquivos a serem cadastrados ao mesmo tempo.

PASSO 3: PROGRESSO DE UPLOAD

Durante o *upload*, uma barra de progresso será exibida com o *status* de cada documento carregado. Uma vez concluído o *upload*, a tela será atualizada automaticamente, e os documentos aparecerão na lista da pasta, com os nomes dos arquivos como títulos.

PASSO 4: VALIDAÇÃO DO DOCUMENTO

Após o preenchimento das informações necessárias, o usuário deverá clicar no botão Validar Arquivos. Se os documentos atenderem aos critérios predefinidos (padrão de nomenclatura, sequência de revisões etc.), eles entrarão no fluxo de aprovação, e ficarão disponíveis para os revisores. Caso contrário, o sistema indicará erros ou inconsistências, e o documento não será validado até que os problemas sejam corrigidos.

11.5 FLUXO DE TRABALHO E VALIDAÇÃO DE DOCUMENTOS

11.5.1 Fluxo de aprovação de documentos

O fluxo de aprovação de documentos na plataforma Colaborativo é dividido em dois níveis. São eles:

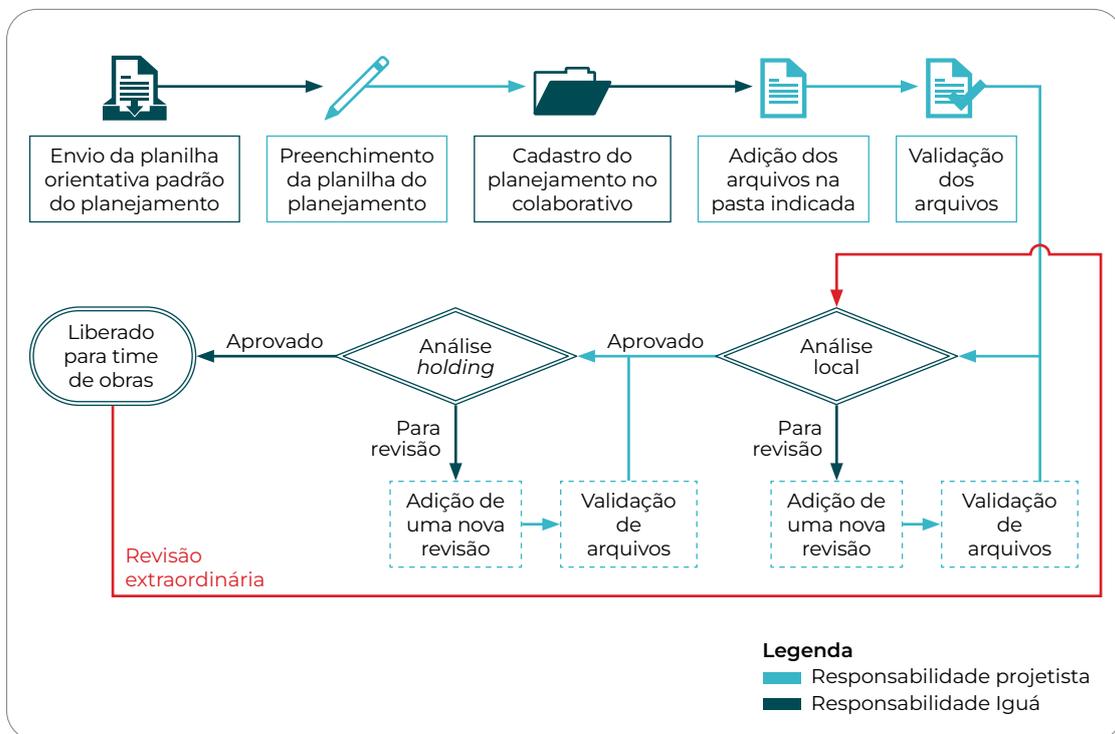
- **Aprovação local** – Inicialmente, o documento passará por um processo de análise no nível local. Nessa etapa, os revisores locais irão verificar a conformidade do documento em relação aos padrões estabelecidos.
- **Aprovação da *holding*** – Após a aprovação local, o documento seguirá para a análise final pela *holding*, que poderá solicitar novas revisões antes da aprovação definitiva.

Cada documento poderá ser revisado em qualquer uma dessas etapas, e o sistema registrará, automaticamente, o histórico das versões e das revisões anteriores.

11.5.2 Processos de validação

Antes do início do fluxo de aprovação, será necessária a validação dos documentos, para que se tenha a garantia de que eles atendem aos critérios predefinidos, como nomenclatura correta e preenchimento de campos obrigatórios. Os documentos validados serão, então, movidos para o estado de “pré-cadastro” ou “em revisão”, iniciando-se o fluxo de trabalho.

11.5.3 Fluxograma de projetos



11.6 INTERFACE E FUNCIONALIDADES

A navegação na plataforma Colaborativo é simples, com uma interface que possibilita a visualização de pastas de projeto. As funções principais são as seguintes:

- **Pesquisa simples e avançada** – Serve à localização rápida de documentos por meio da busca de palavras-chaves ou de critérios específicos.
- **Upload de documentos** – Ação realizada pelos procedimentos “arrastar” e “soltar” arquivos ou da forma tradicional, com a seleção e transferência de documentos. Vale destacar que arquivos poderão ser carregados simultaneamente.
- **Aprovação em lote** – Possibilita a alteração do *status* de múltiplos documentos, de uma só vez.

11.7 EMISSÃO DE RELATÓRIOS DE ANÁLISE

O sistema também oferece a funcionalidade da emissão de relatórios de análise e de remessas eletrônicas de documentos, possibilitando o compartilhamento de arquivos com usuários internos e externos.

Essas ferramentas proporcionam, ainda, controle eficiente e a visibilidade de cada etapa dos projetos, assegurando aos responsáveis o recebimento das informações necessárias, no tempo certo.

Etapas de projeto com a plataforma Colaborativo	Responsável
Cadastro inicial na plataforma	Colaborador Iguá <i>holding</i>
Envio do planejamento do projeto na planilha-padrão	Projetista
<i>Upload</i> do planejamento na plataforma Colaborativo	Colaborador Iguá <i>holding</i> ou SPE
<i>Upload</i> dos documentos de projeto	Projetista
Validação dos documentos adicionados	Projetista
Primeira verificação (local)	Colaborador da Iguá na SPE
Segunda verificação (<i>holding</i>)	Colaborador da Iguá na <i>holding</i>
Aprovação do documento de projeto	Colaborador da Iguá na <i>holding</i>

Observação

Nas etapas de primeira verificação e segunda verificação, a Iguá Saneamento se reserva o direito de solicitar revisões de projeto, caso considere isso necessário.

11.7.1 Cadastro de documentos gerenciais

No cadastro dos documentos gerenciais, deverá ser escolhido o PEP da obra/projeto. Na sequência, os arquivos deverão ser adicionados na pasta descrita como “DOC_GERENCIAIS”. Nesse diretório, não será necessário o preenchimento prévio do planejamento. Contudo, será essencial a inclusão do título e do anexo, com a possibilidade de ser feita uma breve descrição. Os arquivos que deverão ser anexados nessa pasta são os seguintes:

- Seguro.
- ART.
- Licenças e alvarás.
- Documentos de referencias.
- Documentos de projeto.
- Termo de abertura de projeto/obra.
- Termo de encerramento/obra.
- Termo de gestão de mudança de projeto/obra.

11.8 BOAS PRÁTICAS

Para que se garanta um uso eficiente e produtivo da plataforma Colaborativo na Iguá Saneamento, será essencial que os colaboradores sigam algumas boas práticas ao gerenciarem processos, contratos e demandas. Essas diretrizes ajudarão na otimização do fluxo de trabalho, assegurando, também, a precisão das informações e uma colaboração eficaz entre as equipes e os fornecedores.

11.8.1 Planejamento

Na plataforma Colaborativo, o planejamento de projetos será gerido a partir da criação e da manutenção de um planejamento acessível apenas para usuários com permissão específica. Essa pasta possibilitará ao responsável a publicação e a atualização de planejamentos detalhados, geralmente montados em planilha (Excel). Como regra, essas informações essenciais deverão ser cuidadosamente revisadas, com destaque para os seguintes itens:

- **Título e descrição do documento** – Ajuda a organizar a natureza dos documentos no sistema.
- **Localização e data de emissão prevista** – São dados importantes para o acompanhamento do progresso de cada item.
- **Responsável** – Define o responsável de cada item, condição que assegura a sua identificação, para acompanhamento de emissão e aprovação.
- **Data de aprovação esperada** – Garante a conformidade em relação aos prazos do projeto.

Após o *upload* do planejamento em Excel, o conteúdo assumirá o *status* de “não publicado”, até que o responsável faça a validação e providencie a publicação. A partir dessa etapa, o planejamento se tornará visível para todos os usuários envolvidos.

11.8.2 Gerenciamento de documentos e codificação

A plataforma Colaborativo possibilita o carregamento e a organização de documentos, a partir do cumprimento de regras de validação específicas para cada projeto. Há duas abordagens para que essa validação aconteça. São elas:

- **Codificação** – Define padrão único para cada documento com variáveis específicas, facilitando a organização e o controle.
- **Lista de documentos** – Organiza uma lista de todos os documentos previstos, incluindo a descrição, o usuário responsável e as datas de emissão e aprovação.

Cada documento carregado deverá passar por um processo de validação, que irá assegurar a conformidade em relação às regras de codificação ou à lista de planejamento estabelecida. Documentos que não atendem aos requisitos poderão ser rejeitados. Se isso ocorrer, terão de ser corrigidos pelo usuário.

11.8.3 Acompanhamento de fluxos de trabalho

O sistema de *workflows* automatiza etapas de revisão e aprovação dos documentos, assegurando aos responsáveis o recebimento das informações no momento certo. O fluxo é composto por fases e transições:

- **Estado/status** – Cada documento tem um estado que indica sua posição no processo (exemplos: “pré-cadastrado”, “em revisão” e “aprovado”).
- **Transições** – São alterações de fase, que podem ser manuais (quando um usuário realiza uma ação) ou automáticas, baseadas em critérios predefinidos, como prazo ou campo específico.

A ferramenta oferece o recurso de criação de filtros por fase, possibilitando aos usuários a visualização dos documentos em determinados estados. Com isso, torna-se mais efetivo o acompanhamento e a priorização das tarefas em andamento.

11.8.4 Emissão de relatórios e análises

A plataforma Colaborativo possibilita a emissão de relatórios para o acompanhamento detalhado de documentos e indicadores. São eles:

- **Relatório de documentos** – Exibe todos os documentos cadastrados na pasta, com filtros por *status* e outras variáveis.
- **Relatório gerencial** – Consolida dados de todas as disciplinas ou das áreas de um projeto, assegurando uma visão ampla do seu andamento.

Planejado versus emitido – Apresenta gráficos e tabelas que comparam os números de documentos planejados com os totais efetivamente emitidos, em bases de dados mensais.

Esses relatórios poderão ser exportados para o formato CSV, o que irá garantir uma análise mais detalhada dos dados fora da plataforma.

11.8.5 Remessa Eletrônica de Documentos (RED)

A Remessa Eletrônica de Documentos (RED) é o instrumento de envio de documentos para destinatários sem acesso à plataforma Colaborativo. A ação pode ser feita por meio da disponibilização de *links* temporários para *download*, ativos por 7 dias. Essa funcionalidade é útil para o compartilhamento rápido e seguro de informações com terceiros, garantindo-se controle sobre o acesso e a expiração do conteúdo.

11.8.6 Gráficos de acompanhamento e desempenho

A plataforma Colaborativo também disponibiliza *dashboards* com gráficos que ilustram a quantidade e a porcentagem de documentos em cada fase do *workflow* e por disciplina. Esses gráficos são interativos, o que facilita a visualização de dados complementares quando o usuário passa sobre eles o cursor de seu *mouse*. A ferramenta de gráficos inclui as seguintes informações:

- **Média de dias por fase** – Tempo médio no qual os documentos permanecem em cada fase.
- **Distribuição por disciplina** – Visão das atividades e do fluxo de documentos em cada área do projeto.



 /company/iguasaneamento

 /iguasaneamento

 /iguasaneamento

www.igua.com.br