Manual de Engenharia
da Iguá Saneamento

VOLUME 3

Obras

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)

Volume 1 **Projetos**

1. Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário
2. Setorização e modelagem hidráulica
3. Sustentabilidade
4. Automação, telegestão, telemetria e elétrica das estações
5. Diretrizes de segurança eletrônica e cabeamento estruturado
6. Diretrizes técnicas para Centros de Controle Operacional (CCOs)
7. Elaboração de projetos de fundação, estruturais e geotécnicos
8. Elaboração de projetos e apresentação de documentos técnicos
9. Especificação técnica – codificação de documentos (CAPEX)
10. Diretrizes para elaboração de orçamento
11. Gestão de documentos

Volume 2 **Especificações Técnicas, Equipamentos e Montagem**

1. Tubos e conexões
2. Montagem de barrilete
3. Processo de soldagem
4. Projeto e fornecimento de *boosters* de água em gabinete metálico
5. Montagem de bombas
6. Bombas centrífugas submersíveis
7. Bombas centrífugas
8. Bomba helicoidal
9. Bombas dosadoras de químicos
10. Sopradores de ar do tipo parafuso
11. Medidor de vazão eletromagnético
12. Hidrômetro de diâmetro 20 mm com capacidade para até 3,5 m^3/h
13. Carretel adaptador para ventosa
14. Reservatórios
15. Tratamento de superfícies em unidades de saneamento
16. Guarda-corpo, corrimão, tampas e grades em fibra de vidro com resina termofixa isoftálica
17. Laboratório
18. Sistema preliminar de gradeamento
19. Sistema preliminar compacto de tratamento de efluentes
20. Pintura de tubulação, tampas e acessórios

Volume 3 **Obras**

1. Canteiro de obras
2. Serviços técnicos e preliminares
3. Movimentação de solo
4. Atividades em valas
5. Assentamento de tubulações
6. Repavimentação
7. Construção de poços de visitas
8. Ligações prediais de água e esgoto
9. *Databook*
10. Gestão da qualidade em obras

Volume 4 **Arquitetura**

1. Elaboração do projeto de arquitetura
2. Padrões de acabamentos comuns a todas as áreas
3. Estruturas operacionais, administrativas e de apoio
4. Estruturas de lojas
5. Urbanismo
6. Paisagismo
7. Mobiliário

ÍNDICE

1 Canteiro de obras • 7

1.1 Objetivo • 8

1.2 Descrição e execução das atividades • 8

1.3 Planejamento do canteiro de obras • 8

2 Serviços técnicos e preliminares • 23

2.1 Objetivo • 24

2.2 Considerações gerais • 24

2.3 Considerações específicas • 24

2.4 Sondagem a percussão • 27

2.5 Sondagem a trado • 30

2.6 Pesquisa e remanejamento de interferências • 32

2.7 Acesso provisório • 32

2.8 Preparo do terreno • 33

2.9 Demolição, retirada e transporte • 33

2.10 Cadastro de obras • 34

3 Movimentação de solo • 35

3.1 Introdução • 36

3.2 Considerações gerais • 36

3.3 Considerações específicas • 37

3.4 Ensaios geotécnicos • 42

3.5 Controle de compactação de solo • 45

4 Atividades em valas • 47

4.1. Objetivo • 48

4.2 Abertura, escoramento e reaterro • 49

4.3 Esgotamento de vala • 60

4.4 Esgotamento com bombas • 61

4.5 Rebaixamento de lençol freático – ponteiras filtrantes • 61

4.6 Rebaixamento de lençol freático – com poços • 62

4.7 Assentamento • 63

4.8 Formulários • 66

5. Assentamento de tubulações • 67
5.1 Objetivo • 68
5.2 Descrição e execução das atividades (assentamento de tubulações) • 68
5.3 Armazenamento de equipamentos, materiais e ferramentas • 79
5.4 Reaterro, execução de base e repavimentação • 79
5.5 Controle de qualidade • 79
5.6 Inspeção do serviço • 80

6 Repavimentação • 81
6.1 Objetivo • 82
6.2 Recomposição de pavimento • 82
6.3 Requisitos de segurança • 82
6.4 Reaterro e recomposição da sub-base e da base • 82
6.5 Recomposição de pavimento asfáltico • 83
6.6 Outros tipos de pavimento • 88
6.7 Inspeção do serviço • 94

7 Construção de poços de visita • 95
7.1 Objetivo • 96
7.2 Planejamento e atividades predecessoras • 96
7.3 Tipos de poços de visita • 96
7.4 Impermeabilização • 102
7.5 Inspeção do serviço • 102

8 Ligações prediais de água e esgoto • 103
8.1 Objetivo • 104
8.2 Planejamento e atividades predecessoras • 104
8.3 Sinalização e segurança • 104
8.4 Tipos de ligações prediais • 104
8.5 Ligações de esgoto • 107
8.6 Materiais aplicados • 109
8.7 Repavimentação • 110

9 *Databook* • 111
9.1 Objetivo • 112
9.2 Atribuições e responsabilidades • 112
9.3 Elaboração do *databook* e do *as built* • 112
9.4 Estruturação do *databook* para obras pontuais • 112
9.5 Estruturação do *databook* para obras lineares • 116
9.6 Tramitação de documentos • 116

10 Gestão da qualidade em obras • 117
10.1 Introdução • 118
10.2 Gestão da qualidade • 118
10.3 Controle tecnológico na obra • 122
10.4 Ensaios e testes em obras • 126
10.5 Solicitação de alteração de projeto/obra • 129
10.6 Procedimentos de construção • 131

1

CANTEIRO DE OBRAS

1.1 OBJETIVO

Este capítulo visa estabelecer orientações de apoio às equipes de Engenharia e Fiscalização de Obras sobre os requisitos de projetos, qualidade e segurança na implementação de canteiros de obras.

1.2 DESCRIÇÃO E EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES

O canteiro de obras é a área planejada para alocar e distribuir, de maneira eficiente e inteligente, materiais, pessoas e equipamentos. É um espaço de trabalho temporário, e que poderá ser fixo ou itinerante. Nesse ambiente, são desenvolvidas as operações de apoio e de execução de uma obra.

Ele é composto por áreas de vivência, operacionais e administrativas. O canteiro de obras deverá ser planejado e projetado antes mesmo do início da mobilização, como forma de otimizar a ocupação do local e possibilitar maior eficiência e segurança à obra.

Este volume do Manual de Engenharia da Iguá Saneamento contém parâmetros básicos e padrões pré-estabelecidos para a elaboração do projeto e a implementação e manutenção de um canteiro de obras.

1.2.1 Requisitos legais de segurança e meio ambiente

Obrigatoriamente, a implementação de um canteiro de obras deverá atender aos requisitos da NR 18, que trata das medidas preventivas a serem estabelecidas para a realização dos trabalhos na indústria da construção; e da NR 24, que se refere às condições sanitárias e de conforto nos locais.

Segundo o item 18.4 da NR 18, são obrigatórios a elaboração e o cumprimento do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), que precisará contemplar a norma e outros dispositivos complementares de segurança. O PGR deverá ser elaborado e executado por profissional legalmente habilitado na Área de Segurança do Trabalho. Sua implementação é de responsabilidade do empregador.

A NR 7 e a NR 9 também determinam a existência de programas referentes à saúde ocupacional e à prevenção de riscos ambientais, que deverão se relacionar, integralmente, com a NR 18. É importante, ainda, que sejam observadas as legislações de controle de resíduos NR 25 e as legislações estaduais e municipais.

Antes do início da atividade, será obrigatória a comunicação prévia da obra em sistema informatizado da Subsecretaria de Inspeção do Trabalho (SIT).

1.3 PLANEJAMENTO DO CANTEIRO DE OBRAS

Essa etapa poderá ser definida como o planejamento da logística da obra, o que inclui, por exemplo, a disposição das instalações provisórias, o armazenamento de materiais e a movimentação de trabalhadores e máquinas.

Nessa fase, deverão ser analisados todos os requisitos técnicos e de segurança do trabalho, além das autorizações e da disponibilidade de equipes, equipamentos e materiais. O planejamento deverá atender, integralmente, à NR 18, que determina

as condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção, nos itens aplicáveis.

No estudo preliminar, ainda na fase de planejamento e do projeto de um canteiro de obras, diversos itens deverão ser considerados. Dentre eles, destacam-se os que vêm a seguir.

- Disponibilidade para as ligações de água, energia elétrica, esgoto e telefone, cujas informações necessárias deverão ser solicitadas às respectivas concessionárias.
- Localização e dimensionamento, em função do volume da obra, das áreas para o armazenamento de materiais a granel, como areia e brita.
- Instalação de tapumes ou barreiras para impedir o acesso de pessoas que não atuam na obra.
- Localização e dimensionamento das áreas de vivência, considerando-se as seguintes instalações: sanitários, vestiários, alojamento, local de refeições, cozinha (quando for previsto o preparo de refeições), área de lazer e lavanderia (dotada de meios adequados para a higienização e a passagem de roupas, quando exigir alojamento).
- Localização e dimensionamento das áreas operacionais, considerando-se as seguintes instalações: escritórios, portaria, almoxarifado e depósitos.
- Localização e dimensionamento (quando aplicável) de centrais (como as de concreto), armação de ferro, armação de forma e carpintaria, pré-montagem de instalações, soldagem e corte a quente.
- Localização e dimensionamento dos equipamentos de transporte de materiais e pessoas.
- Verificação das diversas interferências na comunidade e delas na obra.
- Análise cronológica da instalação do canteiro e das atividades de máquinas e equipamentos fixos para determinação, com antecedência, de sua disposição e da construção.

O projeto do canteiro de obras deverá ser elaborado pelo engenheiro responsável legal e aprovado pela equipe técnica da Iguá Saneamento antes da mobilização e do início da obra.

Apesar de não ser algo definitivo, deverá haver um bom projeto, com cronograma e planejamento das instalações provisórias. Isso evita maiores problemas no decorrer da obra, assegura aos trabalhadores seus diretos durante a jornada e resulta em processos mais eficientes.

1.3.1 Canteiro de obras localizadas/central

Existem, basicamente, 3 modalidades de canteiros de obras: os restritos, os lineares e os amplos.

Nos canteiros restritos, a construção ocupa todo o terreno ou a maior parte dele, como acontece, por exemplo, nas obras de estações elevatórias de água e esgoto. Esse tipo é o mais frequente em áreas urbanas, principalmente, em bairros centrais, onde as edificações ocupam praticamente o lote inteiro, sem que haja muito espaço para a instalação do canteiro de obras com todas as estruturas necessárias.

Os lineares são limitados a uma dimensão, com poucas possibilidades de acesso. Poderão ser denominados como itinerantes, pois se movimentam de acordo com o avanço da obra. Têm apenas equipamentos básicos de vivência voltados à oferta de boas condições de alimentação e higiene. Alguns exemplos de canteiros desse tipo: os de redes de água e esgoto e os de redes de drenagem.

Nos canteiros amplos, por sua vez, há a possibilidade de vários acessos para máquinas e veículos, bem como bastante espaço para o armazenamento de materiais e a acomodação dos trabalhadores.

Geralmente, as obras restritas e lineares necessitam de canteiros centrais em locais estratégicos como base de apoio para as equipes de campo. Neles, estão os depósitos de materiais, as áreas administrativas, as áreas operacionais e as estruturas de vivência.

Os canteiros de obras deverão seguir todas as diretrizes descritas neste Manual, o que inclui os amplos (localizados ao lado da obra) e os centrais, que servem de apoio para obras remotas (restritas ou lineares).

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E DE ÁGUA NO CANTEIRO DE OBRAS

ORIENTAÇÕES SOBRE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

- A empresa executante da obra terá de solicitar à concessionária local a ligação provisória de energia elétrica.
- Deverão ser verificados os limites de carga para a ligação em baixa tensão e as medidas da caixa de medição e da altura dos postes.
- A entrada de energia não poderá ser instalada em pontos onde haja a possibilidade de interferência nos acessos definitivos do empreendimento e nem na mesma posição da entrada da energia definitiva.
- A rede de distribuição interna terá de ser prevista em projeto que inclua o diagrama unifilar.
- Deverá ser previsto, também, um quadro geral de onde sairão todas as alimentações para o canteiro, como iluminação, áreas de vivência, quadros parciais e vestiários.
- O aterramento em toda a extensão do canteiro de obras será fundamental para o funcionamento de ferramentas e equipamentos e, em particular, para a proteção dos trabalhadores.
- Deverão ser mantidos os laudos de aterramento dos equipamentos elétricos e das estruturas metálicas (contêineres, gruas etc.)
- Os quadros de distribuição precisarão possuir dispositivos para cadeado. Dessa forma, será possível ao eletricista reenergizar os circuitos em caso de manutenção ou ampliação do canteiro de obras.
- A entrada de energia deverá estar sinalizada com placas de alerta em todas as instalações elétricas.

Apesar de provisórias, as instalações precisarão seguir as normas técnicas e regulamentadoras, como a NBR 5410 (norma para instalações de baixa tensão) e a NR-10 (norma de segurança e de serviços em eletricidade).

ORIENTAÇÕES SOBRE INSTALAÇÃO DE ÁGUA

- A empresa executante da obra terá de solicitar à concessionária local a ligação provisória da água do canteiro.
- Deverá ser verificado o volume de consumo da obra e das instalações de áreas de vivência em função do efetivo total de colaboradores.
- A empresa executante precisará fazer a instalação do padrão de ligação conforme as exigências da concessionária local.
- Não sendo possível o fornecimento pela rede de distribuição, a orientação é a de que, para o consumo das áreas de vivência, o canteiro seja abastecido por caminhões-pipas com água potável, e dentro dos padrões de qualidade exigidos por lei. Para a obra, em si, poderá ser prevista outra forma de abastecimento, devidamente autorizada pelos órgãos competentes.
- Deverá ocorrer a instalação de bebedouro ou dispositivo equivalente na proporção de um equipamento para cada grupo de 25 trabalhadores, sendo vedado o uso de copos coletivos.

FECHAMENTO DO CANTEIRO DE OBRAS

Todo canteiro deverá possuir barreiras para facilitar o controle geral de acesso à obra. Esse isolamento contribuirá para a segurança dos colaboradores e dos visitantes. Servirá também como impedimento externo à visualização da área de trabalho.

As possiblidades de proteção da obra são as seguintes:

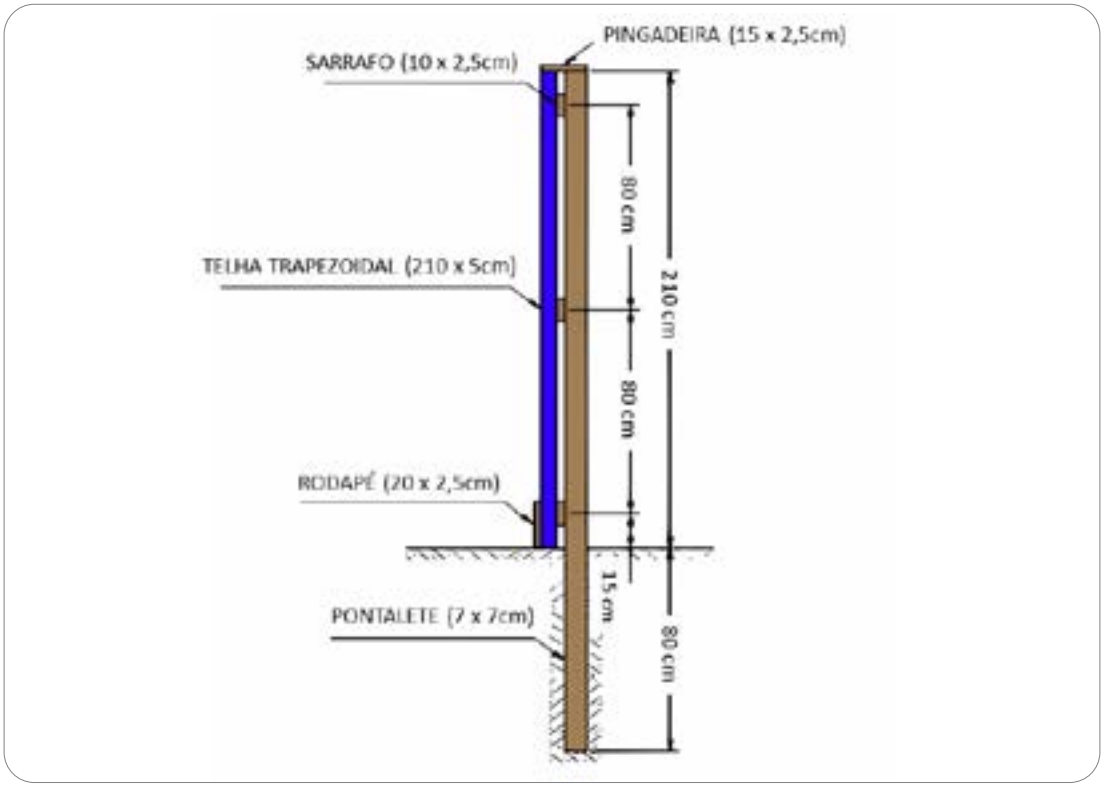
- **Fechamento com tapumes** – A ser utilizado quando é necessário o isolamento por um período mais longo ou em função da complexidade e do risco da obra.
- **Fechamento com barreiras ou cerquites** – A ser adotado em canteiros lineares quando o período de permanência no local for baixo e dinâmico, com deslocamentos periódicos.

O tipo de fechamento a ser empregado deverá ser aprovado previamente pela equipe técnica da Iguá Saneamento.

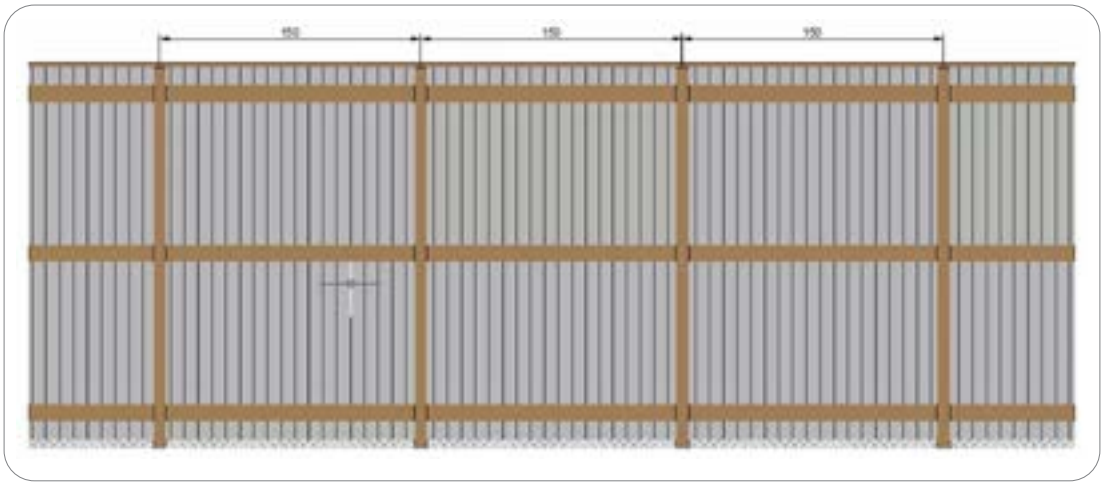
INSTRUÇÕES PARA O FECHAMENTO, COM TAPUMES, DE CANTEIROS DE OBRAS LOCALIZADAS OU DE CANTEIROS CENTRAIS

- Os tapumes terão de ser posicionados no alinhamento do terreno ou conforme a indicação do projeto.
- As instalações das áreas de vivência e operacionais não deverão servir como parte dos tapumes de fechamento.
- Para a construção do fechamento, deverão ser consideradas as condições de declividade do terreno.
- Em terrenos com declividade, as placas de fechamento terão de ser posicionadas totalmente niveladas, para que ocorra a formação de “dentes” na parte superior dos tapumes.
- As placas dos tapumes deverão ser, preferencialmente, de material metálico (estilo telhas trapezoidais), com altura de, no mínimo, 2,1 metros.
- A vista externa precisará conter as cores e a identidade visual de acordo com o padrão da Iguá Saneamento.

- As placas deverão ter travessas na horizontal, com espaçamento de 0,9 metro entre elas, além de rodapé em todo o perímetro.
- O espaçamento entre os pontaletes terá ser de, no máximo, 1,5 metro.



Esquema de montagem e fixação dos tapumes



Vista interna com espaçamento entre os pontaletes

FECHAMENTO DE CANTEIROS DE OBRAS LINEARES (BARREIRAS OU CERQUITES)

Trata-se de medida de segurança importante para evitar que pessoas não autorizadas entrem na área de construção e se coloquem em risco. Existem várias opções disponíveis para esse tipo de fechamento, com preferência para:

- Tela-tapume de *nylon* com balizadores a cada 1,5 metro.

- Cavalete móvel de madeira ou plástico.

- Barreiras de plástico.

A escolha do material dependerá do tipo de obra, do tamanho do canteiro e do orçamento disponível. No entanto, independentemente do material utilizado, será importante garantir que as cercas e as barreiras sejam instaladas corretamente e se mantenham em bom estado de conservação ao longo do tempo.

Além disso, a área cercada deverá ser claramente sinalizada com o aviso “Não entre” e outros elementos de alerta às pessoas sobre o perigo de circulação pela área. Também será importante garantir que haja uma entrada segura à equipe de construção e aos equipamentos pesados, e que, para evitar acidentes, as áreas de pedestres e de tráfego sejam separadas.

ÁREAS DE VIVÊNCIA

São os locais de alimentação, repouso, lazer e necessidades de higiene dos trabalhadores. As áreas de vivência deverão ser executadas a partir de um projeto, atendendo a todos os itens e ao dimensionamento estipulados nas normas brasileiras e regulamentadoras, como a NR 18 e a NR 24. Deverão também ser mantidas em perfeito estado de conservação, higiene, limpeza, conforto e privacidade.

SANITÁRIOS

A NR 18 determina a instalação de um vaso sanitário para cada grupo de até 20 pessoas. Deverão ser previstos, também, o banheiro masculino e o banheiro feminino.

Outras recomendações:

- Os vasos sanitários deverão ter bacia sifonada e assento com tampo individual. Os locais de instalação deverão possuir divisórias e portas independentes, além de contarem com suporte para o papel higiênico e recipiente de descarte.
- Se for apenas masculino, o banheiro deverá ter mictório e lavatório na proporção de um para cada grupo de 20 pessoas.
- Os banheiros precisarão ter lavatórios com material para limpeza e toalha. São proibidas as toalhas coletivas.
- As instalações sanitárias não poderão estar distantes mais do que 150 m da frente de trabalho.
- O esgoto dos banheiros deverá estar conectado a um sistema de tratamento provisório licenciado ou à rede coletora existente.
- Quando a opção for pela instalação de banheiros químicos, os locais deverão ter higienização diária, ventilação, respiro e dispositivos para as pessoas lavarem e enxaguarem as mãos.
- Será fundamental assegurar a manutenção das condições de conservação, limpeza e higiene dos ambientes.
- Os sanitários deverão ter ainda pisos e paredes revestidos por material impermeável e lavável.
- Será obrigatória a instalação de ventilação para área externa ou de sistema de exaustão forçada.

MICTÓRIOS

- Poderão ser do tipo individual ou de calha coletiva com anteparo.
- Cada mictório deverá ser construído com material impermeável e mantido em condições de limpeza e higiene, com dispositivo para enxugamento ou secagem das mãos, sendo proibido o uso de toalhas coletivas.

LAVATÓRIOS

- Poderão ser dos tipos individual, calha ou de tampo coletivo, com várias cubas, sempre com torneiras.

VESTIÁRIOS

Se a atividade laboral necessitar a instalação de chuveiro, então, será obrigatória a construção de vestiário. Para essa situação, a NR 24 indica diretrizes a serem atendidas. São elas:

- Cada vestiário precisará ser dimensionado de acordo com a quantidade de trabalhadores presentes na obra.
- Deverá haver um chuveiro com aquecimento para cada 10 trabalhadores expostos a materiais ou a substâncias infectantes, tóxicas, irritantes ou aerodispersóides. Caso não exista essa situação, será fundamental a instalação de um chuveiro com aquecimento para cada 20 trabalhadores.
- O chuveiro deverá ter *box* individual com porta de acesso para impedir devassamento.
- O *box* precisará ter suportes para toalha e sabonete.
- O *box* deverá possuir estrado plástico para a segurança da área de banho.
- Os vestiários terão de ser equipados com armários metálicos (de portas individuais simples ou duplas), para que possam ser trancados, preservando a segurança e a privacidade dos funcionários.
- O uso rotativo dos armários será permitido caso não eles estejam destinados à guarda de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) ou de vestimentas expostas a material infectante, substância tóxicas, irritantes ou que provoquem sujidade. Para as situações nas quais os trabalhadores tenham essa exposição, os armários deverão ter compartimentos duplos ou, então, serem do tipo simples, com sistema de travamento.
- Será obrigatório que os ambientes permaneçam limpos e conservados.
- Os vestiários deverão ter bancos impermeáveis e laváveis.
- Os pisos precisarão ser de material impermeável e lavável.
- Os espaços deverão receber ventilação adequada.
- O vestiário não deverá ser um local adaptado. Dessa forma, será necessário calcular a área da sala, o total de revestimento e o tamanho dos armários, bem como definir soluções que unam segurança, higiene, conforto e produtividade.

LOCAIS DE REFEIÇÕES

Deverão oferecer aos trabalhadores conforto e higiene durante as refeições, que serão servidas nos intervalos entre as jornadas de trabalho.

Frentes com até 30 funcionários ou distantes do canteiro central, como as de obras lineares, deverão prever, no mínimo, as seguintes estruturas:

- Mesas e cadeiras (em quantidade suficiente).
- Lixeiras com tampa para o descarte de resíduos.
- Bebedouro com água fresca e potável.
- Tenda com proteção ultravioleta para bloqueio da chuva e do sol, quando não houver local coberto.

- Local arejado e em boas condições de conservação, limpeza e higiene.
- Área para a conservação e o aquecimento das refeições.
- Ambiente e material para a lavagem de utensílios usados nas refeições.

A implementação do local de refeição para um efetivo maior do que 30 funcionários, por sua vez, deverá seguir as seguintes orientações:

- O ambiente deverá estar longe das instalações sanitárias e possuir dimensões adequadas para atender à obra.
- O fechamento sobre o compensado deverá ser por tela do tipo mosqueteiro, com cobertura em telhas onduladas ou trapezoidais.
- O piso deverá ser lavável.
- A pintura interna deverá ser branca; e a externa, em cor no padrão da Iguá Saneamento.
- As mesas deverão ter tampos lisos e laváveis.
- O refeitório deverá possuir dispositivos para o armazenamento adequado e o aquecimento das refeições trazidas de casa pelos funcionários.
- Será obrigatória a disponibilização de bebedouro com água filtrada na proporção de um equipamento para cada 25 trabalhadores. A distância entre os dispositivos não poderá ser superior a 100 m.
- A água servida na refeição deverá vir em recipiente portátil e hermético. Será proibido o uso de copo coletivo.
- A quantidade de lugares no refeitório dependerá do número de trabalhadores na obra. Todos deverão ser atendidos. É possível definir turnos para realização das refeições, caso o ambiente não seja suficiente para receber os funcionários.
- O local deverá ter pisos e paredes de material impermeável, com ventilação forçada ou climatização.

O refeitório poderá ser utilizado como área de vivência e sala de treinamento, desde que a iniciativa seja devidamente autorizada. A empresa poderá estabelecer convênios com estabelecimentos do entorno para refeições externas dos trabalhadores, desde que sejam asseguradas condições adequadas de segurança, higiene e conforto e haja a garantia de transporte até o local, quando a situação exigir.

ÁREA DE LAZER

Será obrigatória a existência, no canteiro de obras, de uma área para o lazer e o bem-estar dos funcionários e dotada dos equipamentos básicos. O acesso esse ambiente deverá estar disponível nos intervalos do trabalho.

ALOJAMENTO

As instalações deverão oferecer as condições necessárias para o bem-estar coletivo e individual dos trabalhadores. Norma reguladora define exigências a serem atendidas, entre elas, as seguintes:

- Manutenção de um ambiente limpo e arejado.
- Piso com material impermeável e lavável.

- Existência de armários que possam ser trancados.
- Estrutura para lavagem e secagem diária das roupas ou disponibilização de serviços de lavanderia.
- Coleta diária dos resíduos produzidos no alojamento.
- Disponibilização de roupa de cama em bom estado e limpa.
- Existência de ventilação artificial, quando necessária.
- Colocação de camas com colchões autorizados pelo Inmetro.
- Existência de sanitários separados de acordo com o sexo.
- Previsão de quartos e instalações sanitárias proporcionais ao número de funcionários alojados.
- Existência de camas e beliches sem rebarbas, arestas cortantes e tubos abertos. A resistência deles deverá ser compatível com o uso. As dimensões de cada um desses móveis deverá estar em consonância com o tamanho dos colchões. Deverá haver proteção lateral e escadas fixadas à estrutura dos beliches.

Os requisitos acima são aplicáveis também a alojamentos fora do canteiro de obras.

ÁREAS OPERACIONAIS

ESCRITÓRIO

O dimensionamento do escritório deverá ser baseado no total de funcionários administrativos e de engenharia. As salas de administração, engenharia, segurança do trabalho, almoxarifado e de reuniões deverão ter mobília (mesas, cadeiras, arquivos e balcões) em consonância com as normas de segurança e ergonomia da NR 17.

PORTARIA

Deverá ter uma abertura para que o porteiro possa atendar aos visitantes. A infraestrutura terá de incluir balcão de trabalho e sanitário com lavabo. A pintura terá de seguir o padrão adotado pela Iguá Saneamento. A portaria deverá estar próxima do portão de acesso à obra. O controle de entrada será feito conforme o padrão do sistema de gestão.

ALMOXARIFADO

O canteiro de obras deverá possuir um local destinado ao almoxarifado. Nele, os materiais, as ferramentas de trabalho e os EPIs deverão estar devidamente armazenados e organizados. Para tanto, algumas regras precisarão ser cumpridas. São elas:

- Instalação de gôndolas devidamente identificadas.
- Separação dos materiais de acordo com o seu tipo e sua finalidade.
- Rotulagem e identificação de todos os insumos.
- Disponibilização de *kits* de emergência para o caso de derramamento de produtos químicos.
- Sinalização, com cópia das respectivas Fichas de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), para os produtos químicos perigosos.
- Iluminação e ventilação naturais no almoxarifado, principalmente, para as situações de armazenamento de produtos químicos.

DEPÓSITOS

Os depósitos são áreas designadas ao armazenamento temporário de materiais e equipamentos necessários para a realização de uma construção, como cimento, areia, blocos, madeira, tubos e ferragens. Será importante que essas áreas sejam organizadas e planejadas adequadamente, para que sejam evitados problemas de segurança e atrasos na obra.

Os depósitos precisarão ser de fácil acesso e ter localização próxima das áreas de uso. Os materiais deverão ser armazenados de acordo com sua ordem de utilização. Materiais perecíveis (cimentos e outros) ficarão em locais cobertos, frescos, sem umidade e com proteção contra intempéries.

Alguns insumos poderão ser armazenados ao ar livre, desde que fiquem cobertos e protegidos, e de acordo com as orientações dos fabricantes. Por isso, será importante conhecer os materiais que serão utilizados e reservar locais específicos e adequados a eles no canteiro de obras.

Algumas boas práticas para o gerenciamento de depósitos incluem:

- Identificação de área apropriada no canteiro de obras para o armazenamento dos materiais e equipamentos, levando-se em conta, também, a acessibilidade e a segurança.
- Separação dos materiais de acordo com o tipo e o uso, o que facilitará sua localização e o transporte.
- Instalações de silos/baias para materiais do tipo granular.
- Instalação de estantes com cobertura para o armazenamento das tubulações.
- Manutenção dos materiais em local seco e protegido da chuva e da umidade.
- Armazenamento seguro dos materiais e dos equipamentos para evitar quedas ou furtos.
- Identificação dos materiais e dos equipamentos por meio do uso de etiquetas e/ou placas indicativas.
- Manutenção dos corredores de acesso aos depósitos desobstruídos e sinalizados para que sejam evitados acidentes.
- Limpeza e organização regular dos depósitos, como forma de se evitar o acúmulo de sujeira e resíduos.
- Garantia de que os depósitos estejam de acordo com as normas de segurança estabelecidas pela legislação e pelas autoridades competentes.

LOCALIZAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DAS CENTRAIS

CENTRAL DE ARMAÇÃO DE FERRO

Local onde são produzidas estruturas de aço como colunas, vigas e lajes. Os principais componentes de uma central de armação de ferro são:

- Máquinas ou ferramentas de corte e dobra de aço: utilizadas para cortar e dobrar barras de aço de acordo com as especificações de cada projeto.
- Mesas de trabalho: usadas para posicionar e fixar as barras de aço durante o processo de armação.

- Sistemas de transporte: empregados para mover as barras de aço dentro da central.
- Estoque, em volume adequado, de barras de aço.
- Espaço, organizado e identificado, para o armazenamento de resíduos (sucatas).

A área de Controle de Qualidade será responsável por garantir que as estruturas produzidas atendam às normas técnicas e de segurança protegidas.

Será importante a manutenção de um sistema de gestão da produção para o gerenciamento do fluxo de trabalho na central – do recebimento do projeto à entrega das estruturas prontas.

CENTRAL DE FORMAS E CARPINTARIA

Instalação utilizada para fabricar e preparar as formas e estruturas de madeira necessárias à construção. É, geralmente, localizada no próprio canteiro de obras para facilitar o transporte e reduzir o tempo de preparação das formas e das estruturas de madeira. A central de formas e carpintaria possui equipamentos como serras, plainas, tupias, fresadoras, furadeiras e outros equipamentos especializados.

Além disso, ela deverá ter diversos elementos essenciais, entre eles, os seguintes:

- Máquinas e equipamentos de carpintaria (como serras, plainas, tupias, furadeiras e prensas para atividades de corte, aplainamento, furação e processos de moldagem e acabamento de madeira).
- Ferramentas manuais (martelos, serras, formões, chaves de fenda, entre outras, para complementar os trabalhos realizados com as máquinas).
- Bancadas e mesas de trabalho para a fixação das peças de madeira durante o processo de moldagem e acabamento.
- Área de armazenamento de matérias-primas e produtos acabados.
- Área de secagem da madeira após o processo de moldagem. Ela deverá estar próxima do estoque de madeira e ter comprimento mínimo de 6 m, com área coberta determinada pelo tamanho e pelo porte da obra.
- Painel para controlar a energia elétrica utilizada no local.

Bastante utilizada na construção civil, a serra circular de bancada é um dos instrumentos mais perigosos para o trabalhador. Por isso, as zonas de perigo das máquinas e dos equipamentos deverão ter sistemas de segurança (proteções fixas, proteções móveis, dispositivos interligados etc.) para garantir proteção à saúde e a integridade física das pessoas. A NR 18 (item 18.7) diz que as operações em máquinas e equipamentos necessários à carpintaria deverão ser realizadas somente por trabalhadores qualificados, nos termos da norma.

PRÉ-MONTAGEM DE INSTALAÇÕES

Área onde os elementos pré-fabricados são armazenados e pré-montados antes de serem levantados e instalados em seus locais definitivos. Esses elementos poderão ser estruturas de concreto, vigas, colunas, painéis, estruturas metálicas, tubulações, equipamentos etc.

O pátio de pré-montagem deverá ser planejado e organizado, de forma a possibilitar o armazenamento adequado dos elementos, e com espaço suficiente para a movimentação dos equipamentos de elevação e transporte. Será importante que a área se mostre segura e protegida contra intempéries para garantir a integridade dos materiais armazenados.

O pátio deverá ser dimensionado de acordo com a demanda da obra, com o local devidamente delimitado e identificado por placa.

O objetivo da pré-montagem é reduzir o tempo de produção e instalação dos elementos pré-fabricados no local da construção, além de garantir maior precisão e qualidade na montagem.

OFICINA DE SOLDA E CORTE A QUENTE

Ambiente a ser operado com extremo cuidado em canteiros de obras. Nas áreas de soldagem ou corte a quente, será necessário identificar os riscos presentes e implementar medidas para minimizá-los. Isso inclui a instalação de sistemas de ventilação adequados para prevenir a inalação de fumaça e o acúmulo de gases perigosos. Deverão ocorrer a disponibilização de EPIs (como luvas, óculos de proteção, capacetes de soldagem e roupas de proteção) e a sinalização adequada da área para alertar outros trabalhadores.

Além disso, as atividades de soldagem e corte a quente deverão ser realizadas por profissionais qualificados e devidamente treinados para lidar com as tarefas. Os trabalhadores, por sua vez, precisarão conhecer o manuseio correto dos equipamentos e das ferramentas e, também, os procedimentos de segurança e emergência.

Outra medida importante será a instituição de um plano de emergência para acidentes contendo procedimentos de evacuação, primeiros socorros e extinção de incêndios.

Os componentes de solda e corte a quente poderão variar de acordo com o tipo de trabalho realizado. No entanto, há alguns instrumentos comuns, como os seguintes:

- Maçarico de corte: ferramenta que produz uma chama de alta temperatura para cortar metais. É alimentado por um cilindro de gás combustível e oxigênio.
- Máquina de solda: usada para unir 2 materiais por meio de calor e pressão. Existem diferentes tipos, como solda a arco elétrico, solda MIG e solda TIG.
- Eletrodos: consumíveis usados em soldagem a arco elétrico, são feitos de material compatível com os que são soldados.
- Protetor de solda: EPI que ajuda a preservar o soldador de lesões oculares e queimaduras. Pode incluir capacete, luvas de soldagem, avental de couro e botas de segurança.
- Cilindros de gás: usados para fornecer o gás combustível e o oxigênio necessários para alimentar o maçarico de corte.
- Cabos de solda: usados para conectar a máquina de solda aos eletrodos e aos materiais a serem soldados.
- Ferramentas de corte: serras, cortadores de metal, rebarbadoras e outras ferramentas elétricas usadas para cortar e preparar o material antes da soldagem.

- Materiais de solda: barras de solda, arames de solda e outros itens usados para unir as peças a serem soldadas.
- Equipamentos de segurança: extintores de incêndio, sinalização de segurança, EPIs etc. para garantir a segurança do trabalho.

COMUNICAÇÃO VISUAL

Locais como áreas de vivência, operacionais e administrativas deverão apresentar placas de:

- Identificação dos locais de apoio.
- Indicação das saídas de emergência.
- Advertência sobre riscos existentes, como queda de materiais e pessoas e choque elétrico.
- Alerta quanto à obrigatoriedade do uso de EPI.
- Identificação do isolamento das áreas de movimentação e de transporte de materiais.
- Identificação dos acessos e da circulação de veículos e equipamentos.
- Identificação dos locais com substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis, explosivas e radioativas.

Será necessário, também, haver placas de sinalização distribuídas estrategicamente pelo canteiro de obras, indicando com setas a localização das áreas de vivência e operacionais.

As placas de identificação da obra deverão estar em locais de fácil visualização e, de preferência, próximas do acesso principal. Elas trarão informações como os nomes da obra, da empresa responsável e dos responsáveis técnicos. Os canteiros de obras deverão possuir sistema de comunicação para possibilitar interação com o público externo. Todas as placas de identificação e sinalização deverão seguir o Manual de Sinalização Iguá Saneamento.

SISTEMA DE COLETA DE RESÍDUOS

A implementação de um sistema de coleta seletiva em canteiros de obras é medida importante para reduzir o impacto ambiental causado por resíduos gerados durante a construção.

A empresa deverá estabelecer um plano de coleta seletiva com a identificação dos tipos de resíduos gerados. O plano incluirá a distribuição de lixeiras adequadas e caçambas de entulho. Os funcionários da obra terão de ser treinados para a separação correta dos resíduos gerados e o seu depósito nos locais apropriados. Será fundamental que todos tenham consciência da importância da coleta seletiva e do seu impacto positivo no meio ambiente

Para garantir que os resíduos sejam descartados corretamente, será obrigatório contratar uma empresa especializada em coleta e transporte, e devidamente licenciada e autorizada pelos órgãos ambientais.

Todos os ambientes das áreas de vivência e operacionais deverão ter os conjuntos de coleta seletiva identificados e organizados.

1.3.2 Inspeção do serviço

Caso algum item anterior não seja atendido no momento da atividade, caberá à Fiscalização interromper o trabalho para a correção das irregularidades ou a abertura de uma “não conformidade” contra a empresa contratada, por meio do preenchimento do Relatório de Não Conformidade (RNC) no Colaborativo

2

SERVIÇOS TÉCNICOS E PRELIMINARES

2.1 OBJETIVO

Este capítulo visa apoiar a definição dos parâmetros básicos para a execução e a elaboração de projetos, apresentando, também, informações complementares sobre tópicos como serviços topográficos, sondagens e controle tecnológico dos solos.

2.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os serviços técnicos são caracterizados como apoio à elaboração do projeto e/ou à implementação de uma obra. São executados sempre como auxílio ao projeto, disponibilizando informações necessárias ao seu desenvolvimento, a partir das indicações do projetista. Já os serviços preliminares apoiam a execução do serviço principal ou da obra. Assim, deverão ser programados e executados conforme as necessidades locais da obra.

2.3 CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS

2.3.1 Serviços topográficos

A atividade de topografia tem como objetivo mapear uma porção limitada da superfície terrestre, abrangendo uma área de até 30 km. Por outro lado, a geodésia visa mapear extensas porções dessa mesma superfície, levando em consideração as deformações causadas pela esfericidade terrestre. Dessa forma, é possível afirmar que, por sua natureza menos complexa e restrita, a topografia constitui apenas um segmento da geodésia, considerada uma ciência mais abrangente.

Todos os serviços de geodésia descritos neste Manual deverão ser georreferenciados ao referencial planimétrico do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), e ao referencial altimétrico determinado pelas observações maregráficas feitas na Baía de Imbituba, no litoral de Santa Catarina. Esses dados, por sua vez, são definidos de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e representados no sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator).

A contratada assumirá a exclusiva responsabilidade pela precisão de cotas, distâncias, azimutes e coordenadas; pela fidelidade dos detalhes, mapas e desenhos; pela exatidão das informações relacionadas a propriedades, posse, ocupação ou uso dos imóveis levantados; e pela materialização, em campo, dos dados construtivos das unidades localizadas e das unidades lineares. A contratada deverá se comprometer com a correção de eventuais erros ou distorções identificados pela área de Fiscalização e que não estejam em conformidade com as exigências deste Manual, sem ônus para a Iguá Saneamento.

Os equipamentos de topografia deverão estar devidamente aferidos e calibrados. As estações totais, os teodolitos, os níveis, as trenas, os bastões e os rastreadores de sinais de satélite (GNSS) deverão dispor de certificados de aferição emitidos por entidades oficiais ou universidades, com validade mínima de 2 anos.

A apresentação dos certificados será indispensável para o início dos serviços. Os equipamentos utilizados deverão atender aos níveis de precisão e acurácia exigidos em cada serviço, ficando sujeitos à troca, caso não atendam às especificações básicas, conforme determinado pela área de Fiscalização da Iguá Saneamento.

2.3.2 Cadastro de unidade existente

Consiste no levantamento planialtimétrico detalhado (*as built*) das edificações e dos objetos contidos na área, como obras civis, caixas, abrigos, reservatórios, reatores e extremidades das tubulações enterradas. Deverão ser identificados itens como material, diâmetro, geratriz inferior e superior das chegadas e saídas e direção aproximada em relação às unidades. O objetivo será identificar, com precisão, as interligações hidráulicas. Também deverão ser posicionados os pilares e as medidas das cotas de lajes, de pisos, cumeeiras, parapeitos, rebaixos, extravasores, assim como todas as espessuras de paredes e lajes nas quais for possível o acesso.

Se não existir referência de nível no local, deverá ser realizado o transporte de altitude conforme o item Transporte de Altitude (Cota) ou os seguintes, sendo obrigatória a implementação de uma RN em local protegido e, preferencialmente, no interior da área.

2.3.3 Cadastro do poço de visita e da tubulação existente

O serviço tem como finalidade cadastrar os poços de visita (PVs) e as tubulações associadas à rede de esgotamento sanitário (existentes ou em construção), visando à elaboração de projetos para novas redes. A execução do serviço incluirá a amarração planimétrica dos PVs em relação a referências como alinhamento predial, meio-fio, eixo de rua e margem de córrego. Serão indicadas a distância e a declividade entre os PVs cadastrados.

A localização dos PVs poderá ser definida por meio de instrumentos de medidas com trena, criando-se, para isso, triângulos “amarrados” a pontos bem-definidos nos alinhamentos prediais, como divisas, esquinas e construções. Essa abordagem será aplicável quando houver uma base cartográfica oficial georreferenciada na região, que deverá ser utilizada como referencial para os elementos cadastrados.

O uso da metodologia GNSS RTK na execução desse serviço vai requerer autorização prévia da Iguá Saneamento, com a observância da precisão mínima de 0,03 m em planimetria e altimetria. Essa precisão deverá ser comprovada por meio da apresentação de relatórios de processamento dos pontos coletados. Não será permitido considerar pontos com solução de cálculo de ambiguidades diferentes da fixa.

O cadastramento envolverá a descrição obrigatória do diâmetro, do tipo de material e da extensão das tubulações, além das cotas do tampão, do fundo e da geratriz inferior dos tubos de chegada e saída. Outras informações relevantes, como condições de operação (assoreamento, presença de água, refluxo etc.), também deverão ser registradas para cada PV. Após a coleta em campo, os dados terão de ser processados por *softwares* específicos que fornecerão o posicionamento de cada acessório da rede coletora de esgotos na base digital.

2.3.4 Locação de furos de sondagem

O serviço determina e marca o posicionamento e a altitude do ponto onde será executada a sondagem geológica do terreno. A locação e o levantamento dos furos de sondagem deverão ser realizados a partir de vértices de controle básico ou imediato, referenciando-se todo o trabalho ao DATUM utilizado pela Iguá Saneamento.

Será permitido o uso da metodologia GNSS RTK na execução do serviço, respeitando-se a precisão mínima de 0,03 m em planimetria e em altimetria. A materialização de cada ponto locado deverá ser feita por meio de piquete e, também, de estaca-testemunha (com formatos e implementação de acordo com o padrão da Iguá Saneamento), identificada por seu número e pela altitude ortométrica calculada no topo do piquete.

2.3.5 Levantamento planilaltimétrico cadastral da área

Serviço desenvolvido para se obter a situação planialtimétrica de área necessária ao projeto de uma unidade do sistema ou ao cadastro de unidades localizadas. A área será levantada pela Iguá Saneamento.

2.3.6 Levantamento planialtimétrica cadastral de faixa

Serviço de levantamento cadastral de faixas de servidão, desapropriação e regularização do imobiliário necessário às obras lineares com a finalidade de identificação de divisas, de proprietários atingidos e da base de dados para elaboração de memoriais descritivos.

O trabalho poderá ser realizado por meio de técnicas convencionais (estação total, teodolito, trena etc.), por técnicas espaciais (GPS, Glonass, Galileo etc.) ou por uma combinação das duas.

Deverão ser cadastrados os pontos de divisa do interior da faixa de levantamento, as cercas, os muros, as linhas de transmissão, as construções e as estruturas em geral atingidas pela faixa, todos eles medidos a partir da poligonal principal, com trena de aço ou distanciômetro eletrônico.

O detalhamento do levantamento deverá possibilitar o posicionamento da faixa de servidão/desapropriação no interior da propriedade. Caso sejam lotes urbanos, deverão ser levantadas as testadas dos imóveis. Os nomes dos proprietários dos imóveis deverão ser anotados em croqui e planta, de preferência com os respectivos endereços. Nos casos em que a faixa inviabilizar a utilização da propriedade deverão ser levantadas as divisas do imóvel por completo.

A largura da faixa de levantamento deverá ser de, no mínimo, 20 m ou até que se permita o posicionamento da faixa de servidão em relação ao imóvel atingido.

2.3.7 Seção batimétrica

Trata-se de serviço executado com locação e nivelamento de linha transversal ao curso d'água e que visa obter a representação de uma seção transversal do rio. Quando for realizada a batimetria de seção molhada, a informação deverá ser acrescentada no quadro técnico do período do levantamento contendo a data e o intervalo de hora, principalmente quando no local houver influência de marés e nível de água verificado no início e no final do levantamento.

Para a seção molhada, em rios acima de 5 m de largura, serão levantados níveis a cada metro do fundo do rio e em pontos notáveis. Para rios com largura menor do que 5 m, os níveis deverão ser levantados a cada 0,50 m e em pontos notáveis.

2.4 SONDAGEM A PERCUSSÃO

A sondagem geotécnica consiste na investigação da estrutura do subsolo para subsidiar os estudos que definirão e dimensionarão fundações, contenções e escavações em obras. A empresa de sondagem realizará a pesquisa por meio de furos em quantidade determinada pela Iguá Saneamento, seguindo-se a NBR 6484. A empresa será legalmente responsável pelos serviços e pelos laudos emitidos.

A identificação dos furos de sondagem a percussão seguirá a sigla SP, seguida de números crescentes, orientados na planta de locação. Em casos de múltiplos furos no mesmo ponto, serão acrescentadas as letras A, B, C etc. Para sondagem mista, será utilizada a sigla SM, seguida do número.

2.4.1 Aparelhagem

A empresa de sondagem deverá fornecer o conjunto de equipamentos necessários para a execução de sondagens. A aparelhagem será composta pelos seguintes itens: torre com roldana (tripé), tubos de revestimento, composição de perfuração ou cravação com hastes de lavagem e penetração, trado-concha ou cavadeira, trado helicoidal, trépano de lavagem, amostrador-padrão, cabeças de bateria, martelo padronizado para a cravação do amostrador, baldinho para esgotar o furo, medidor de nível d'água, metro de balcão, recipientes para amostras, bomba d'água centrífuga motorizada, motor com guincho e/ou macacos e/ou saca-tubos, caixa d'água ou tambor com divisória interna para decantação e demais ferramentas gerais necessárias à operação da aparelhagem.

2.4.2 Locação dos furos

Todas as unidades da Iguá Saneamento a serem implementadas serão georreferenciadas, o que possibilitará a localização das áreas, e terão RN com cota real. Assim, cada ponto de sondagem marcado em planta deverá ser locado e nivelado em campo com serviço de topografia e materializado com piquetes de madeira. Deverá ser gravada a identificação do furo em cada piquete, que terá de ser cravado no solo para servir de referência de nível à execução da sondagem.

A locação dos furos de sondagens deverá ser alinhada em função do projeto de concepção estrutural, cuja localização deverá ter a concordância do responsável técnico pela elaboração do projeto estrutural, com posterior validação do time de Engenharia da *holding* da Iguá

2.4.3 Processos de perfuração

As sondagens terão início com a limpeza de área circular de 2 m e a abertura de um sulco para desvio da água de chuva. Em terrenos inclinados, a escolha se dará entre a escavação para nivelamento ou a construir de plataforma para tornar a área de trabalho horizontal.

O processo começar com o trado manual até 1 m, seguido pela instalação do primeiro tubo de revestimento. Nas operações subsequentes, será utilizado o trado helicoidal até o alcance do nível freático. Se houver dificuldades, como avanço inferior a 50 mm ou solos aderentes, será adotada a perfuração por circulação de água (lavagem).

O fundo do furo deverá estar limpo. Se houver desmoronamento, o revestimento será cravado e a limpeza se dará com a recirculação de água. O tubo de revestimento será cravado para que a boca nunca fique abaixo da cota de ensaio penetrométrico. Em casos de fluxo de material, o nível de água será mantido acima do terreno, e a retirada do equipamento será feita lentamente. A equipe de sondagem deverá ter, no mínimo, 6 m de revestimento, podendo-se adicionar aditivos para maiores profundidades. O sistema de circulação será erguido no avanço por lavagem. Quando for alcançada a cota de amostragem, haverá suspensão, mantendo-se a circulação por tempo suficiente para a remoção dos detritos.

O controle da profundidade, com precisão de 10 mm, será feito pela diferença entre o comprimento total das hastes e as sobras em relação a um nível de referência.

2.4.4 Ensaio de penetração padrão (SPT)

O ensaio de penetração, seguindo o método Standard Penetration Test-SPT, será realizado a cada metro, começando com 1 metro de profundidade, utilizando-se, para isso, um amostrador-padrão. Quando a estrutura prevista tiver assentamento superficial, a amostragem poderá começar do nível do terreno, conforme a indicação da Iguá Saneamento.

O procedimento envolverá a cravação do barrilete amostrador por impacto, usando-se, para isso, um martelo de 65 quilos que cai livremente de 75 cm de altura, sendo erguido manualmente para queda vertical sobre a composição do amostrador. O martelo terá uma haste-guia com marcação clara a 75 cm.

O barrilete será suavemente apoiado no fundo do furo, assegurando-se a posição desejada e conexões firmes. A ponteira do amostrador não poderá estar fraturada ou amassada. Após o posicionamento do barrilete, 3 trechos de 15 cm serão marcados na porção da haste fora do revestimento. O martelo será, então, suavemente apoiado sobre a composição de hastes, registrando-se a penetração inicial como “zero golpe”. Se a penetração for menor do que 45 cm, terá início a cravação do barrilete por quedas de martelo, limitada a 50 golpes para alcançar 45 cm de cravação do amostrador.

Deverão ser anotados, em centímetros, o número de golpes e a penetração para a cravação de cada terço do barrilete ou o número de golpes e a penetração respectiva. O valor da resistência à penetração consistirá no número de golpes necessários à cravação dos 30 cm finais do amostrador-padrão.

O ensaio de penetração será interrompido antes dos 45 cm sempre que ocorrerem as seguintes situações:

- O número de golpes ultrapassar 30 em qualquer dos 3 segmentos de 15 cm.
- Um total de 50 golpes tiver sido aplicado durante toda a cravação.
- Não existir avanço do amostrador-padrão durante a aplicação de 5 golpes sucessivos do martelo

A sondagem SPT poderá ser finalizada ao atingir solo resistente (duro para argilas ou compactos para areias), atendidos os critérios de paralisação descritos no item 5.2.4 da NBR 6484 (solo – sondagem de simples reconhecimento com SPT – método de ensaio).

A seguir, são apresentados os critérios de paradas do ensaio da sondagem SPT:

- Deverá ser considerado "impenetrável a percussão, provável rocha ou matacão", depois de realizada a perfuração com trépano (trepanação ou lavagem por tempo), conforme previsto na norma NBR 6484. Ao atingir uma camada impenetrável a percussão (com avanço inferior a 50 mm em 10 min), deverá ser realizado o ensaio de avanço da perfuração com recirculação de água (lavagem). O solo será considerado impenetrável se tiverem ocorrido avanços inferiores a 50 mm em 3 períodos consecutivos de 10 min. Nesse caso de paralisação, o boletim de sondagem deverá mostrar um quadro com os resultados obtidos e indicar "Impenetrabilidade ao trépano de lavagem".
- Deverá ser considerado "impenetrável a percussão" após o procedimento de paralisação, (conforme previsto na norma NBR 6484), ao se atingir solo resistente (duro para argilas ou compacto para areias).
- Deverá ser considerado "limite de sondagem, indicado pelo contratante", caso não seja encontrado impenetrável até a profundidade prevista pelo projeto estrutural.

Caso seja interrompida antes da profundidade de 7 m, a sondagem deverá ser, obrigatoriamente, deslocada até o máximo de 4 vezes e o mínimo de duas vezes, em posições diametralmente opostas a 2 m do furo inicial, com os deslocamentos orientados para dentro da projeção da estrutura a ser implementada.

As amostras obtidas nas sondagens a percussão deverão ser representativas dos materiais atravessados e livres de contaminação. Deverá ser coletada, no mínimo, uma amostra para cada metro perfurado. Se ocorrerem mudanças no transcorrer do metro perfurado, deverão ser coletadas amostras dos diferentes tipos de material. Elas são acondicionadas em caixas de madeira, com dimensões normalizadas e identificação de furo de sondagem, nome e local da obra. As caixas deverão ter tampas com dobradiças.

2.4.5 Resultados

Os resultados preliminares de cada sondagem a percussão terão de ser apresentados até 15 dias após o seu término, em boletins com 3 vias, onde deverão constar, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome da obra e Iguá Saneamento.
- Identificação e localização do furo.
- Diâmetro da sondagem e o método de perfuração.
- Cota, se fornecida pela Fiscalização.
- Data de execução.
- Nome do sondador e da empresa de sondagem.
- Tabela com leituras de nível de água com data, hora, profundidade do furo, profundidade do revestimento e observações sobre eventuais fugas de água, artesianismo etc. Caso não tenha sido atingido o nível da água, deverão constar no boletim a inscrição "furo seco".
- Posição final do revestimento.
- Resultados dos ensaios de penetração, com o número de golpes e o avanço, em centímetros, para cada terço de penetração do amostrador.
- Resultados dos ensaios de lavagem, com o intervalo ensaiado, o avanço, em centímetros, e o tempo de operação da peça de lavagem.
- Resultados dos ensaios de infiltração, com o processo utilizado, a posição das bocas inferior e superior do revestimento, a profundidade do furo, o diâmetro do revestimento e as medidas de absorção de água feitas a cada minuto, com a respectiva unidade.
- Indicação das anomalias observadas.
- Confirmação do preenchimento do furo ou o motivo do seu não preenchimento.
- Motivo de paralisação do furo.
- Prancha com a localização de todos os furos de sondagem realizados na mesma obra (com a indicação sequencial, conforme indicado anteriormente).
- Visto da Fiscalização.

2.5 SONDAGEM A TRADO

As sondagens realizadas com trado deverão ser designadas pela sigla ST, seguida de um número indicativo, que deverá ser sequencial e crescente em cada obra, independentemente do local, da fase ou do objetivo da sondagem. Caso haja a necessidade de execução de mais de um furo no mesmo ponto de investigação, os furos subsequentes receberão a mesma numeração do primeiro, acrescida das letras A, B, C etc.

A empresa responsável pela sondagem deverá fornecer o conjunto de equipamentos necessário para a execução de sondagens de até 6 m de profundidade. Esse conjunto incluirá trado-cavadeira com 4" de diâmetro, trado-concha e trado helicoidal com diâmetros mínimos de 2 ½", hastes, luvas, medidor de nível de água, metro, recipientes para amostras e ferramentas para operação do equipamento.

O início das sondagens irá requerer a limpeza de uma área circular de 2 m de diâmetro ao redor do furo a ser executado, com a abertura de um sulco para desviar a água da enxurrada, em caso de chuva. O avanço da sondagem será realizado, inicialmente, com trado-cavadeira, depositando-se, à sombra, os materiais retirados, com seu agrupamento em montes, de acordo com a profundidade a cada metro perfurado.

O controle das profundidades dos furos será feito pela diferença entre o comprimento total das hastes e o trado e a sobra das hastes em relação à boca do furo, com precisão de 10 mm.

Em diversos casos, a sondagem será considerada concluída ser for atingida a profundidade especificada (6 m de profundidade), ocorrerem desmoronamentos sucessivos da parede do furo ou se o avanço do trado for inferior a 5 cm em 10 min de operação contínua de perfuração. Em terrenos impenetráveis, a critério da Fiscalização, o furo poderá ser encerrado, iniciando-se, então, um novo deslocado em posições específicas. Durante intervalos e períodos de espera, o furo deverá ser tampado para proteção contra a entrada de água de chuva.

2.5.1 Amostragem

Se o material perfurado for homogêneo, as amostras deverão ser coletadas a cada metro, desde que não haja orientação contrária da Fiscalização. Se houver mudanças no transcorrer de 1 m perfurado, deverão ser coletadas amostras de todos os tipos de materiais. Elas serão identificadas por uma etiqueta externa e outra interna (ao recipiente de amostragem. Nelas, deverão constar as seguintes informações:

- Nome da obra.
- Nome do local.
- Número do furo.
- Intervalo de profundidade da amostra.
- Data de coleta.

As anotações deverão ser feitas em papel-cartão, e com as etiquetas protegidas de avarias no manuseio das amostras.

2.5.2 Resultados

Os resultados preliminares de cada sondagem a trado deverão ser apresentados até 15 dias após o término do trabalho, em boletins com 3 vias, onde deverão estar, no mínimo, as seguintes informações:

- Nome da obra e da Iguá Saneamento.
- Identificação e localização do furo.

- Diâmetro da sondagem.
- Cota, se tiver sido fornecida pela Fiscalização.
- Data de execução.
- Estratigrafia, utilizando-se a classificação de solos deste Manual.
- Profundidade das amostras coletadas.
- Motivo da paralisação.
- Medida de nível de água com data, hora e profundidade do furo. Caso o nível de água não tiver sido atingido, deverá constar a inscrição “furo seco”.

Até 30 dias após o término do último furo da sequência programada, deverão ser entregues os seguintes documentos, que formarão o relatório final:

- Texto explicativo com localização, tempo gasto, totais de furos executados e metros perfurados, e outras informações de interesse e conhecimento da empresa contratada, com o nome e a assinatura do responsável.
- Planta de localização de furos de sondagens e esboço com distâncias e amarrações a elementos fixos e bem-definidos no terreno. A planta deverá apresentar, ainda, a posição de referência de nível (RN) tomada para o nivelamento das bocas de sondagem e a descrição sumária do elemento físico tomado como RN.

2.6 PESQUISA E REMANEJAMENTO DE INTERFERÊNCIAS

Serão consideradas interferências os obstáculos presentes na superfície (como postes, muros, cercas, árvores etc.) ou subterrâneos (redes de distribuição de água, coleta de esgoto, galerias de águas pluviais, energia elétrica, telefonia, gás etc.) que impossibilitem ou dificultem a execução dos projetos relacionados às unidades dos Sistemas de Abastecimento de Água e Esgoto da Iguá Saneamento.

Antes de iniciar os serviços, a contratada terá de entrar em contato com os diversos órgãos responsáveis para confirmar a existência ou não de interferências. Toda precaução deverá ser tomada para que sejam evitados danos às interferências superficiais e subterrâneas. No caso das interferências subterrâneas, a empresa contratada será responsável pela condução de sondagens e pesquisas para a verificação e a confirmação da existência e a localização dessas interferências.

2.7 ACESSO PROVISÓRIO

Trata-se de trajeto de serviço concebido para possibilitar a entrada de equipamentos e veículos na área da obra, empréstimos e jazidas, entre outros locais. Sua execução irá requerer o uso de equipamentos apropriados, devendo ser apresentadas as condições de rampa e drenagem estritamente necessárias para o uso eficiente de equipamentos e veículos. A construção desse caminho só será permitida com a autorização prévia da Fiscalização, sendo essencial a adoção de precauções para a garantia da segurança pessoal e ambiental.

A localização do caminho de serviço deverá evitar interferências com áreas ambientalmente sensíveis e a fragmentação de habitats naturais, incluindo-se dispositivos adequados para a drenagem e o controle de erosão. Após a conclusão da obra, os acessos temporários terão de ser devidamente restaurados de acordo com a legislação em vigor. Materiais de jazidas licenciadas deverão ser utilizados na construção dos acessos. A restauração das condições originais de todos os trechos de terreno afetados pela construção do caminho de serviço deverá assegurar que as águas superficiais fluam naturalmente, sem impedimentos ou desvios.

2.8 PREPARO DO TERRENO

Consiste na remoção da camada vegetal, de tocos, raízes e galhos. O material retirado deverá ser removido para local apropriado, a critério da Fiscalização, devendo ser tomados todos os cuidados necessários à segurança pessoal e do meio ambiente.

Deverão ser preservadas as árvores, a vegetação de qualidade e a grama, para que não interfiram no desenvolvimento do serviço. Será atribuição da contratada, sob orientação da Iguá Saneamento, a obtenção, no órgão competente, de autorização florestal para o desmatamento. Esses serviços não serão aplicados à conservação e à manutenção de áreas verdes das unidades operacionais existentes.

2.9 DEMOLIÇÃO, RETIRADA E TRANSPORTE

Os serviços de demolição deverão atender às exigências de reaproveitamento ou descarte, conforme determinação da área de Fiscalização da Iguá Saneamento. A critério da contratante, esses serviços poderão ser contratados e executados em troca parcial ou total dos materiais remanescentes.

Na impossibilidade de reaproveitamento dos materiais, poderão ser empregados métodos mecânicos de demolição, como derrubada, coleta por arrasto, carregamento por meio de carregadeiras ou transporte e descarga por caminhões basculantes ou caçambas do tipo *brooks*. Materiais reaproveitáveis, como peças de madeira, esquadrias, telhas, tijolos e vidros, são de propriedade da Iguá Saneamento e deverão ser transportados para um local designado pela Fiscalização, seguindo-se os cuidados necessários para cada tipo.

Demolições de reservatórios elevados de concreto deverão ser objeto de uma proposta específica. O armazenamento e a destinação dos resíduos terão de atender à legislação vigente, especificamente, a Resolução Conama nº 307/2002. Nos serviços de remoção de entulhos, num raio de até 10 quilômetros, será permitido o uso de caminhões com carga e descarga manual, sem restrição quanto ao tipo de revestimento das rodovias ou das ruas. Alternativamente, sacolões de lona tipo *bag* ou caçambas tipo *brooks* poderão ser utilizados.

No transporte de resíduos sólidos, como entulho e lixo, será crucial que se evite o excesso de carga. Os materiais transportados em caçambas e carrocerias deverão ser protegidos por lona devidamente fixada. O transporte de entulhos até o aterro apropriado terá de ser realizado por empresa com registro e autorização municipal.

2.10 CADASTRO DE OBRAS

As obras realizadas em adutoras, anéis e redes de água, emissários, interceptores, coletores e redes coletoras de esgoto, como de remanejamento, ampliação, interligação, substituição ou desligamento de redes de água e esgoto, instalação ou retirada de registros, ventosas, válvulas redutoras de pressão, hidrantes, deverão ser cadastradas e entregues à Iguá Saneamento após a conclusão da obra. Esse cadastro técnico será essencial para a composição do banco de dados da empresa, que passará a contar, então, com informações confiáveis e reais para operações futuras.

A coleta e o registro dos dados necessários para a elaboração do cadastro deverão ser realizados pela contratada durante a execução dos serviços, que disponibilizará pessoa habilitada para essa atividade. A contratada será responsável por todas as informações fornecidas, bem como por atestar a veracidade dos dados entregues.

As informações deverão estar disponíveis para fiscalização da Iguá Saneamento em qualquer momento. Uma vez solicitadas, as informações deverão ser entregues periodicamente durante a execução da obra, especialmente, em casos de longos trechos de rede de água e/ou esgoto.

A construção, a reforma e/ou a ampliação de barragens, captações, ETAs, reservatórios, elevatórias, *boosters*, ETEs, RALFs etc. deverão ter suas medidas e características atualizadas no projeto *as built* (conforme construído).

O cadastro da obra localizada deverá ser elaborado, continuamente, durante a execução. Qualquer alteração no projeto executivo deverá ter autorização formal do engenheiro fiscal da Iguá Saneamento. Todas as mudanças terão de ser registradas em boletim de ocorrência e na prancha do projeto, com a anuência da Fiscalização.

Em unidades já em operação, as novas obras deverão ser amarradas triangularmente com pontos notáveis existentes e fixos, incluindo-se as novas cotas. Os elementos circunvizinhos deverão ser representados graficamente. Após a conclusão de uma unidade, as pranchas não alteradas terão de ser entregues à Fiscalização.

Se houver modificações, a contratada deverá realizar as alterações conforme o real executado, com a Iguá Saneamento disponibilizando o projeto original para referência.

Com ou sem alternações, o arquivo digital e as pranchas impressas entregues deverão conter, acima do carimbo, a anotação *as built* (construção ocorrida, exatamente, como previsto no cadastro). Caso existam alterações, a contratada deverá entregar o projeto alterado em meio digital e em cópia física, para as devidas assinaturas, conforme detalhado no edital e dentro do prazo estipulado.

3

MOVIMENTAÇÃO DE SOLO

3.1 INTRODUÇÃO

Na análise e execução de projetos de engenharia, a movimentação de solo desempenha papel central na configuração e adaptação do ambiente construtivo. Esta diretriz técnica foi concebida para oferecer um conjunto sistemático de orientações e procedimentos direcionados à movimentação de solo, proporcionando uma abordagem criteriosa e uniforme aos profissionais e às equipes envolvidos em atividades dessa natureza.

Ao destacar princípios fundamentais e práticas recomendadas, a diretriz visa promover a execução eficaz, segura e sustentável da movimentação de solo em projetos diversos, contribuindo para o sucesso e a integridade das operações no âmbito da engenharia civil e da engenharia ambiental.

3.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Como parte de projetos de engenharia, a movimentação de solo demanda abordagem criteriosa e coordenada para que sejam garantidas a eficácia, a segurança e a sustentabilidade das operações e das intervenções. Esta diretriz estabelece considerações gerais para orientar a movimentação de solo de maneira eficiente, atendendo aos padrões técnicos mais elevados.

3.2.1 Análise preliminar do solo

Antes de iniciar qualquer movimentação de solo, será crucial conduzir uma análise detalhada das características geotécnicas do terreno. Esta análise proporciona informações essenciais para determinar a abordagem mais apropriada e minimizar riscos associados a instabilidades do solo.

3.2.2 Planejamento estratégico

Um planejamento estratégico abrangente será fundamental ao processo, o que deverá incluir a definição de metas claras, avaliação de recursos necessários e o estabelecimento de prazos realistas. Esse processo irá assegurar a eficiência operacional e a redução de impactos ambientais.

3.2.3 Técnicas de movimentação de solo

A diretriz abrange uma variedade de técnicas de movimentação de solo, desde escavações e aterros até a utilização de maquinário pesado. A escolha da técnica apropriada deverá considerar as características do solo, os requisitos do projeto e as normas de segurança vigentes.

3.2.4 Gestão de resíduos e impactos ambientais

A gestão responsável dos resíduos gerados durante a movimentação de solo deverá ser uma prioridade. Estratégias para a minimização dos impactos ambientais, como erosão e sedimentação, deverão ser incorporadas ao planejamento, alinhando-se aos princípios da sustentabilidade.

3.2.5 Monitoramento contínuo

A execução de movimentação de solo demandará monitoramento permanente para a avaliação da conformidade em relação às especificações do projeto, identificação de potenciais desvios e garantia da integridade estrutural do solo.

Ao seguir essas considerações gerais, a movimentação de solo se tornará um processo controlado, sustentável e eficiente, promovendo a qualidade e a segurança nas atividades de engenharia civil e engenharia ambiental.

As máquinas e os equipamentos utilizados para a movimentação de terra deverão ser regulados frequentemente para se evitar a emissão abusiva de ruídos e poeiras. Os trabalhos que possam gerar ruídos deverão ser executados em período diurno (evitando-se domingos e feriados), como forma de minimizar os incômodos à população.

3.3 CONSIDERAÇÕES ESPECÍFICAS

3.3.1 Escavação

A execução de escavações demandará uma meticulosa análise prévia das condições geotécnicas do solo, visando identificar potenciais riscos de desmoronamento. Durante todo o processo, será imperativo o monitoramento contínuo da estabilidade das paredes da escavação, implementando-se, para isso, medidas de proteção como escoramento adequado, sempre que necessário.

A segurança dos trabalhadores e a integridade estrutural das escavações deverão ser prioridades absolutas, e qualquer sinal de instabilidade deverá resultar em ações corretivas imediatas. Além disso, a disposição apropriada dos resíduos de escavação e o manejo consciente dos recursos naturais são práticas fundamentais para a promoção da sustentabilidade ambiental em projetos que envolvam operações de escavação.

Qualquer escavação poderá ser executada manualmente ou mecanicamente, mediante a aprovação da Iguá Saneamento ao método proposto pela contratada. Se for autorizada a escavação mecânica, todos os danos causados à propriedade, bem como o levantamento e a reposição de pavimentos além das larguras especificadas, serão da responsabilidade da contratada.

Os equipamentos deverão ser adequados aos tipos e às profundidades de escavação. Na falta desses recursos, a Fiscalização poderá permitir o uso de outro tipo de equipamento. Tal liberalidade não será justificativa para a ocorrência de atrasos no cronograma da obra.

A determinação adequada da largura da vala será um aspecto crítico na fase de escavação, regido por normas técnicas específicas, como a NBR 9061. A largura a ser estabelecida deverá considerar não apenas as dimensões do elemento a ser instalado, mas também fatores de segurança e condições do solo.

Em terrenos coesivos, a largura da vala deverá possibilitar a movimentação segura dos trabalhadores e dos equipamentos. Em solos granulares, deverão ser evitados desmoronamentos, por meio do uso de medidas como escoramento lateral. A observância rigorosa das especificações de largura contribuirá para a eficiência da operação, a segurança dos envolvidos e a integridade das estruturas instaladas na vala.

As valas deverão ser abertas e fechadas no mesmo dia, especialmente, em áreas movimentadas como travessias de ruas e acessos, a fim de assegurar condições seguras para o tráfego de veículos e pedestres. Em situações excepcionais, quando as valas permanecerem abertas por mais de um dia, será necessária a instalação de passadiços temporários nos acessos de veículos e pedestres. Nessas circunstâncias, toda a extensão da vala deverá ser devidamente sinalizada e protegida.

Nas escavações em solos de baixa coesão, visando à estabilidade das paredes da escavação e a garantia da segurança, a Fiscalização poderá autorizar a colocação de taludes inclinados a partir da cota superior da tubulação, respeitando-se o ângulo de atrito natural do material escavado. Essa autorização será válida apenas quando a vala não estiver em ruas ou áreas de tráfego veicular. Na impossibilidade técnica ou econômica de empregar tal recurso, a alternativa será a utilização de escoramentos, escolhidos conforme as necessidades específicas de cada caso.

No desmonte de rocha, a preferência recairá sobre o uso de equipamentos rompedores apropriados e de argamassa expansiva, com a solução variando de acordo com o tipo de rocha, o volume a ser escavado e outras condições locais. O emprego de explosivos será considerado excepcional, e poderá ser autorizado em casos específicos, como na escavação de solos rochosos de dureza significativa, sempre seguindo-se as normativas de segurança e as regulamentações locais.

A contratada será responsável por danos ocasionados a propriedades, veículos, pessoas e serviços de utilidade pública durante a realização das atividades indicadas nesta diretriz.

3.3.2 Aterro/reaterro em valas e cavas

O aterro e o reaterro em valas e cavas são etapas fundamentais que exigem cuidados específicos para que sejam garantidos a estabilidade do terreno e o correto suporte às estruturas. A execução dessas operações deverá seguir rigorosamente as especificações do projeto, considerando-se não apenas as dimensões do elemento a ser aterrado, mas, também, as características geotécnicas do solo circundante.

O processo de aterro/reaterro deverá ser realizado em camadas controladas, cada uma delas compactada de acordo com normas técnicas estabelecidas, como a NBR 7182. Durante a execução, a atenção deverá ser voltada para a prevenção de vazios no aterro, garantindo-se, assim, uma distribuição homogênea do material.

O reaterro das valas estará condicionado à liberação, pela área de Fiscalização, do assentamento da tubulação. Em situações em que o material escavado se revelar inadequado para o reaterro, será necessária sua substituição por material de qualidade superior. Esse processo será especialmente crucial quando a vala estiver em ruas ou áreas de trânsito veicular, exigindo-se, assim, a substituição de solos que comprometam a adequada compactação para suportar o tráfego.

Em casos excepcionais, nos quais o reaterro não puder ser feito no mesmo dia, medidas para preservação da estabilidade do terreno deverão ser adotadas, entre elas, o uso de materiais adequados e a realização de compactações intermediárias. O processo deverá ser acompanhado de perto pela Fiscalização, que desempenhará papel decisivo na verificação da conformidade com as normas estabelecidas e na promoção da segurança e da eficiência das operações.

A compactação adequada do material de aterro será essencial para que seja prevenida a ocorrência de futuros recalques e para que se assegure a resistência necessária. Em locais com presença de água, será fundamental a implementação de sistemas de drenagem eficientes. Assim, serão evitados problemas relacionados à saturação do solo.

Nas áreas sujeitas a aterros, a escolha do solo terá de ser estrategicamente planejada. Ele deverá ser proveniente de áreas com licença ambiental para exploração. Antes do transporte, será essencial uma análise detalhada no local de origem. Isso deverá abranger características como tipo de solo, quantidade disponível, homogeneidade, descarte de capeamento, compactação, umidade, suporte, expansibilidade e compressibilidade. O solo deverá estar sem materiais orgânicos, contaminantes ou qualquer tipo de entulho, garantindo-se a qualidade do aterro.

No contexto de reservatórios e estações de tratamento, o reaterro será realizado, preferencialmente, após o teste hidráulico das estruturas, com o enchimento de água até o nível máximo de operação. A execução de aterros próxima de estruturas de concreto será permitida somente quando elas atingirem idade igual ou superior a 28 dias, a menos que situações excepcionais sejam previamente aprovadas pela Fiscalização. Essas medidas irão garantir a estabilidade das estruturas e o desempenho eficaz das operações envolvidas no aterro/reaterro.

3.3.3 Compactação em valas

A compactação em valas é uma fase fundamental para assegurar a estabilidade e a resistência do solo após o processo de escavação. A utilização de técnicas adequadas de compactação visará garantir a consolidação uniforme do material para que sejam evitados futuros assentamentos e se mantenha a integridade das estruturas instaladas.

A escolha do equipamento de compactação deverá ser compatível com as características do solo e as especificações do projeto. Durante a execução, deverão ser adotadas práticas que garantam a obtenção dos parâmetros de compactação exigidos, conforme normativas técnicas como a NBR 7182.

A compactação nos aterros/reaterros em valas deverá ser, inicialmente, realizada de forma manual, em camadas de 20 cm, alcançando-se altura mínima de 30 cm acima da geratriz superior das tubulações. A partir desse ponto, será obrigatória a realização da compactação mecânica, utilizando-se, para isso, equipamento do tipo sapo mecânico e se mantendo a espessura com camadas de 20 cm.

Qualquer defeito na pavimentação construída sobre o reaterro, assim como possíveis recalques do terreno resultantes de compactação inadequada, serão de responsabilidade da contratada.

Quanto ao processo de compactação da areia utilizada para o embasamento e envolvimento das tubulações, as seguintes diretrizes deverão ser respeitadas:

- Para tubulações de PVC/PEAD/PRFV/RPVC até DN 400, a compactação da areia de embasamento deverá ser realizada manualmente, assim como o envolvimento da tubulação, com foco, apenas, nas laterais e não diretamente sobre a tubulação.

- Para tubulações de qualquer material acima de DN 400, a compactação da areia de embasamento deverá ser feita por meio de placa vibratória. No que se refere ao envolvimento, a compactação deverá ser realizada com vibrador de imersão e água.

3.3.4 Compactação não em valas

A compactação em áreas que não envolvem valas será uma etapa decisiva para a garantia da estabilidade e da resistência do solo, contribuindo, assim, para a integridade das estruturas e prevenindo assentamentos futuros. A operação será realizada de acordo com as especificações do projeto, visando atender aos parâmetros de compactação exigidos.

O processo de compactação não em valas deverá ser executado com equipamentos apropriados para o tipo de solo, considerando-se suas características geotécnicas. Na dependência das dimensões do aterro, do tipo de solo e do grau de compactação que se queira obter, a atividade poderá ser feita por meio de soquetes, sapos mecânicos, placas vibratórias, pé de carneiro, rolos etc.

A metodologia na compactação de aterros/reaterros realizados com areia, bem como as espessuras máximas das camadas, deverão ser aprovadas pela Fiscalização. A compactação mecânica, fora do contexto de valas, será considerada essencial sempre que ocorrer a incorporação ou a substituição de solo por importação. O processo terá como base o adensamento do solo para a redução dos índices de vazios, visando aprimorar as propriedades relacionadas à capacidade de suporte, a variação volumétrica e a impermeabilização.

3.3.5 Jazida

A escolha das fontes de agregados destinados à provisão ou à complementação dos volumes necessários à execução de aterros ou reaterros é de suma importância para a garantia da qualidade e da conformidade dos materiais utilizados na construção civil. As jazidas selecionadas desempenham um papel decisivo nesse processo, influenciando diretamente as propriedades físicas e químicas dos agregados, o que, por sua vez, impacta na resistência e na durabilidade das estruturas construídas.

O processo de extração desses materiais deverá seguir estritamente as legislações ambientais aplicáveis, sendo essencial a obtenção de todas as licenças e autorizações necessárias. A área de Fiscalização, por sua vez, desempenhará função destacada na supervisão contínua das práticas de extração, garantindo a conformidade com as normativas vigentes e a preservação ambiental.

Assegurar a procedência e a conformidade dos agregados provenientes dessas jazidas evitará problemas como segregação, expansão excessiva e reatividade álcali-agregado. O controle rigoroso, desde a seleção das fontes até o uso final, será importante para a garantia do desempenho e da segurança das estruturas construídas em aterros ou reaterros.

Ficará sob a responsabilidade da executora a apresentação dos documentos que comprovem a compra, a posse ou a autorização para uso do material proveniente da jazida. Além disso, a contratada deverá apresentar os documentos de licenciamento ambiental e demonstrar o atendimento às exigências legais relacionadas à extração de solos.

3.3.6 Corte e aterro compensado

O processo de corte e aterro compensado desempenhará função vital na modelagem do terreno, visando atender às necessidades do projeto de forma equilibrada e sustentável. Essa prática consiste na remoção controlada de material de um local (corte) e na sua aplicação estratégica em outro (aterro), buscando-se minimizar os impactos ambientais e otimizar o aproveitamento de recursos disponíveis.

Para o corte e aterro compensado, deverá ser utilizado um trator de esteira. A distância entre os centros geométricos dos volumes escavados e dos aterrados não deverá ser superior a 40 m. Caso a distância seja maior, o transporte deverá ser feito por caminhões.

3.3.7 Cargas, descarga e transporte de solos

A movimentação de solos englobando carga, descarga e transporte constitui etapa fundamental em projetos de engenharia civil, requerendo cuidados específicos para a garantia da eficiência operacional e a preservação ambiental. Esse processo abrange a manipulação de materiais terrosos (da extração à destinação final) para a realização de cortes, aterros ou outras finalidades específicas.

Durante a carga e descarga de solos, será imprescindível o uso de equipamentos apropriados que evitem a segregação ou a compactação excessiva do material. A conformidade com as especificações do projeto, incluindo a minimização de perdas e a prevenção de danos ambientais, deverá ser assegurada em todas as fases.

O transporte eficiente de solos demandará a escolha adequada de veículos e rotas. Deverão ser consideradas não apenas a distância a ser percorrida, mas, também, a capacidade de carga e a resistência do solo transportado. A adoção de medidas para controle de emissões, evitando-se a dispersão de partículas durante o transporte, será fundamental para a minimização dos impactos ambientais.

Será necessária a realização de importações caso o material escavado não atenda aos requisitos de qualidade exigidos para reaterro ou quando os volumes a serem aterrados superarem a disponibilidade de material no local da obra. O material importado deverá ser proveniente de jazidas cujas distância e qualidade do solo precisarão ser aprovadas pela Fiscalização.

Os resíduos resultantes das escavações, compreendendo o volume ocupado por tubulações, caixas, poços, estruturas, embasamentos, entre outros itens, deverão ser destinados a locais apropriados, como áreas de aterros e pontos de bota-fora, devidamente licenciados pelo órgão competente. Essa responsabilidade será da contratada. A critério da Fiscalização, poderá ocorrer a dispersa desses materiais no próprio local da obra.

3.3.8 Desmonte de rocha

O desmonte de rocha é uma operação técnica essencial em projetos de engenharia civil que envolvem a remoção controlada de maciços rochosos. Essa prática visa preparar o terreno para a execução de obras como fundações, túneis ou outras estruturas, requerendo métodos específicos de garantir da eficácia e da segurança.

Durante o desmonte de rocha, deverão ser adotadas técnicas compatíveis com as características geológicas do material, garantindo-se, assim, uma fragmentação adequada e se evitando danos indesejados. A escolha do método de desmonte, que poderá envolver o uso de equipamentos rompedores, argamassa expansiva ou, até mesmo, explosivos em situações excepcionais, terá de ser cuidadosamente avaliada de acordo com o tipo de rocha, o volume a ser escavado e as condições locais.

Preferencialmente, nas operações de desmonte de rocha, a escolha deverá recair sobre métodos mais controlados, como o uso de rompedores, argamassa expansiva e corte diamantado. Tais técnicas proporcionam maior precisão e controle sobre a fragmentação da rocha, minimizando impactos indesejados e aumentando a segurança no local de trabalho.

O desmonte com explosivos deverá ser considerado como último recurso, e adotado apenas quando as alternativas mencionadas não se mostrarem viáveis dos pontos de vista técnico, econômico ou de segurança. Nesse caso, a execução do desmonte com explosivos deverá obedecer rigorosamente às normas e regulamentações específicas, garantindo-se a segurança das pessoas, das estruturas circunvizinhas e do meio ambiente.

3.4 ENSAIOS GEOTÉCNICOS

3.4.1 Resistência à compressão simples (SPT)

O propósito desse tipo de ensaio será determinar a resistência à compressão simples de amostras indeformadas de solos coesivos, especificamente o corpo de prova de argila, em sua umidade natural. O ensaio é classificado como não adensado e não drenado, e realizado com a pressão de confinamento nula. A norma que regulamenta o procedimento é a NBR 12770.

No decorrer do ensaio, uma carga axial deverá ser aplicada, de forma rápida, sobre o corpo de prova, provocando sua ruptura. Para corpos de prova de argila saturados semelhantes, o resultado obtido será a resistência não drenada do solo.

3.4.2 Adensamento

Visa investigar a deformabilidade de solos argilosos. Na execução desse teste de laboratório, uma amostra saturada e indeformada de solo argiloso será submetida a diversos estágios de carga, enquanto são registrados os deslocamentos verticais resultantes. No modelo de cálculo adotado, os deslocamentos serão atribuídos à dissipação da poropressão ao longo do tempo, destacando-se como aspectos analíticos específicos os seguintes:

- Recalque por adensamento.
- Tensão de Pré-Adensamento

3.4.3 Permeabilidade *in situ*

O ensaio de infiltração na sondagem SPT estudará o comportamento do fluxo no solo quanto ao submetido à infiltração de água, definindo o parâmetro dado pela condutividade hidráulica ou permeabilidade dos solos saturados ("Ensaios em permeabilidade em solos", boletim nº 4/1996 da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia), sendo a análise aplicável ao estudo do rebaixamento do lençol freático.

Sempre que a sondagem SPT acusar a presença de água acima da cota de assentamento das estruturas, o Projeto Básico Geotécnico definirá um sistema de rebaixamento do lençol no qual o parâmetro do solo necessário será a condutividade hidráulica. O ensaio poderá ser desconsiderado caso a sondagem não detectar a existência de lençol freático.

O ensaio de infiltração será realizado durante a execução da sondagem SPT, aproveitando-se todos os materiais já instalados na sondagem como o revestimento.

Para a determinação da permeabilidade vertical, a sondagem SPT será interrompido na cota do ensaio, e o revestimento será levado até o fundo do fuste, possibilitando que a água percole verticalmente no ensaio. Assim, a tubulação do revestimento será carregada com água e se medirá a variação de volume de água infiltrada ao longo do tempo, percolando pela ponta do revestimento.

Para a determinação da permeabilidade horizontal, o ensaio de SPT será interrompido na cota do ensaio, e a ponta do revestimento será posicionada entre 0,5 m e 1 m do fundo do fuste, possibilitando que a água percole radialmente ou horizontalmente no ensaio. Assim toda a tubulação do revestimento será carregada com água, e será medida a variação de volume de água que infiltra ao longo do tempo, percolando pela face lateral da escavação.

3.4.4 Ensaio de granulometria

Este ensaio é normatizado pela NBR 7181, que determina a faixa de tamanho de partículas de um solo pela porcentagem do peso total seco, obtendo-se a curva granulométrica do solo. O ensaio se dará pelo peneiramento para partículas maiores que 0,075 mm. Segundo a NBR NM-ISO 3310, a peneiras utilizadas serão as seguintes:

- **Série normal** – 76 mm, 38 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,8 mm, 2,4 mm, 1,6 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm.
- **Série intermediária** – 64 mm, 50 mm, 32 mm, 25 mm, 12,5 mm, 6,3 mm.

3.4.5 Ensaio de limite de liquidez

Normatizado pela NBR 6459, este ensaio é realizado numa série em que varia a umidade da amostra, determinando-se o número de golpes no Aparelho de Casagrande necessários para colapsar o solo. O limite de liquidez corresponderá ao teor necessário de umidade para colapsar o solo submetido a 25 golpes da concha do Aparelho de Casagrande.

3.4.6 Ensaio de limite de plasticidade

Este ensaio é normatizado pela NBR 7180, e o limite de plasticidade corresponderá ao teor de umidade quando o solo se tornar quebradiço. Para tanto, deverá ser moldado, com a palma da mão, um pequeno cilindro de 10 cm de comprimento e 3 mm de diâmetro. A ação ocorrerá com o rolamento numa placa de vidro para que ocorra a perda de umidade até o rompimento. Esse momento marcará o teor de umidade da transição do estado semiplástico ao estado plástico.

3.4.7 Ensaio de massa específica natural

Este ensaio é normatizado pela NBR 9813. O parâmetro será dado pela relação entre o peso total do solo e o seu volume total. O ensaio mais comum *in situ* é o método cilindro de cravação, que consiste na cravação no solo de um molde cilíndrico de dimensão e peso conhecidos. Outro método muito utilizado quando os corpos de prova têm volumes irregulares é o do Frasco de Areia.

3.4.8 Ensaio de umidade

Este ensaio é normatizado pela NBR 645.7. O parâmetro é dado pela relação entre o peso da água e o peso do solo seco. No laboratório as amostras, serão coletadas em cápsulas metálicas, obtendo-se valores de peso da cápsula e peso da cápsula + solo úmido. Na sequência, haverá a transferência para estufa (a uma temperatura determinada até se alcançar a secagem do solo). Ao final, haverá a medição do peso da cápsula + solo seco e a determinação do teor de umidade.

No campo, usualmente, utiliza-se a “frigideira”. Nela, as amostras coletadas são pesadas úmidas e submetidas à secagem forçada numa frigideira aquecida por fogão portátil.

Posteriormente, será medido o peso da amostra seca, determinando-se, como resultado, o teor de umidade. Demais métodos terão de ser avaliados para verificação da eficácia de aplicação em função do tipo de solo.

3.4.9 Compactação Proctor Normal

Este ensaio é normatizado pela NBR 7182. Ele determina o teor da umidade ótima para o máximo peso específico seco do solo submetido a uma energia de compactação. Será realizada uma amostragem com a mistura do solo e de várias quantidades de água. Em seguida, haverá a compactação em 3 camadas, com um soquete de 2,5 kg e 25 golpes em cada camada. Para cada cilindro amostrado, serão obtidos o peso específico seco e a umidade correspondente, resultando na curva de compactação. O ponto máximo da curva corresponderá ao teor da umidade ótima e ao máximo peso específico seco do solo.

3.4.10 CBR na umidade ótima

Este ensaio é normatizado pela NBR 9895. Ele determina o Índice de Suporte Califórnia, que é dado pela resistência à cravação de agulha-padrão em 2,54 cm e 5,08 cm em relação às resistências obtidas pela areia da Califórnia (EUA).

No ensaio de CBR na umidade ótima, a amostra será preparada num cilindro, por meio da compactação do solo na umidade ótima, sendo necessária a realização prévia do ensaio de compactação.

Em sua preparação, o corpo de prova para o ensaio deverá ser inundado por 4 dias, sendo realizadas leituras da expansão a cada 24 h.

3.4.11 Transporte de amostras coletadas em campo para laboratório

O serviço de transporte de amostras do solo será de responsabilidade da equipe de sondagem SPT. No entanto, se não houver a previsão do serviço de sondagem SPT na contratação, o transporte das amostras coletadas deverá ser quantificado nesse item.

3.5 CONTROLE DE COMPACTAÇÃO DE SOLO

Sempre que o projeto estabelecer o Grau de Compactação (GC) para um aterro, uma superfície de corte ou quando houver determinação da área de Fiscalização, será imprescindível a realização do controle tecnológico conforme as diretrizes estabelecidas pela norma NBR 5681. Nesse contexto, as seguintes etapas deverão ser observadas:

- A unidade de obras será responsável por conduzir os ensaios de compactação no material de reaterro de compensação ou quando houver a alteração da jazida para importação. Serão necessários, no mínimo, 9 ensaios de compactação conforme a NBR 7182 para cada 1.000 m³ do mesmo material de aterro.
- Para cada grupo de 4 amostras submetidas ao ensaio de compactação, deverão ser realizados 9 ensaios de granulometria (NBR 7181), o limite de liquidez (NBR 6459) e o limite de plasticidade (NBR 7180).
- A execução de 9 ensaios para determinação de massa específica seca *in situ* será necessária para cada 500 m³ de material compactado, com, no mínimo, duas determinações por camada por dia.
- Será fundamental a realização da determinação do Grau de Compactação (GC).

As recomendações para essa execução são as seguintes:

- Implementar uma pista experimental para a definição do número de passadas e a velocidade necessárias para se alcançar o Grau de Compactação especificado no projeto (por exemplo: de 95% a 100% do Proctor Normal).
- Preparar o solo previamente na umidade ótima, com desvio de +/- 3%, conforme o Projeto Geotécnico.
- Lançar em camadas de 20 cm de espessura, compactadas.

Para as situações em que o GC especificado não tenha sido alcançado, medidas corretivas deverão ser adotadas. O aumento excessivo do número de passadas poderá reduzir o GC, tornando-se necessárias ações como aumentar o peso do rolo pé de carneiro (se possível), ampliar o número de passadas (rolo e/ou "sapo") sem causar redução no GC, reduzir a velocidade do equipamento e diminuir a espessura da camada.

É importante se observar que o número de ensaios poderá ser ajustado pela Fiscalização de acordo com as características específicas de cada obra.

3.5.1 Ensaio de prova de carga em placa

Provas de carga em placa deverão ser programadas sempre que o projeto geotécnico demandar ou existirem situações na obra que suscitem dúvidas quanto à capacidade de suporte do solo de fundação (em cortes ou aterros).

O objetivo da prova de carga em placa será determinar a capacidade de suporte de fundações superficiais e/ou o coeficiente de recalque de pavimentos e pisos. Neste ensaio, que segue as diretrizes da norma NBR 6489, uma placa circular de área mínima de 0,5 m² será carregada até que o recalque alcance 25 mm ou que a carga atinja duas vezes a tensão admitida para o solo. O resultado do ensaio será representado pela curva carga x recalque e fornecerá o coeficiente de recalque do material ensaiado.

A aplicação de carga será realizada por meio de um macaco hidráulico, e as leituras de recalque deverão ser registradas com o uso de, pelo menos, 2 extensômetros com precisão de 0,01 mm (posicionados em pontos equidistantes da borda da placa). O carregamento será feito por estágios de 20% da tensão admissível provável do solo, e a carga máxima atingida será mantida por, pelo menos, 12 h.

Em cada estágio, serão realizadas leituras nos extensômetros imediatamente após a aplicação da carga, e em intervalos de tempo dobrados (1, 2, 4, 8, 15, 30 min, 1, 2, 4, 8 e 12 h). Cada estágio será concluído quando as leituras se estabilizarem, com tolerância de 5% em relação ao recalque total nesse estágio. O descarregamento será feito em estágios sucessivos não superiores a 25% da carga total, seguindo-se o mesmo critério de leitura dos recalques.

4

ATIVIDADES EM VALAS

4.1 OBJETIVO

Este capítulo visa estabelecer orientações de apoio às equipes de Engenharia e Fiscalização de Obras sobre os requisitos de projeto, qualidade e segurança na execução de obras em valas. Este material também apresenta os critérios para sinalização viária, abertura, escoramento e reaterro.

4.2 ABERTURA, ESCORAMENTO E REATERRO

4.2.1 Planejamento

Qualquer atividade deverá começar pelo planejamento das ações, a ser feito entre a contratada e as equipes de Engenharia e de Construção. Essa planificação fará parte da reunião de inicialização da obra (*kickoff*).

Nesse estágio, deverão ser avaliados todos os requisitos técnicos e de segurança do trabalho, bem como as autorizações do departamento municipal de obras ou de trânsito e a disponibilidade de equipes, equipamentos e materiais.

O projeto executivo das redes e do escoramento deverá estar, em sua versão vigente, disponível na frente de serviço. Será utilizado para a prévia demarcação de interferências existentes, que deverão ser confirmadas no local, por meio da utilização de barras de sondagem ou da abertura manual da vala, dependendo do tipo de interferência ou da profundidade informada.

Os equipamentos de execução e de proteção individual e coletiva, como a sinalização viária, deverão estar de acordo com a atividade a ser realizada.

4.2.2 Sinalização e segurança

REQUISITOS DE SEGURANÇA

Todas as documentações de segurança previstas pelas Diretrizes de Segurança do Trabalho da Iguá deverão ser devidamente preenchidas e ter as assinaturas dos responsáveis pela liberação da atividade. Nesse contexto, os documentos necessários serão os seguintes:

DTS (Discussão de Trabalho Seguro – FO-COR-SEG-007) – Deverá ser preenchida diariamente antes do início da escavação e assinada pelo responsável.

PT (Permissão de Trabalho em escavação – FO-COR-SEG-010) – Deverá estar disponível na frente de serviço, datada e assinada pelo responsável.

Além dos Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), será obrigatória a disponibilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), sempre em boas condições para a execução da maioria das atividades. Será necessário, no mínimo, o uso de uniforme com a identificação da empresa, colete ou uniforme com faixas refletivas, capacete de segurança, bota de segurança, protetor auricular e óculos de proteção.

Os operadores de equipamentos como retroescavadeira, escavadeira hidráulica ou caminhão Munck deverão ter certificados e a carteira de identificação de treinamento específica para a atividade.

SINALIZAÇÃO VIÁRIA

A sinalização das obras em vias públicas é umas das Regras de Ouro da Iguá Saneamento. Sua principal função é fornecer informações claras aos motoristas e pedestres, advertindo-os sobre a existência de obras, serviços e das novas condições de trânsito no local. Ela incorpora um dos principais conceitos da segurança de trânsito: "ver e ser visto". A sinalização deverá ser adaptada às características das vias e da obra.

Por sua importância, a sinalização para as atividades em vias públicas é considerada o principal EPC. Ela poderá ser móvel (com cone comum, cone do tipo barril, placa, cavalete, fita zebrada e sinal luminoso) ou fixa (tapume). O uso dependerá do tipo de obra e das necessidades da via em intervenção.

O isolamento da área de trabalho também será essencial. Isso poderá ser realizado com fitas zebradas, telas-tapumes, defensas de concreto do tipo New Jersey e tapumes de madeira (fixos ou móveis), dependendo da duração da atividade no local.

Será obrigatória a implementação de faixa de segurança para o trânsito de pedestres, com atenção especial a escolas, hospitais, centros comerciais e outros locais de grande movimentação de pessoas.

Para o início das atividades em vias, deverão ser previstos o bloqueio parcial ou total da pista e o desvio do tráfego para as ruas adjacentes. Quando o bloqueio não for possível, será adotado o sistema "Pare e Siga", com 2 colaboradores posicionados nos extremos da obra e com comunicação por rádio.

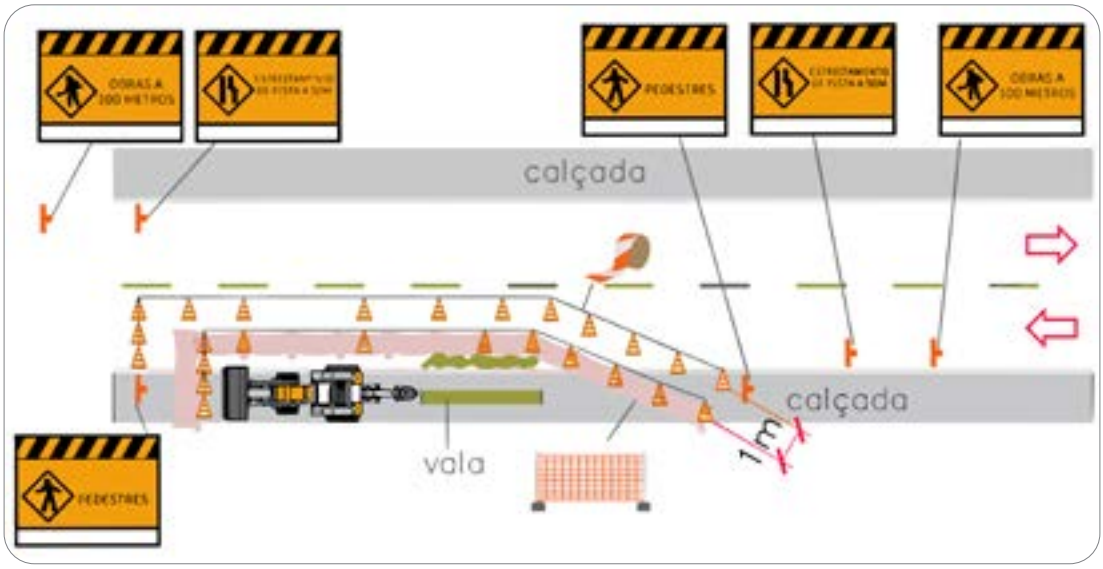
Exemplo de cones para faixa de pedestre

As placas de obra nas vias deverão estar a 100 m do ponto da atividade e as de estreitamento de pista terão de ficar a 50 m. Os cones, por sua vez, ficarão, no máximo, 5 m uns do outros. As placas indicativas de trânsito interrompido serão posicionadas no início da rua e as de desvio deverão ficar nas ruas adjacentes.

Para a obra de escavação no passeio ou na calçada, deverá ser previsto o bloqueio parcial da via. A zona de escavação estará delimitada e protegida com barreiras do tipo cerquite, com, no mínimo, um metro de altura. A colocação das barreiras deverá permitir a existência de uma faixa de passagem para pedestres de, no mínimo, um metro de largura.

Se houver a necessidade de extensão da faixa de pedestres até a faixa de rodagem, sinalização adequada e barreiras físicas deverão ser instaladas. Para tanto, serão utilizados os seguintes materiais:

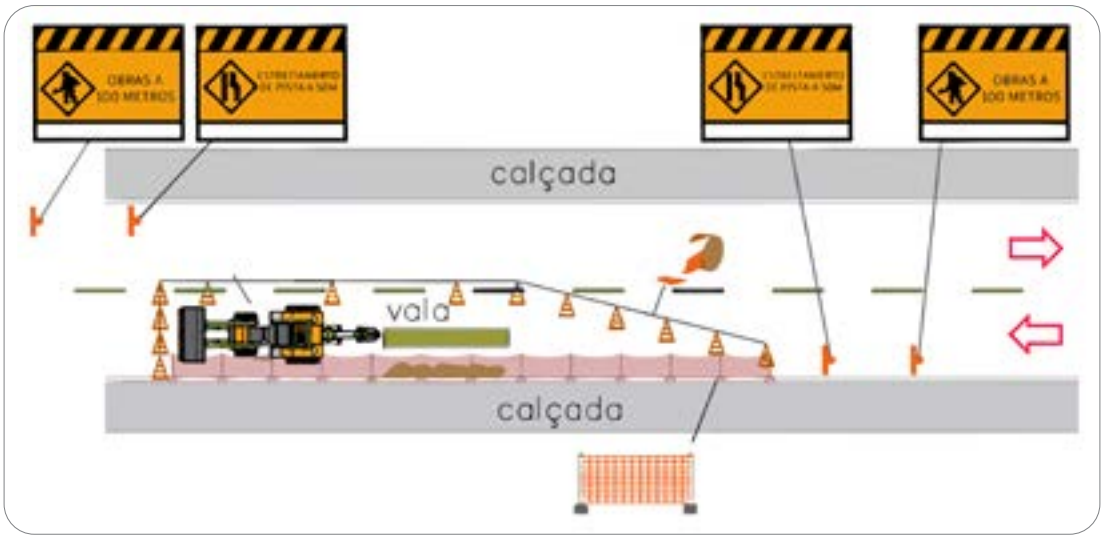
- Cones de 75 cm (a cada 5 m, no máximo).
- Duas placas de obras (a 100 m das atividades).
- Duas placas de meia pista (a 50 m da obra).
- Duas placas de desvio de pedestre (na calçada).
- Barreira do tipo cerquite (com 1,2 m de altura).
- Fita zebrada (ao redor de todo o perímetro).



Sinalização de obra em calçada com desvio de tráfego de pedestres

Quando as obras ocorrerem no leito de apenas um sentido da via, poderá ser feito o bloqueio parcial. A barreira de cerquite deverá delimitar a área de escavação, com proteção da calçada por barreiras de, no mínimo, um metro de altura. Materiais a serem utilizados:

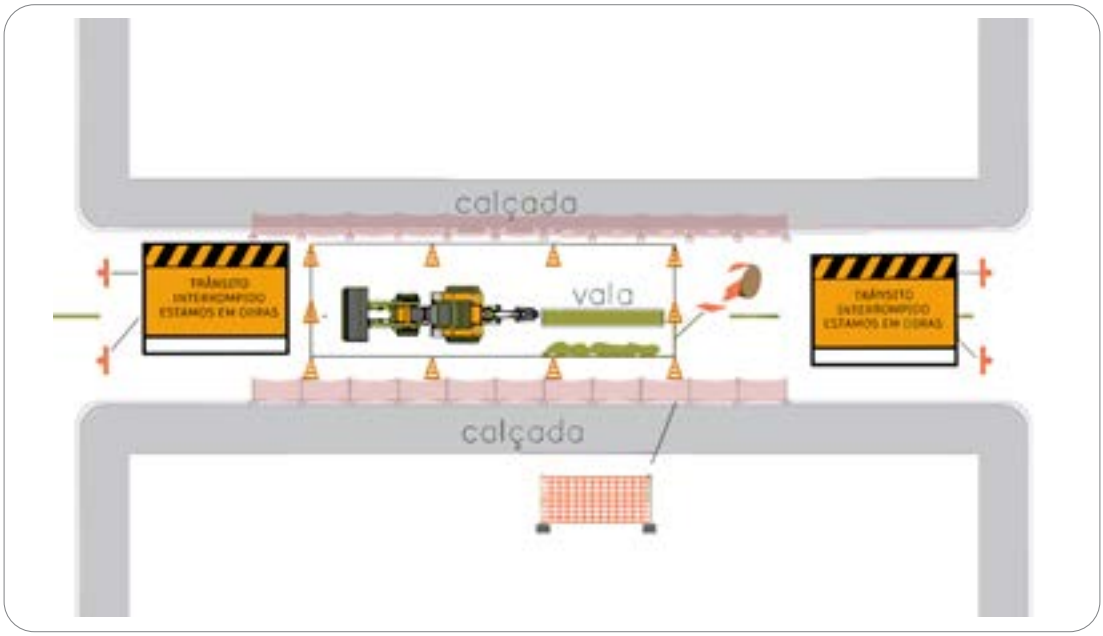
- Cones de 75 cm (a cada 5 m, no máximo).
- Duas placas de obras (a 100 m da obra).
- Duas placas de meia pista (a 50 m da obra).
- Barreira do tipo cerquite (com 1,2 m de altura).
- Fita zebrada (ao redor de todo o perímetro).
- Giroflex (sobre veículos e máquinas).



Sinalização de bloqueio parcial em via de mão dupla

Quando as obras ocorrerem no eixo da via, deverá ser realizado o bloqueio total. A barreira de cerquite delimitará a área de escavação/serviço, com a calçada sendo protegida por barreiras de, no mínimo, um metro de altura. Os materiais utilizados serão os seguintes:

- Cones de 75 cm (a cada 5 m, no máximo).
- 4 placas de trânsito interrompido
- Duas ou mais placas de desvio (a 50 m da obra).
- Barreira do tipo cerquite (com 1,2 m de altura).
- Fita zebrada (ao redor de todo o perímetro).
- Giroflex (sobre veículos e máquinas).



Sinalização de bloqueio total de via de mão dupla

Caberá à equipe de Fiscalização da Iguá Saneamento observar e registrar, periodicamente, o estado geral dos equipamentos de sinalização e a quantidade e o espaçamento das instalações. Caso haja a necessidade de ajustes ou retrabalho, a demanda será feita diretamente à contratada.

As sinalizações deverão estar de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), os órgãos estaduais e municipais de trânsito e o Manual de Identidade Visual da Iguá Saneamento.

4.2.3 Abertura de valas

VISTORIA CAUTELAR

Antes do início das escavações, a empresa contratada será responsável pela realização da vistoria cautelar de vizinhança e de pavimentos. Como resultado, terá de ser produzido um relatório com fotos das condições das ruas (pavimento, calçada e sinalizações viárias), das edificações, dos muros e das cercas. Nele, estarão registrados a existência (ou não) de trincas, fissuras e recalques e os aspectos visuais da área.

LOCAÇÃO TOPOGRÁFICA E INTERFERÊNCIAS

Deverão ser feitas a verificação e a identificação de interferências (conforme previsão do projeto ou fruto de visualização no local) para a preservação de tubulações, caixas, cabos e postes, dentre outros elementos. Caso, durante a escavação, seja identificada a interferência em redes subterrâneas, as atividades serão interrompidas, com o consequente pedido de orientação técnica a respeito das providências a serem tomadas.

A escavação do solo será realizada obedecendo-se o alinhamento e as cotas estabelecidas nos projetos e pela equipe de Topografia no que se refere à locação, à profundidade, à declividade e às larguras. Todas essas informações deverão constar em projeto e na Ordem de Serviço de Execução (OSE).

REMOÇÃO DO PAVIMENTO EXISTENTE

A retirada de blocos intertravados ou paralelepípedos será manual, a fim de possibilitar o reaproveitamento dos materiais. Após a retirada, eles deverão ser posicionados de tal forma que não atrapalhem o trânsito de pedestres. Quando estiverem na calçada, os materiais ficarão na faixa entre o meio fio e o alinhamento dos postes.

Em relação ao pavimento asfáltico, a demarcação da linha de corte deverá ser feita na forma de polígonos com ângulos retos. A marcação do corte poderá ser realizada sobre o pavimento existente, utilizando-se, para tanto, de giz, tinta ou outro produto apropriado.

O corte do pavimento será realizado com serra circular do tipo clipper, e somente após a remoção mecânica. Será proibido fazer a remoção da camada asfáltica sem a ocorrência do corte, como forma de serem evitados danos desnecessários à pavimentação, aumentando-se a área de recomposição.

Materiais não aproveitados terão que ser removidos imediatamente para locais apropriados ou um “bota-fora” licenciado.

ESCAVAÇÃO DE VALAS

A escavação de valas é o ato de remover o solo existente até a cota prevista em projeto. Na fase inicial, será necessário afastar, para longe da borda da vala, os entulhos resultantes da quebra e da remoção do pavimento, evitando-se, assim, a contaminação do reaterro e acidentes, como a queda dos materiais sobre os trabalhadores.

Quando a escavadeira ou os caminhões estiverem em operação, a equipe deverá ser orientada para se manter fora do raio de ação dos equipamentos, mas no campo de visão dos operadores.

O encarregado pela escavação permanecerá próximo do local, a fim de orientar os operadores de máquinas sobre as possíveis interferências identificadas pelas sondagens.

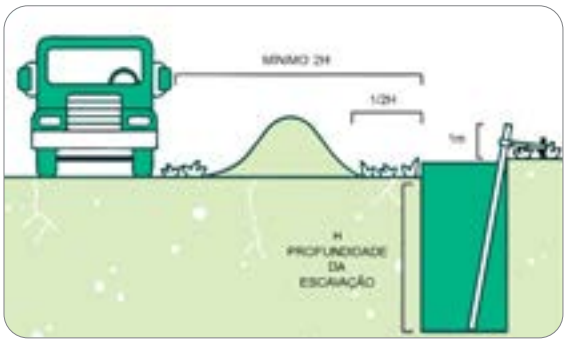
Deverão ser disponibilizadas escadas ou rampas, que serão colocadas próximas dos postos de trabalho, para, no caso de uma emergência, haver saída rápida dos trabalhadores.

Quando forem encontrados solos duros ou rochosos (previstos ou não em projeto), as escavações poderão ser realizadas a frio ou a fogo (detonações). A atividade escolhida terá de ser especificada por especialista em solos. O material escavado será analisado para a verificação da viabilidade de reutilização ou recomendação de envio para descarte.

Os caminhões usados para a carga do solo deverão manter afastamento de duas vezes a profundidade escavada. O descarte do material escavado, mas não utilizado, deverá acontecer em local (ou bota-fora) devidamente licenciado.

O material proveniente da escavação para uso como reaterro da vala poderá ser estocado ao longo da vala, considerando-se, para tal, um afastamento igual ou superior à metade da profundidade, e com, no mínimo um metro.

Escavação de vala com profundidade inferior a 1,25 m



Acomodação de aterro

Caso tenha profundidade superior a 1,25 m, a vala terá de, obrigatoriamente, ser escorada e dispor de acessos para rápida evacuação, em caso de emergência.

ESCAVAÇÃO EM TALUDE

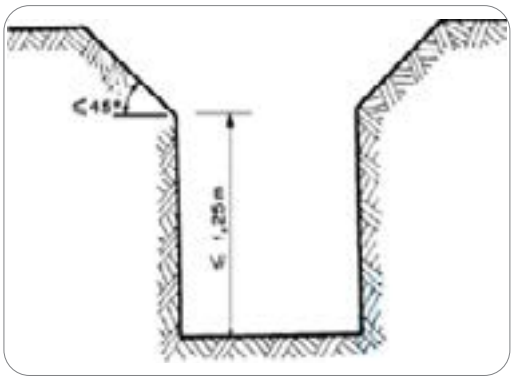
Poderão ser feitas escavações com paredes em talude no lugar da atividade de escoramento, desde que as especificações do ângulo do talude sejam apresentadas em projeto executivo, com base nas condições geológicas identificadas pela sondagem. Essa metodologia é, porém, pouco utilizada em obras lineares no meio urbano por causa da largura necessária à estabilização do talude.

ESCAVAÇÃO MISTA

A escavação mista consiste na abertura de valas com profundidade de, no máximo, 1,25 m e ângulo de 90°. Acima dessa medida, deverá ser realizado o corte na forma de talude em 45° ou com o rebaixamento do solo em toda a área, e largura superior à da vala principal, gerando uma sobreescavação.

A metodologia deverá ser aprovada pela equipe de Fiscalização com base nas características do solo verificadas após o início da escavação

Escavação em talude com demarcação topográfica da crista



Exemplo de escavação mista

PASSAGEM DE VEÍCULO SOBRE VALA ABERTA

Caso não haja a possibilidade do bloqueio do tráfego, como no acesso a residências, os veículos deverão cruzar a vala aberta. Toda e qualquer vala protegida com chapas de aço, em locais onde seja necessário o tráfego de veículos sobre ela, deverá ser escorada independentemente de sua profundidade. As valas deverão ser protegidas com chapas de aço de espessura não inferior a 3/4".

Em função dos esforços aplicados, se for necessário, poderão ser aplicados reforços sob a chapa, mas em consonância com a previsão do projeto.

As chapas de aço deverão ter dimensões suficientes para ultrapassar, onde possível, cada lado da vala em, pelo menos, 0,6 m, de forma a garantir o apoio necessário no solo, com a consequente diminuição dos riscos de sobrecarga nas bordas da vala.

As chapas deverão ser fixadas com pregos (cabeça de cão) ou parafusos. Para alcançar melhor aderência, o espaço entre a chapa e o solo deverá ser preenchido com concreto asfáltico (asfalto frio).

Nas situações em que a solução for aplicável, as chapas serão "embutidas" no solo por meio do corte da camada asfáltica ao redor da vala, nas dimensões acima mencionadas, e com a mesma espessura da chapa a ser instalada. O espaço entre a chapa e o solo poderá ser "rejuntado" com concreto asfáltico (asfalto frio).

Por fim, as placas com a proibição de estacionar deverão ser, obrigatoriamente, instaladas sobre as chapas de aço de cobertura das valas.

4.2.4 Escoramento de valas

A atividade de escoramento acontecerá paralelamente à escavação, para seja garantida a integridade do solo na área da obra. O tipo e o dimensionamento do escoramento deverão ser especificados no projeto executivo de cada obra. Este Manual apresenta os tipos mais comuns de escoramento e os critérios para a fiscalização.

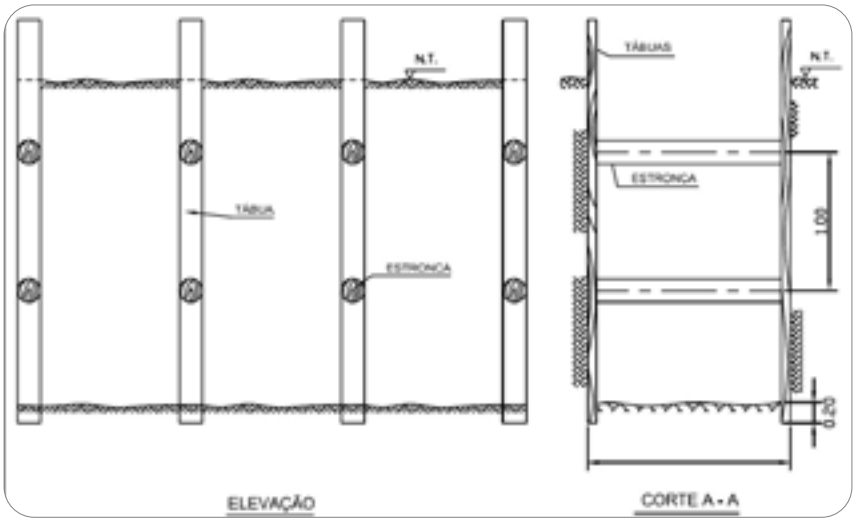
De forma obrigatória, deverão ser escoradas todas as valas com profundidade superior a 1,25 m (escavadas em qualquer tipo de solo), sempre que for necessária a presença de trabalhadores em seu interior, conforme regulamentado pela NR 18.

Qualquer escavação que apresente riscos de desmoronamento, queda e ou ruptura (pela natureza do terreno, por agente externo, por agente interno etc.) deverá ser escorada, independentemente de sua profundidade.

ESCORAMENTO DO TIPO PONTALETEAMENTO

Por causa do pouco revestimento do solo escavado, esse tipo de escoramento é restrito. Seu uso deverá ser avaliado por especialista. A seguir, algumas características do escoramento do tipo pontaleteamento:

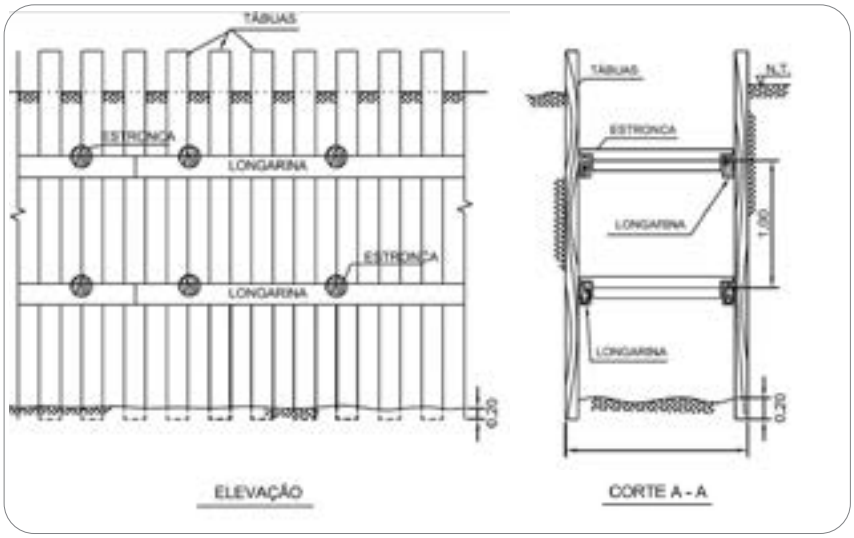
- Utilização mais comum em valas de pequenas dimensões e em solos com resistência elevada (como argilas muito coesivas).
- Profundidade de até 2 m.
- Inexistência de travamento horizontal entre as tábuas, apenas o estroncamento.
- As estroncas de eucalipto utilizadas não poderão ter diâmetro inferior a 20 cm.
- O espaçamento máximo entre o eixo de duas tábuas deverá ser de 1,35 m.
- O processo deverá ser feito com madeira de primeira qualidade.



Exemplo de pontaleteamento descontínuo

CARACTERÍSTICAS DO ESCORAMENTO DESCONTÍNUO

- Possiblidade de utilização em profundidades superiores a 2 m.
- Existência de maior revestimento do solo.
- Presença do travamento horizontal entre as tábuas.
- As estroncas de eucalipto utilizadas não poderão ter diâmetro inferior a 20 cm.
- O processo deverá ser feito com madeira de primeira qualidade.
- O espaçamento entre o eixo de duas tábuas/pranchas deverá ser de, no máximo, o dobro da largura da tábua.



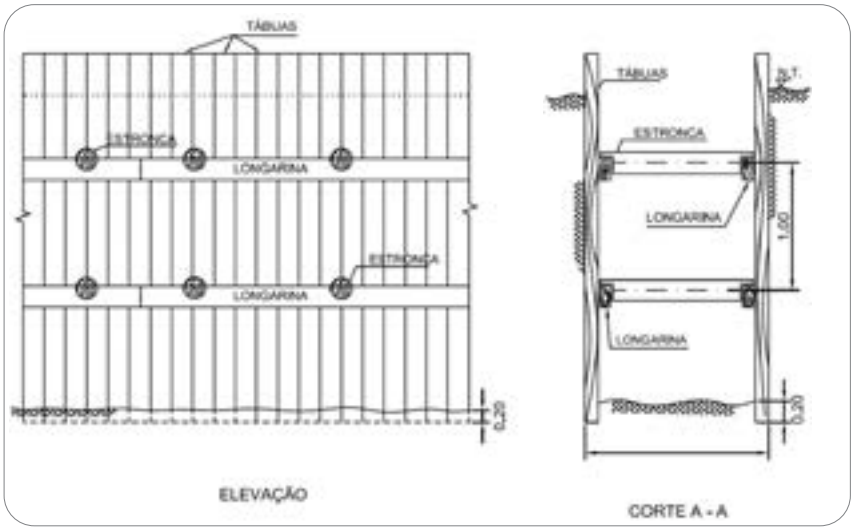
Exemplo de escoramento descontínuo

ESCORAMENTO CONTÍNUO

É usado regularmente para valas com grandes dimensões e solos com resistência elevada ou não, gerando cobertura completa da parede lateral da vala. Esse método poderá ser executado de diversos modos, como nos exemplos a seguir.

ESCORAMENTO CONTÍNUO EM MADEIRAS

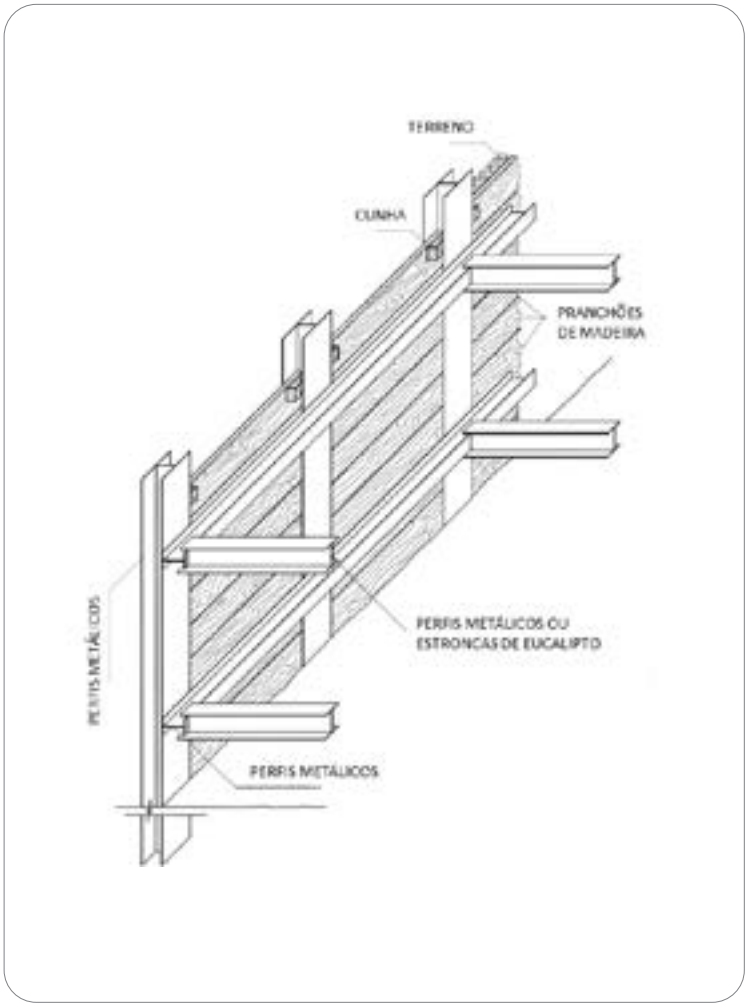
- É usado em solos com menores resistências.
- Não poderá ser aplicado para areias com lençol freático alto sem que haja o uso de equipamento para rebaixamento do lençol e uma profundidade superior a 4 m.
- Deverá ser realizado com madeira de primeira qualidade.
- As estroncas de eucalipto utilizadas não poderão ter diâmetro inferior a 20 cm.
- As pranchas/tábuas de madeira deverão ser posicionadas lado a lado, sem espaço vazio entre elas.



Exemplo de escoramento contínuo em madeira

ESCORAMENTO CONTÍNUO MISTO METÁLICO/MADEIRA (HAMBURGUÊS)

- É utilizado em solos com menores resistências (argilas com muito baixa coesão, orgânica preta), em grandes profundidades e em lençóis relativamente medianos.
- Não poderá ser aplicado para areias com lençol alto sem o devido sistema de drenagem apropriado.
- Deverá ser realizado com madeira de primeira qualidade.
- Os perfis de cravamento terão de apresentar as dimensões estipuladas pelo engenheiro responsável pelo projeto de escoramento, com a execução da ficha e cravação após a cota de fundo da vala, para o apoio da base das estacas.
- A cravação dos perfis poderá ser realizada com o apoio de bate-estaca ou de martelo vibratório.
- A remoção dos perfis poderá ser feita com o apoio de martelo vibratório e de escavadeira hidráulica.
- Haverá a necessidade de atenção aos requisitos de segurança para a movimentação dos perfis metálicos.



Escoramento misto, metálico-madeira

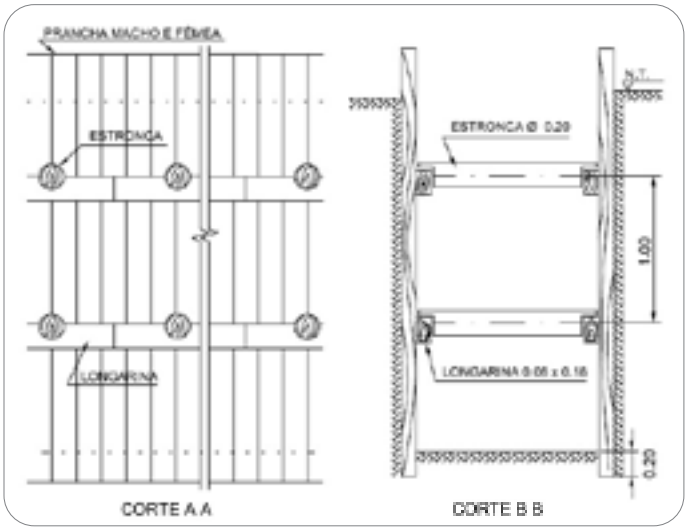
ESCORAMENTO POR ESTACA-PRANCHA METÁLICA

- Tem perfis dotados de encaixe macho e fêmea, criando, assim, uma estrutura monolítica, com o apoio das longarinas e estroncas.
- É usado em solos arenosos com lençol freático alto, principalmente, com o objetivo de impermeabilizar a vala e/ou possibilitar a retirada de água de maneira fácil e prática. Também poderá ser utilizado em argilas com alta condutividade hidráulica.
- Os perfis de cravamento deverão apresentar as dimensões estipuladas pelo engenheiro responsável pelo projeto de escoramento, com a execução da ficha e a cravação após a cota de fundo da vala, para o apoio da base das estacas.
- A cravação dos perfis poderá ser realizada com o apoio de bate-estaca ou de martelo vibratório.
- Em solos arenosos, a cravação poderá ser realizada com o apoio de ponteira de lavagem.

Será fundamental ter atenção aos requisitos de segurança para a movimentação das estacas, dado o seu comprimento elevado.

Detalhe do encaixe entre as estacas

Escoramento de vala com estaca prancha



Detalhe de execução do escoramento em estaca prancha

ESCORAMENTO COM BLINDADO, GAIOLA OU DESLIZANTE

- Escoramento muito utilizado pela praticidade e agilidade na execução das obras.
- Pré-fabricação em ambiente fabril e necessidade de planejamento dos meios de transporte (horizontal e vertical) nas frentes de serviço.
- Construção em chapas e perfis metálicos, com regulagem (ou não) da largura de abertura da vala.
- Possiblidade de empilhamento para uso em diversas profundidades.
- Risco de problema com as interferências no local, já que não será possível a realização de ajustes para a liberação da interferência.
- Utilização atrelada à apresentação das documentações necessárias pelo fabricante.
- Comprimento: 1,5 m superior ao da tubulação, o que possibilitará o trabalho de assentamento dos tubos ponta e bolsa.

Deverá haver atenção às extremidades do equipamento, que são pontos onde, talvez, não existam meios de proteção aos trabalhadores. Assim, deverão ser instaladas chapas de proteção ou, então, serem realizados taludes.

Detalhe do escoramento blindado

REMOÇÃO DO ESCORAMENTO

A remoção do escoramento deverá ser realizada de maneira cuidadosa e feita paralelamente à atividade de reaterro da vala. De acordo com o tipo do escoramento, como descrito acima, poderá ser necessário o apoio de equipamento especial para a remoção do escoramento, principalmente, para a estaca-prancha e os perfis metálicos cravados.

4.3 ESGOTAMENTO DE VALA

4.3.1 Considerações gerais

O esgotamento deverá ser realizado sempre que estiver contemplado no projeto ou conforme decisão da Fiscalização. A escolha da abordagem deverá considerar as especificidades de cada obra, atendendo aos critérios de segurança, eficiência econômica e respeito aos prazos. A retirada das águas esgotadas deverá ser feita por meio de tubulações até a caixa coletora de drenagem pluvial mais próxima, evitando-se seu lançamento em vias públicas.

Se houver acúmulo de água nas escavações (proveniente de chuva, lençol freático, vazamentos em tubulações e outras fontes) será obrigatório o esgotamento da vala ou da cava. O objetivo será garantir a continuidade da obra e/ou do serviço e a estabilidade das paredes da escavação.

Os equipamentos deverão passar por manutenção regular preventiva para assegurar o cumprimento dos padrões de emissão de fumaça preta e/ou de ruído estabelecidos pela legislação, além de prevenir vazamentos de materiais combustíveis, óleos lubrificantes e graxas.

Para atividades que possam gerar ruídos, o recomendável será a execução do trabalho no período diurno, minimizando-se, assim, os impactos para a população. Será importante a adoção de medidas e/ou de dispositivos redutores de ruídos, em conformidade com a legislação em vigor.

4.3.2 Considerações específicas

Durante as atividades de esgotamento em valas, será crucial o direcionamento da água retirada para a galeria de águas pluviais ou a vala mais próxima, utilizando-se calhas ou condutos, quando necessário. Essa prática visará evitar alagamento nas áreas circundantes, proporcionando um ambiente de trabalho seguro e minimizando impactos nas superfícies vizinhas.

No esgotamento de valas onde a tubulação estiver instalada, será fundamental a manutenção do bombeamento até que os materiais presentes na junta e no berço alcancem a estabilização e os testes de qualidade sejam devidamente conduzidos. Esse procedimento será aplicável ao esgotamento de cavas, especialmente, na realização de serviços nos quais a qualidade poderá ser comprometida pela presença de água.

A empresa contratada deverá assegurar a disponibilidade de equipamentos em quantidade suficiente, incluindo uma reserva emergencial, e com capacidade de vazão adequada. A precaução será essencial à prevenção de paralisações não planejadas na obra e/ou no serviço, garantindo-se a continuidade das operações.

Será responsabilidade da contratada dimensionar, operar e manter os equipamentos de maneira apropriada, promovendo, assim, um esgotamento eficiente. A Fiscalização terá autoridade para intervir no dimensionamento mencionado em qualquer fase da obra e/ou do serviço, assegurando-se a conformidade em relação aos padrões estabelecidos.

4.4 ESGOTAMENTO COM BOMBAS

O uso de bombas no processo de esgotamento desempenhará papel crucial para assegurar a eficiência e a rapidez nas operações. As bombas empregadas para o esgotamento poderão ser acionadas por motores a combustão ou elétricos. Para garantir a eficácia em ambientes desafiadores, como recalque de água contendo areia, lodo e outros sólidos em suspensão, as bombas deverão ser construídas especialmente para trabalho severo.

As bombas deverão ter características específicas para o atendimento das demandas do esgotamento. Elas terão de ser portáteis, autoescorvantes e projetadas para grandes alturas de sucção e pequenas alturas de recalque. Tais propriedades serão fundamentais para a garantia da versatilidade e da eficiência das operações.

O manuseio das bombas elétricas irá requerer habilidades específicas e, portanto, deverá ser realizado exclusivamente por profissionais treinados e capacitados. Essa medida visa assegurar a segurança das operações, além de garantir o correto funcionamento e a manutenção adequada das bombas.

As bombas utilizadas no esgotamento deverão apresentar capacidade de vazão de até 40 m^3/h. Para esse uso, existem 2 tipos principais de bombas. São elas:

- Centrífugas:
  - Com motores elétricos (comuns ou submersíveis).
  - Com motores a explosão (diesel ou gasolina).
- Alternativas:
  - Com motores elétricos.
  - Com motores a explosão (diesel ou gasolina).

4.5 REBAIXAMENTO DE LENÇOL FREÁTICO – PONTEIRAS FILTRANTES

A prática de rebaixamento do nível freático irá requer aprovação prévia da Fiscalização. A atividade será crucial para garantir a estabilidade das obras e dos serviços, principalmente, em solos arenosos de alta permeabilidade. Neste capítulo, serão apresentados detalhes sobre o método de rebaixamento que emprega ponteiras filtrantes, abordando-se, também, os componentes do sistema, os passos de instalação e as responsabilidades da contratada.

O sistema de rebaixamento é composto por elementos como máquina (bomba centrífuga, bomba de vácuo, tanque separador, painel de comando etc.), rede coletora, ponteiras filtrantes, bomba auxiliar, reservatório de água e acessórios complementares. Essa abordagem tem com objeto o rebaixamento do lençol freático sem o transporte de partículas finas do solo, prevenindo-se recalques em estruturas próximas à obra e/ou ao serviço.

A profundidade mínima de rebaixamento será de 30 cm abaixo da cota da fundação da obra e/ou do serviço ou do embasamento da rede. Se necessário, será fundamental haver o controle do processo por meio de piezômetros, garantindo-se, assim, uma gestão eficaz do rebaixamento.

A instalação do sistema terá uma sequência específica, incluindo-se as seguintes atividades:

- Conexão à rede elétrica conforme os padrões estabelecidos.
- Remoção da pavimentação, se existente.
- Cravação do tubo piezométrico, se necessário.
- Verificação dos níveis no tubo piezométrico e na fundação da obra e/ou do serviço.
- Cravação das ponteiras filtrantes por meio de jateamento de água sob pressão.
- Instalação do tubo coletor, com a conexão das ponteiras filtrantes por meio de mangotes flexíveis.
- Montagem do conjunto de rebaixamento e sua interligação no tubo coletor.
- Início da operação do sistema.
- Verificação visual da eficiência de todas as ponteiras.

O processo de rebaixamento deverá ser iniciado, aproximadamente, 3 h antes do início dos trabalhos. A granulometria do solo determinará a necessidade de material filtrante (por exemplo, bidim) nas ponteiras. O alcance da ponteira e a profundidade de rebaixamento poderão exigir mais de um estágio.

A contratada deverá assumir a responsabilidade por qualquer irregularidade ou anomalia durante o rebaixamento, independentemente de sua origem. Isso inclui a implementação de correções necessárias e o ressarcimento de eventuais danos decorrentes do processo.

4.6 REBAIXAMENTO DE LENÇOL FREÁTICO – COM POÇOS

4.6.1 Tubo de aço

Esse método de rebaixamento deverá ser aplicado em áreas compostas por silte e areia, escolhido quando se mostrar eficiente e mais econômico do que o método que utiliza ponteiras filtrantes. A alocação, a quantidade e o espaçamento dos poços, bem como o comprimento dos filtros e a potência das bombas irão variar de acordo com as características do solo e o volume de água a ser drenado.

O rebaixamento envolverá a perfuração de poços, utilizando-se, para tal, o método hidráulico-rotativo com perfuratrizes, com diâmetros variando entre 0,3 m e 0,4 m. Durante a execução, tubos de aço serão inseridos nos poços (tendo diâmetro externo menor do que o diâmetro perfurado). O espaço entre o tubo e o poço deverá ser preenchido com material granular. O tubo de aço atuará como um filtro na extremidade inferior, com essa parte perfurada sendo envolvida por uma tela de malha. A redução do nível do lençol freático será alcançada por meio da instalação de bombas submersíveis.

Deverão ser seguidos os mesmos cuidados com o transporte de materiais do solo submetido ao rebaixamento (preconizados no método de uso de ponteiras filtrantes). O nível de rebaixamento deverá ser, no mínimo, 0,3 m abaixo da fundação da obra, com monitoramento por piezômetros (cuja quantidade será determinada pela Fiscalização).

4.6.2 Tubo de concreto

Este método de rebaixamento envolverá a escavação de poço revestido com tubos de concreto simples, apresentando diâmetro de 0,6 m ou 0,8 m. A profundidade da escavação deverá ser suficiente para garantir um rebaixamento mínimo de 0,3 m abaixo da fundação da obra. Essa redução será controlada por piezômetros. O recalque da água do lençol freático será realizado por um conjunto motobomba, podendo ser horizontal ou submerso.

A seleção da localização, a quantidade, o espaçamento dos poços e a potência do conjunto dependerão das características do solo e do volume de água a ser drenado.

4.7 ASSENTAMENTO

Para o assentamento de tubulações, deverá ser consultado o Manual de Engenharia para Assentamentos de Tubulações, que aborda os diversos tipos de materiais e juntas.

4.7.1 Reaterro de valas

Trata-se de ponto crítico e recorrente nas obras lineares, sendo responsável por grande parte dos afundamentos e retrabalhos. Assim, será necessário fazer uma avaliação prévia da qualidade do material para uso no reaterro. A atividade de reaterro de vala deverá considerar diversos pontos: adensamento da envoltória de areia, compactação manual, compactação mecanizada, solo inservível, bota-fora e importação de solo novo.

O início da atividade de reaterro da vala só poderá ocorrer depois da checagem e da liberação do assentamento da tubulação pela Fiscalização e que tiver sido realizada a remoção das estroncas de escoramento, sempre com solo isento de pedras e corpos estranhos. As pranchas verticais só deverão ser removidas após o término do reaterro da vala.

Para reservatórios, poços e estações de tratamento, sempre que possível, o reaterro deverá ser executado após o teste hidráulico das estruturas (com enchimento de água até o nível máximo de operação), para a visualização de possíveis vazamentos e a realização de reparos, caso haja necessidade.

Os reaterros próximo de estruturas de concreto deverão ser realizados quando do desenvolvimento da resistência e do módulo de elasticidade previstos em projeto, e, previamente, aprovados pela Fiscalização e pelo projetista responsável.

RECOBRIMENTO DA TUBULAÇÃO

O recobrimento da tubulação será feito manualmente e alternadamente à compactação de ambos os lados do tubo, evitando-se, assim, deslocamento e danos nas juntas. Também deverá ser feito o berço de areia. Será fundamental, ainda, que seja evitada a compactação sobre o tubo até 20 cm acima da geratriz superior, para que não se transmita a carga do reaterro da vala sobre a tubulação.

A partir da geratriz inferior do tubo, até 20 cm acima da geratriz superior do tubo, o reaterro deverá ser manual, com material homogêneo. Ele não poderá conter pedras, detritos vegetais ou outros materiais com potencial de danificar a tubulação. Após esse cálculo, o reaterro final terá de ser feito com compactação mecanizada, tema que será detalhado mais à frente neste Manual.

ENVOLTÓRIA DE AREIA

Na dependência das especificações do projeto, o recobrimento da tubulação poderá ser realizado pelo processo de envoltória de areia, utilizada desde o embasamento até o envolvimento da tubulação.

A compactação será realizada por adensamento hidráulico, com apoio de placa vibratória e/ou de vibradores de imersão. Devido às características do grão de areia, não será possível realizar a compactação a percussão. Também não deverá ocorrer o adensamento com vibrador de imersão na região da tubulação, sob o risco de possível dano ao tubo.

COMPACTAÇÃO DE VALAS

A compactação de solos deverá prever a redução do índice de vazios, o que irá melhorar a capacidade de suporte. Após a compactação manual da camada de 20 cm acima da geratriz superior da tubulação, deverá acontecer, obrigatoriamente, a execução mecânica do aterro, com o uso de compactador a percussão (do tipo sapo) ou de rolo compactador de pequeno porte (para camadas de, no máximo, 20 cm). A limitação das camadas a 20 cm se deve à capacidade de compactação, à energia e aos equipamentos aplicados. Não será permitida a tentativa de compactação com pneus de equipamentos.

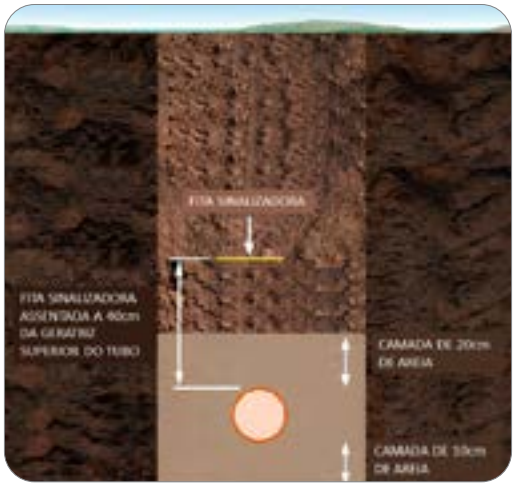
Os valores básicos previstos para o teor de umidade e o grau de compactação deverão constar de projeto. Também deverá ser alcançado determinado grau de umidade e de compactação para as camadas de solo. Para cada uma delas, terá de ser realizado um ensaio de identificação. Após a realização, por empresa especializada, dos ensaios de controle, a camada poderá ser liberada para a continuação do aterro ou da pavimentação.

O grau de compactação deverá ser maior/igual a 95% (*proctor normal*) ou o que foi especificado em projeto, podendo chegar a 100%.

Na ocorrência de chuvas, não deverá ser aplicado solo encharcado na vala. Ele terá de ser retirado da frente de trabalho e substituído por outro (anteriormente estocado em local abrigado de chuva).

FITA PARA SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Toda a execução de rede de água e de esgoto deverá ser sinalizada por fita plástica de segurança (também conhecida como fita de advertência). Ela será instalada 40 cm acima da geratriz superior da tubulação e deverá ter a inscrição “Não Escavar”.



Perfil de instalação da fita sinalizadora

Fita de segurança instalada

BOTA-FORA E JAZIDAS PARA A IMPORTAÇÃO DE SOLO

Quando for inservível ao reaterro, o material escavado deverá ser transportado até um bota-fora e ser substituído por outro, de boa qualidade.

No caso da aquisição de solo para o reaterro em jazida, o material deverá ser de área com licença ambiental para exploração. Também deverá ter suas características previamente estudadas no local de origem, como forma de gerar informações sobre tipo de solo, quantidade disponível, homogeneidade, capeamento a ser descartado, compactação, umidade, suporte, expansibilidade, compressibilidade etc.

Além disso, deverá ser isento de materiais orgânicos ou contaminados (raízes, folhas etc.) e entulhos de qualquer tipo (resto de demolições, matacões, madeira etc.) Preferencialmente, a jazida deverá estar situada em área próxima do local do corte.

Jazida é a denominação do local de extração de materiais destinados à provisão ou à complementação dos volumes necessários para a execução de aterros, nos casos de insuficiência de material ou impossibilidade de reaproveitamento dos materiais escavados.

Deverão ser apresentados, ainda, documentos que comprovem a compra, a posse ou a autorização para o uso do material da jazida, bem como o licenciamento ambiental e o cumprimento das exigências legais referentes à extração de solos, atividade de responsabilidade da contratada.

CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE DE SOLOS

Uma vez verificado que o material escavado não possui a qualidade necessária para ser usado em reaterro, volumes excedentes, solo com presença de rochas ou solo vegetal superficial, deverão ser realizados a carga e o transporte até local previsto para bota-fora. O material terá de ser descartado conforme os requisitos ambientais, não podendo ser espalhado em locais públicos ou privados.

CONTROLE TECNOLÓGICO

Os tipos e as quantidades de controles e ensaios deverão ser alinhados entre a contratada e a área de Fiscalização da equipe de Construção da contratante durante a reunião de inicialização (*kickoff*).

Dentre os ensaios a serem realizados no reaterro de valas, destacam-se os seguintes:

- Caracterização do solo.
- Índice de Suporte Califórnia (CBR).
- Expansibilidade.
- Umidade do solo *in situ*.
- Grau de Compactação (GC).
- Compacidade relativa (para areia).

Todos os laudos recebidos terão seus resultados registrados no Relatório Diário de Obra (RDO) e serão arquivados na plataforma de guarda eletrônica de documentos da Iguá.

4.7.2 Inspeção do serviço

Caso algum item anterior não seja atendido no momento da atividade, caberá à Fiscalização interromper a atividade para a correção das irregularidades ou a abertura de uma não conformidade contra a empresa contratada.

4.8 FORMULÁRIOS

- **FO-COR-STB-016 – PT** – Abertura de vala.
- **FO-COR-SEG-010** – Permissão de trabalho para escavação.
- **PR-COR-SEG-005** – Discussão de trabalho seguro.
- **FO-COR-SEG-007 – DTS** – Discussão de trabalho seguro.

5

ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÕES

5.1 OBJETIVO

Este capítulo visa estabelecer as orientações de apoio às equipes de Engenharia e Fiscalização de Obras sobre os requisitos de projeto, qualidade e segurança na execução do assentamento de tubulações em obras lineares ou localizadas. Neste material, são apresentados os critérios para a execução de tubulações de PVC, PVC DeFoFo, PEAD, PRFV, ferro fundido (FoFo) e aço carbono.

5.2 DESCRIÇÃO E EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES (ASSENTAMENTO DE TUBULAÇÕES)

5.2.1 Planejamento e atividades predecessoras

O início da atividade se dá com o planejamento das ações entre a contratada e a equipe de Construção, por intermédio do seu representante determinado. Nesse estágio, deverão ser analisados os requisitos técnicos e de segurança do trabalho, as autorizações e a disponibilidade de equipes, equipamentos e materiais. As atividades de sinalização viária, escavação, escoramento e reaterro de valas estão apresentadas no Manual de Engenharia para Atividades em Valas.

REQUISITOS DE SEGURANÇA

As documentações de segurança previstas pelas Diretrizes de Segurança do Trabalho da Iguá deverão ser devidamente preenchidas e ter as assinaturas dos responsáveis pela liberação da atividade. Os documentos necessários são os seguintes:

- **DTS (Discussão de Trabalho Seguro) FO-COR-SEG-007** – Deverá ser preenchida diariamente antes do início da escavação e ser assinada pelo responsável.
- **PT (Permissão de Trabalho em escavação) – FO-COR-SEG-010)** – Deverá ser disponibilizada na frente de serviço, com data e assinada pelo responsável.

Será obrigatório o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

Para a execução da maioria das atividades, será necessário, no mínimo, o uso de uniforme com identificação da empresa, coleta ou uniforme com faixas refletivas, capacete de segurança, botas de segurança, protetores auriculares, óculos de proteção etc. Todos esses itens deverão estar em bom estado de conservação.

Os operadores de equipamentos como retroescavadeira, escavadeira hidráulica ou caminhão Munck deverão ter certificados e a carteira de identificação de treinamento específica para a atividade.

5.2.2 Assentamento de tubulações e acessórios

TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO

TRANSPORTE

O carregamento dos caminhões deverá ser feito com cuidado para que nenhum dano ou deformação ocorra no produto durante o transporte. Para isso, deverão ser evitadas as ações de sobrepor as bolsas, curvar os tubos, balançar e manusear bruscamente os materiais, permitir contato com extremidades pontiagudas, colocar materiais ou ferramentas sobre os tubos e andar sobre eles.

A movimentação vertical e horizontal de tubos de grande diâmetro deverá ser realizada com o apoio de equipamentos específicos.

ARMAZENAMENTO MATERIAIS FERRO FUNDIDO (FoFo)

Na estocagem provisória, o armazenamento não poderá ultrapassar a altura máxima de 2,5 m.

Para uma estocagem prolongada nos armazéns e depósitos, as tubulações terão de ser remanejadas e empilhadas de acordo com os métodos que aparecem nas imagens a seguir:

MÉTODO 1

A primeira camada deve ser estocada sobre duas pranchas de madeira paralelas, situadas a 1 m da extremidade da bolsa e da ponta. As bolsas tocam-se e não devem estar em contato com o solo, e são fixadas com cunhas.

As camadas superiores são constituídas, alternadamente, por tubos colocados com as bolsas desencontradas em relação às da camada inferior. Elas devem ultrapassar as pontas da camada inferior em aproximadamente 0,1 m (evita-se assim a deformação das pontas).

MÉTODO 2

A primeira camada é idêntica ao Método 1.

Nas camadas superiores os tubos são alinhados verticalmente. Cada camada é separada por espaçadores de madeira com espessura ligeiramente superior à diferença dos diâmetros (bolsa-corpo). Os tubos das extremidades de cada camada são calçados com a ajuda de cunhas pregadas nos espaçadores.

MÉTODO 3

A primeira camada deve ter as bolsas dos tubos alternadas. Além disso, devem ultrapassar as extremidades das pontas dos tubos adjacentes na totalidade da bolsa mais 0,5 m.

Cada camada superior é constituída de tubos paralelos e alternados, conforme a primeira camada. As pontas dos tubos são ainda calçadas naturalmente pelas bolsas alternadas da camada inferior.

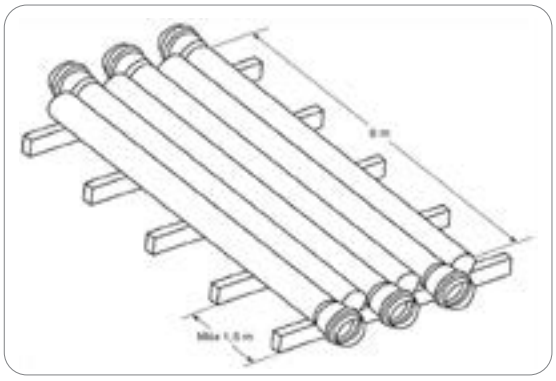
Métodos de empilhamento de tubulação de ferro fundido (fonte: Saint Gobain)

Esses materiais poderão ser estocados ao tempo, sujeito às intempéries. Poderá haver mudança na coloração das peças em função da incidência dos raios ultravioletas, mas isso não acarretará problemas funcionais aos materiais.

ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS DE PVC (DEFoFo E PBA)

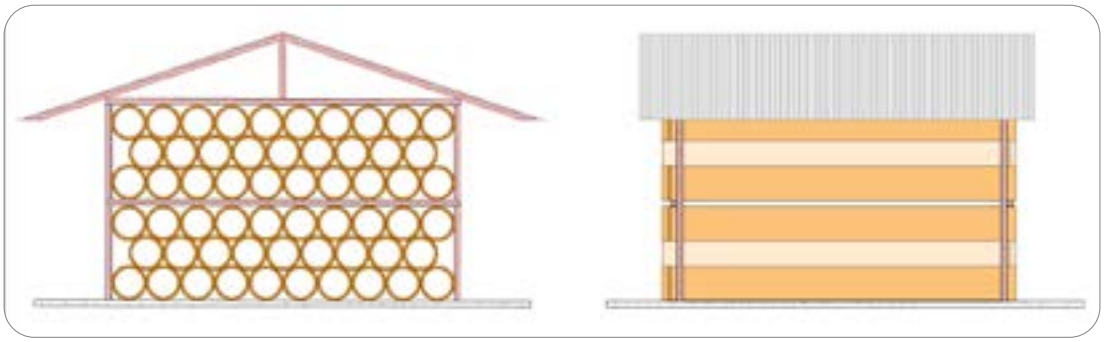
O local de armazenamento das tubulações na obra deverá ser horizontal, nivelado e sem pedras ou objetos pontiagudos. Os tubos não poderão ser arrastados ou batidos. O transporte deverá ocorrer afastado do solo, com empilhamento manual, um a um.

Será proibido o lançamento dos tubos sobre o solo. Recomenda-se o uso de calços largos de vigas de madeira ou tablados com distância entre eles inferior a 1,5 m, conforme figura a seguir.

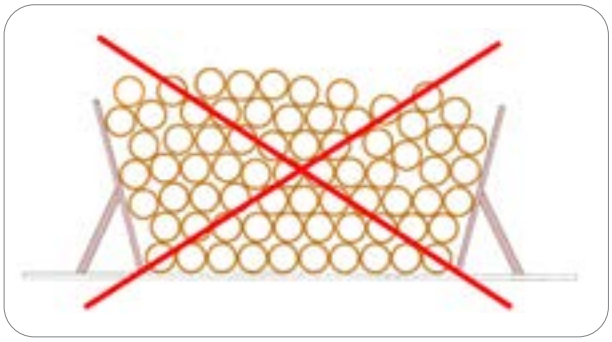


Estocagem de tubos sobre calços de madeira

Deverão ser disponibilizados locais sombreados para o armazenamento dos tubos no almoxarifado. A melhor opção são os galpões livres da exposição contínua ao sol. Caso isso não seja possível, a proteção poderá feita por lonas ou outro tipo de cobertura, no mínimo, 30 cm acima dos tubos, para permitir a ventilação. Escoradas lateralmente, as pilhas deverão ter, no máximo, 1,5 m de altura. No caso de maior tempo para a aplicação, deverá ocorrer o fechamento lateral da baia de estocagem.



Estocagem correta de tubos, com proteção contra raios solares



Estocagem incorreta de tubos

Grandes estoques poderão ser armazenados em pilhas, com bolsas alternadas, e apoiados em toda a extensão da tubulação. Em caso de maior tempo para a aplicação, a pilha deverá ser coberta com lona plástica.

Estocagem de tubos em pilhas para aplicação em obra

As conexões e os anéis de borracha só poderão ser levados ao local da obra no momento de seu uso. Assim, deverão ser tomadas medidas para a estocagem dos anéis de junta e das arruelas de vedação para flanges.

Os locais de estocagem deverão ser secos, com temperatura ambiente e sem exposição à luz. Os elastômeros são sensíveis aos raios ultravioletas e à ação do ozônio. Por isso, os anéis precisarão ser armazenados abrigados da luz (direta do sol ou artificial).

As tubulações com anéis de borracha (removíveis) acoplados deverão ser retiradas e guardadas com as demais, caso não sejam utilizadas logo na obra.

LOCAÇÃO E NIVELAMENTO DAS TUBULAÇÕES

O transporte de coordenadas para proporcionar a locação das obras deverá ser feito a partir da rede vertical e planimétrica do município (quando existir) ou com a implementação de rede de marcos planimétricos e de marcos altimétricos partindo dos vértices do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), rede geodésica homologada pelo IBGE. A implementação desses marcos deverá seguir a NBR 13133:2021.

Os equipamentos de topografia terão de ser aferidos e calibrados. Estações totais, teodolitos, níveis óticos ou digitais, trenas, bastões e rastreadores de sinais de satélite (GNSS) deverão ser certificados e aferidos anualmente por entidades oficiais ou universidades.

A locação de obras lineares poderá ser realizada pelo estaqueamento de piquetes ou por pinturas de demarcação, preferencialmente, com a demarcação do estaqueamento a cada 20 m de distância entre eles, ao longo do traçado projetado.

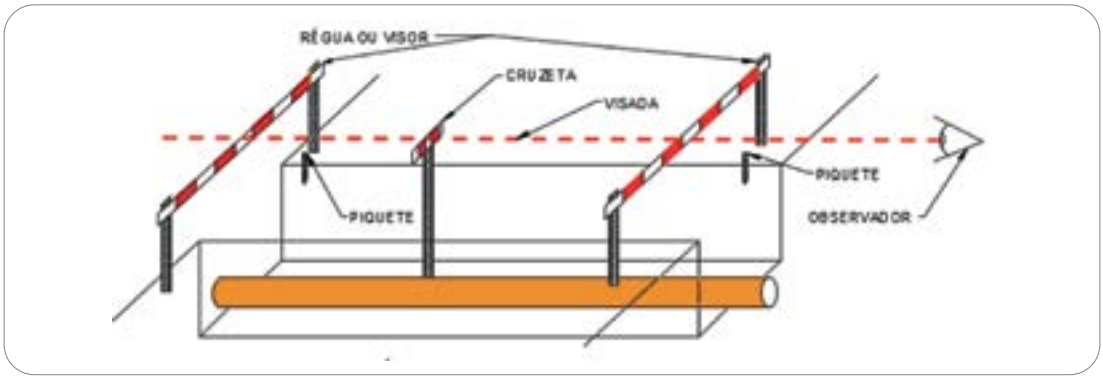
Para obras com escoamento por declividade, como as redes coletoras de esgoto, o deverá ser utilizado o método de cruzeta e visor. Ele consiste na fixação de visores (cavaletes em madeira ou metálicos) nos locais onde serão construídos os poços de visita, e ao longo do estaqueamento.

As cotas de referência para cada elemento da locação deverão seguir o que foi especificado nos projetos e nas Ordens de Serviço (OS). As marcações das cotas de referência terão de ser conferidas pela equipe de Topografia responsável pela atividade. Todas as OS em execução deverão ser liberadas e assinadas pela equipe de Engenharia local.

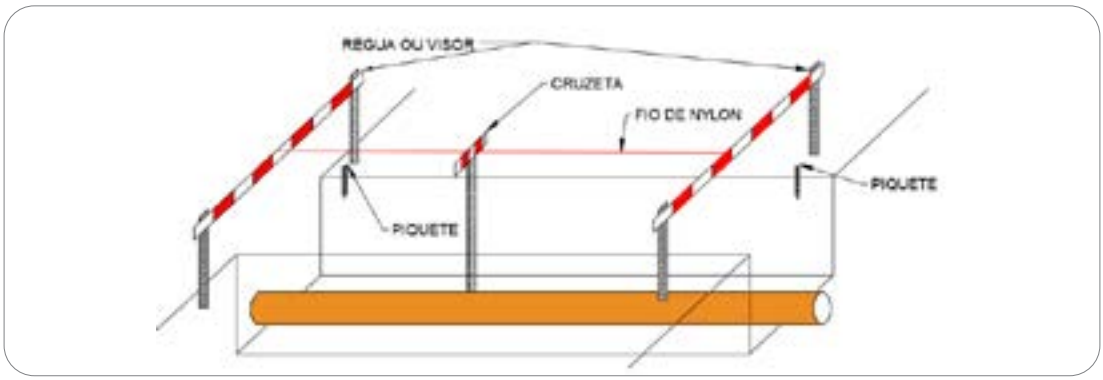
Após o assentamento do tubo, para que esteja na profundidade correta, a cruzeta deverá ser posicionada na geratriz superior externa do tubo e nivelada a “olho” com as duas réguas dos visores. A visada “a olho” poderá ser substituída com ajuda de fio de *nylon*.

A execução de todo o trabalho deverá ser acompanhada pela equipe de Topografia para uma efetiva fiscalização e o cadastramento das tubulações assentadas.

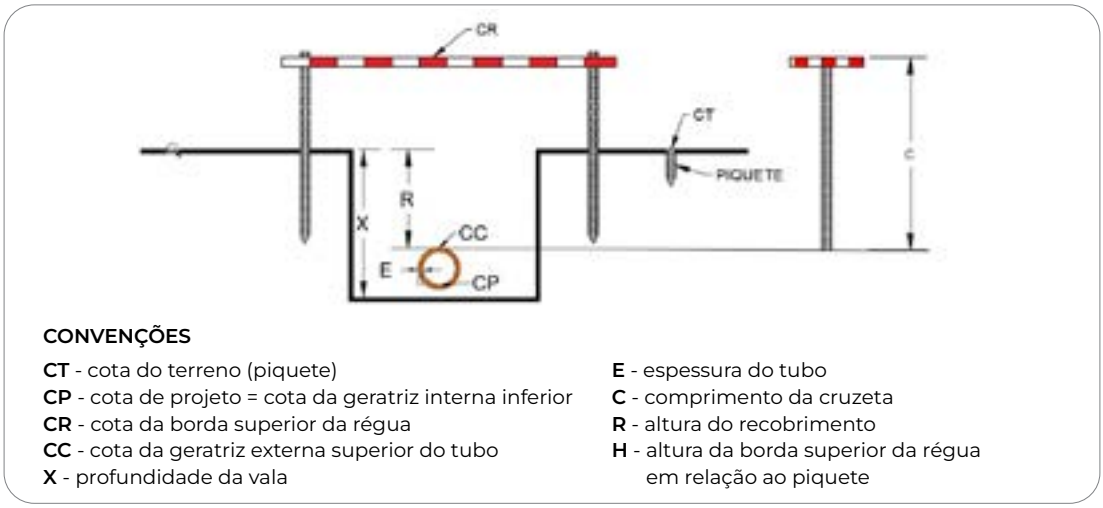
Será importante a verificação da cota em, pelo menos, 3 pontos (início, meio e fim) de cada tubo, evitando-se, sempre, o posicionamento da cruzeta no ressalto da bolsa.



Locação de redes com visor e cruzeta



Locação de redes com fio de nylon *e cruzeta*



CONVENÇÕES

CT - cota do terreno (piquete)
CP - cota de projeto = cota da geratriz interna inferior
CR - cota da borda superior da régua
CC - cota da geratriz externa superior do tubo
X - profundidade da vala
E - espessura do tubo
C - comprimento da cruzeta
R - altura do recobrimento
H - altura da borda superior da régua em relação ao piquete

REGULARIZAÇÃO DO FUNDO DA VALA

A fim de se garantir a perfeita declividade da tubulação assentada, o fundo da vala deverá ser regularizado e limpo com ferramentas manuais (enxada, pá, picareta etc.), fazendo-se a retirada de torrões, pedras e materiais indesejados. O fundo deverá ser uniformizado para que a tubulação se assente em todo o comprimento, observando-se o espaço para as bolsas.

BERÇO DE AREIA

Nos locais onde o fundo da vala apresentar pedras ou formações rochosas, será feita uma escavação adicional de 0,2 cm a 0,1 cm. O fundo da vala deverá ser coberto com uma camada de solo isento de pedra e entulhos ou, então, ser feita uma escavação de 0,1 m para a formação de um berço de areia com essa espessura. A camada deverá ser devidamente compactada.

Caso o fundo da vala seja constituído de material sem condição de suporte para o assentamento da tubulação (condição identificável em projeto, pela realização de sondagens de reconhecimento do subsolo), o assentamento deverá ser feito após o reforço de solo, com aplicação de rachão ou de outro método previsto em projeto.

O lastro de areia deverá ser espalhado no fundo da vala (camada mínima de 15 cm) com o auxílio de ferramentas manuais, com regularização em seguida. Após o assentamento da tubulação, e como forma de protegê-la, o lastro será coberto com 20 cm de agregado (areia ou material granular fino).

Camada de areia para cobrir o tubo

ASSENTAMENTO DE TUBOS, PEÇAS E CONEXÕES COM JUNTA ELÁSTICA

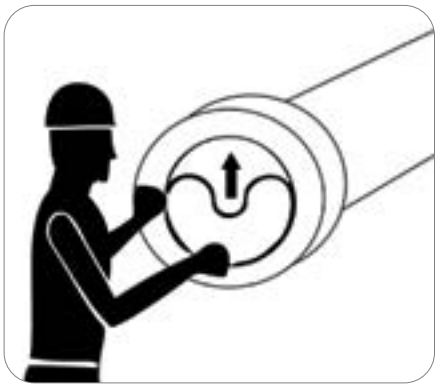
A montagem de tubos e conexões com bolsas servirá como base mínima para a instalação. A execução deverá ser seguida pela verificação das determinações e especificações fornecidas pelos fabricantes. Os tubos e conexões com extremidade "ponta e bolsa", com junta elástica, deverão ser assentados conforme as etapas abaixo:

COLOCAÇÃO DOS ANÉIS DE BORRACHA

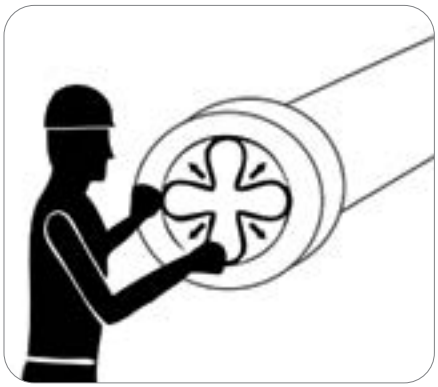
- Limpeza cuidadosa (com pano umedecido em água) do interior da bolsa, da ponta do tubo e do anel de borracha, com atenção especial ao alojamento do anel de borracha, eliminando-se qualquer material depositado, como a areia.

Limpeza da ponta e bolsa

- Limpeza do anel de borracha com pano umedecido em água.
- Confirmação da existência do chanfro (exceto quando houve a utilização da junta mecânica) e do bom estado da ponta do tubo. No caso de ter havido corte, o chanfro deverá ser refeito.
- Colocação do anel de borracha fora da vala.
- Verificação das condições do anel/validade e sua introdução no alojamento da bolsa, para que ganhe a forma de coração. Na instalação do anel de borracha em pequenos e grandes diâmetros, será preferível que ocorra sua deformação em forma de cruz.

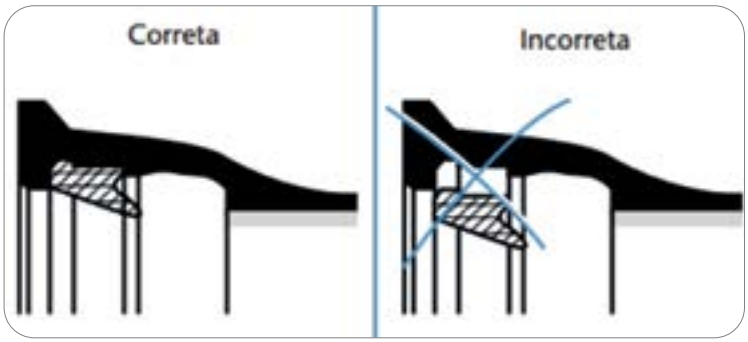


Colocação do anel de borracha



Colocação de anel de borracha grandes diâmetros

- Realização de esforço radial sobre o anel nas partes deformadas, a fim de acomodá-lo no alojamento.
- Verificação se o anel de borracha está corretamente colocado em toda a sua periferia.



Verificação do encaixe do anel

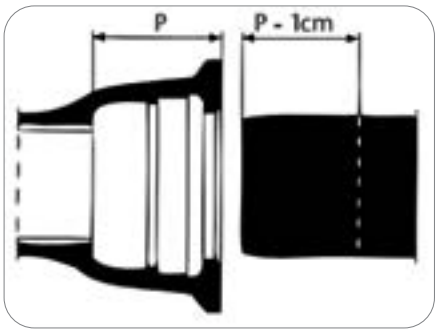
LUBRIFICAÇÃO

Deverá ser aplicada uma pequena camada de pasta lubrificante (com pincel ou utilizando-se a mão, com o uso de luvas) sobre a superfície visível do anel de borracha e sobre o chanfro da ponta, até a referência de montagem do tubo. A pasta lubrificante terá de ser solúvel em água, para não afetar as características dos materiais e de potabilidade.

Será proibido o uso de óleo mineral, vaselina ou graxa, pois esses materiais, além de danificarem a borracha, trazem riscos de contaminação em tubulações de água potável.

MONTAGEM

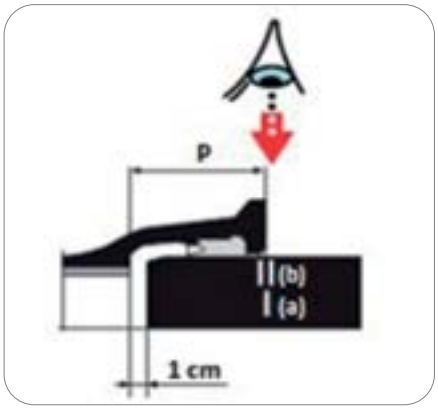
Para que a montagem seja iniciada, deverão ser observadas as marcações do limite do encaixe na ponta do tubo. Caso não exista nenhuma marcação sobre a ponta ou a necessidade de corte, será traçada uma nova referência de montagem na ponta do tubo, sempre, prevendo-se uma distância de afastamento de um centímetro da extremidade interna da bolsa do tubo para dilatação. A imagem a seguir define as dimensões que deverão ser utilizadas para a correta marcação.



Marcação de referência

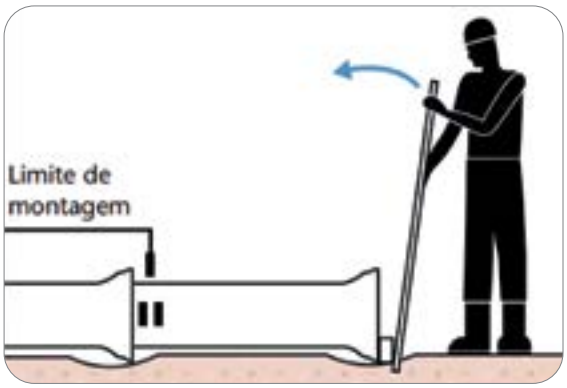
Após o encontro dessa medida e o traçamento da linha, deverão ser feitas mais duas marcações (de 1 cm à esquerda e de 1 cm à direita). Essas medidas servirão de limites mínimos e máximos. A marcação servirá como referência visual do encaixamento da tubulação.

Na sequência, o profissional deverá centrar a ponta do tubo na bolsa, mantendo a tubulação nessa posição. Em seguida, deverá introduzir a ponta do tubo dentro da bolsa, observando o alinhamento e o nivelamento, respeitando-se a referência de montagem (indicada, na figura abaixo, pela letra “a”), ou seja, entre as duas marcas.



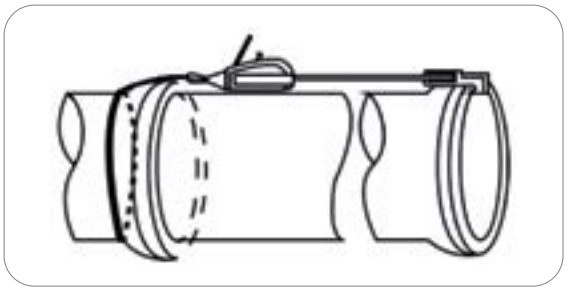
Verificação da marcação de referência

Para diâmetros menores que até o Diâmetro Nominal (DN) de 200 mm, o procedimento de montagem poderá ser realizado com o uso de alavanca, protegendo-se o espelho da bolsa com um toco de madeira. Deverá, também, ser respeitado o limite de montagem, observando-se a marcação do tubo, conforme a imagem a seguir:



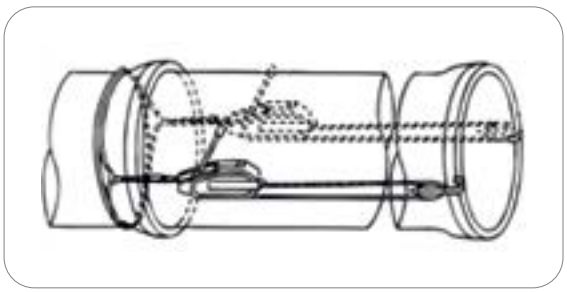
Montagem com alavanca

Para tubulações de DN 200 a DN 600, poderá ser utilizada uma talha tipo tifor, com capacidade de 1,6 tonelada a 3,5 toneladas, e gancho protegido com borracha.



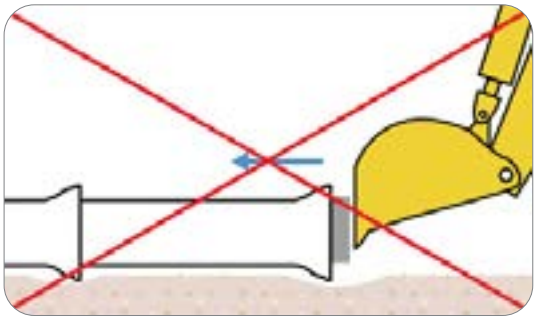
Montagem com talha tipo tifor

Para diâmetros maiores, de DN 700 a DN 1200, deverão ser utilizadas duas talhas tipo tifor, com capacidade 3,5 toneladas (cada uma), diametralmente opostas e com ganchos protegidos por borracha.



Montagem com talha/tifor

Na montagem dos tubos e das conexões, não poderá ser utilizada caçamba/concha com a força hidráulica do braço de uma escavadeira.



Montagem incorreta com escavadeira

Após a montagem correta da tubulação, deverá ser feita, por meio do teste de lâmina, a inspeção do anel de vedação para garantir a estanqueidade.

O teste consistirá na introdução de uma lâmina fina no acoplamento entre a ponta do tubo e a bolsa. Em seguida, a checagem de toda a circunferência irá verificar se as medidas são semelhantes. Caso ocorra a situação de a lâmina passar diretamente ou de serem obtidas medidas divergentes entre as inserções, deverá ser realizado o desacoplamento dos tubos. O objetivo será verificar se ocorreu a danificação ou o desencaixe do anel. Se for constatada a existência de um defeito no anel, a decisão será a de troca do item, com reinício do procedimento

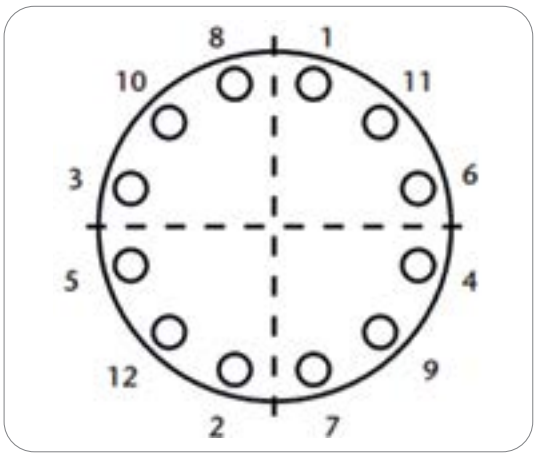
ASSENTAMENTO DE TUBOS, PEÇAS E CONEXÕES COM FLANGES

A junta flangeada é uma junta rígida formada por parafusos, porcas e arruelas, que fixam um flange ao outro. O elemento de vedação é um anel de borracha, com alma metálica ou papelão hidráulico.

Os tubos e conexões com flanges são utilizados, geralmente, para instalações não enterradas e em montagens dentro de caixas ou câmaras de alvenaria que abrigam válvulas e acessórios.

O material do anel de vedação deverá ser previsto em projeto, devido a questões de pressão e de temperatura de trabalho. Essa recomendação valerá também para os comprimentos dos parafusos, que variam conforme o diâmetro e a classe de pressão da tubulação.

Durante a montagem das peças, o aperto dos parafusos deverá ser feito de forma cruzada, evitando-se o empenamento do flange.



Ordem de aperto dos parafusos

Na maioria dos casos, os parafusos utilizados são de aço com galvanização a fogo. Suas dimensões são previstas conforme o diâmetro e a classe de pressão do flange, devendo tudo ser checados com o fabricante.

ASSENTAMENTO DE TUBOS DE PEAD

O assentamento dos tubos de PEAD poderá ocorrer em diversos métodos, dependendo de sua aplicação e de seu diâmetro. Tubos de água de pequeno diâmetro contam com a opção de conexões de compressão

Exemplo de conexões de compressão

.

Para diâmetros maiores, será necessária a realização de solda. O processo poderá ser dar por solda de topo (termofusão) ou com a aplicação de luvas de eletrofusão. Para duas as metodologias, há procedimentos específicos, que deverão ser de conhecimento da equipe de Fiscalização. Para a termofusão, são necessários equipamentos específicos de alinhamento, faceamento, raspagem, aquecimento e fusão.

Equipamentos para solda de PEAD por termo fusão (solda de topo)

As luvas de eletrofusão, por sua vez, têm equipamento específico, e funcionam com a leitura de um ou 2 códigos de barras previstos na peça. O código carrega todas as informações necessárias para os tempos de cada etapa do processo.

Equipamentos para solda de PEAD por eletrofusão

ASSENTAMENTO DE TUBOS DE PRFV

Devido ao processo de fabricação, os tubos de PRFV (plástico reforçado com fibra de vidro) deverão ser projetados e comprados com medidas específicas, sem a possibilidade de cortes para ajustes em campo. Caso haja a necessidade de cortes, deverá ser realizado o biselamento da ponta. A não realização desse procedimento exporá as camadas da tubulação à percolação de água, com o aparecimento de bolhas e vazamentos.

Devido às suas características, os tubos de PRFV não precisarão de revestimento ou proteção quando forem instalados aterrados. Para instalações aéreas, deverá ser prevista uma camada de proteção contra raios ultravioletas.

ASSENTAMENTO DE TUBOS DE AÇO CARBONO

Os tubos de aço-carbono são utilizados para a execução de adutoras de grandes diâmetros. Seu assentamento dependerá da realização de solda elétrica, atividade complexa que deverá ser feita por soldador qualificado e habilitado. Devido às suas características, toda tubulação aplicada terá de passar pela execução e/ou verificação dos revestimentos interno e externo. Na região das soldas, haverá a necessidade da reposição dos revestimentos.

5.3 ARMAZENAMENTO DE EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E FERRAMENTAS

Todos os materiais, equipamentos e ferramentas usados nas atividades deverão ser devidamente armazenados ao término do trabalho ou nos períodos de não utilização, a fim de evitar acidentes, danificação, e ocupação de espaço em área de passagem de pessoas e, também, para favorecer a organização da frente de serviço. Os tubos deverão ser corretamente armazenados, com calço de apoio para a proteção, iniciativa que garantirá vida útil maior do material e a segurança dos colaboradores.

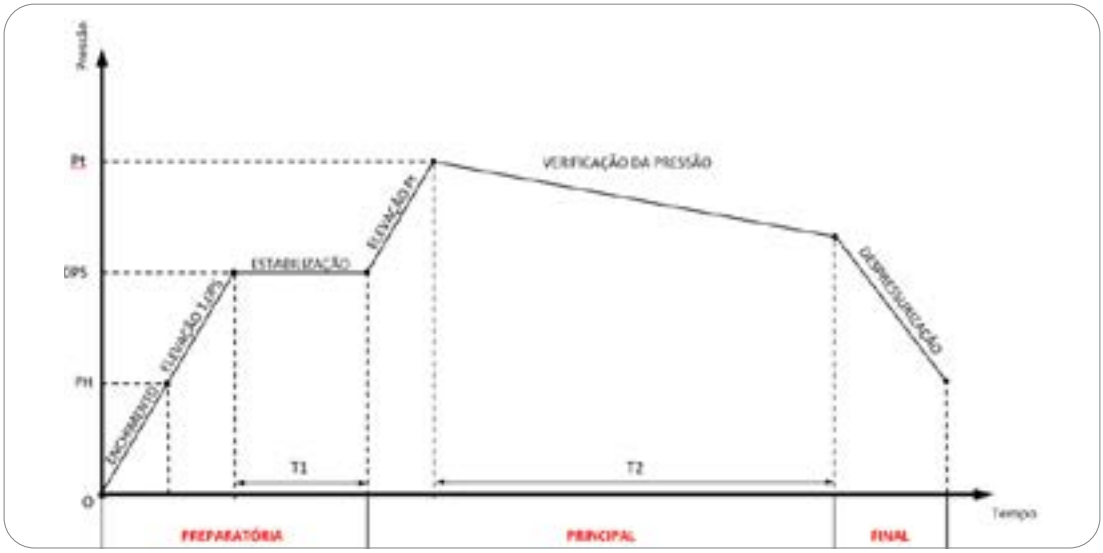
5.4 REATERRO, EXECUÇÃO DA BASE E REPAVIMENTAÇÃO

Para reaterro, execução da base e repavimentação, deverão ser consultados os procedimentos pertinentes para cada situação.

5.5 CONTROLE DE QUALIDADE

Após o assentamento das tubulações, deverão ser realizados os testes de garantia da declividade e da estanqueidade das tubulações. Para tubos pressurizados (com linhas de recalque), existe uma norma especifica relativa à realização dos testes. Trata-se da NBR 9650:2022, dirigida à verificação da estanqueidade hidrostática no assentamento de tubulações pressurizadas.

Como se viu no gráfico anterior, relativo ao teste de estanqueidade, o T1 é o tempo em que a tubulação deverá ser pressurizada com 1 PS (Pressão de Serviço). Esse tempo varia conforme o tipo de material, como se poderá ver a seguir:



Apresentação das três etapas para o teste de estanqueidade

- PVC: T1 mínimo de 3 h.
- Aço carbono: T1 mínimo de 4 h.
- Ferro fundido: T1 mínimo de 4 h.

O T2, por sua vez, é o tempo no qual a tubulação deverá ser pressurizada com PT (Pressão de Teste). O tempo varia conforme o material, como se poderá ver a seguir:

- PVC: T2 mínimo de 3 h.
- Aço carbono: T2 mínimo de 2 h.
- Ferro fundido: T2 de 2 h a 12 h, dependendo do diâmetro.

Há, também, uma norma para realização de testes em juntas de tubos lisos realizadas em laboratório. É a NBR 9054:1985 (para tubo de PVC Rígido coletor de esgoto sanitário), que trata da verificação da estanqueidade de juntas elásticas submetidas à pressão hidrostática externa. Ela apresenta os critérios para a realização desse ensaio, que deverá ter seu laudo apresentado pelo fabricante.

Após realização dos testes de estanqueidade, obtendo-se um resultado satisfatório, deverá ser realizada a desinfecção das redes conforme a NBR 10156:1987, que aborda a desinfecção de tubulações de sistema público de abastecimento de água (somente nas redes de abastecimento de água).

5.6 INSPEÇÃO DO SERVIÇO

Caso algum item anterior não seja atendido no momento da atividade, caberá à Fiscalização interromper a atividade para correções das irregularidades ou abrir uma não conformidade para a empresa contratada.

6

REPAVIMENTAÇÃO

6.1 OBJETIVO

Este capítulo visa estabelecer as orientações de apoio às equipes de Engenharia e Fiscalização de obras sobre os requisitos de projeto, qualidade e segurança na execução de repavimentação com CBUQ, PMF, paralelepípedo, paver, calçadas e outros tipos de pavimentos que poderão ser danificados durante a execução de obras lineares ou localizadas.

6.2 RECOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTO

6.2.1 Planejamento e atividades predecessoras

O início da atividade se dá com o planejamento das ações entre a contratada e a equipe de Construção, por intermédio do seu representante determinado. Nessa etapa, deverão ser analisados todos os requisitos técnicos e de segurança do trabalho, bem como as autorizações e a disponibilidade de equipes, equipamentos e materiais.

As atividades de sinalização viária, escavação, escoramento e reaterro de valas estão apresentadas no Manual de Engenharia para Atividades em Valas (MN-COR-CPX-001).

6.3 REQUISITOS DE SEGURANÇA

Todas as documentações de segurança previstas pelas Diretrizes de Segurança do Trabalho da Iguá deverão ser devidamente preenchidas e com as assinaturas dos responsáveis pela liberação da atividade. Os documentos necessários são os seguintes:

- **DTS (Discussão de Trabalho Seguro) FO-COR-SEG-007** – Deverá ser preenchida diariamente antes do início da escavação e ser assinada pelo responsável.
- **PT (Permissão de Trabalho em escavação) – FO-COR-SEG-010)** – Deverá ser disponibilizada na frente de serviço, com data e assinada pelo responsável.

Será obrigatória a disponibilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), sempre em boas condições para a execução da maioria das atividades. Será necessário, no mínimo, o uso de uniforme com identificação da empresa, colete ou uniforme com faixas refletivas, capacete de segurança, bota de segurança, protetor auricular e óculos de proteção.

Os operadores de equipamentos como retroescavadeira, escavadeira hidráulica ou caminhão Munck deverão ter certificados e a carteira de identificação de treinamento específica para a atividade.

6.4 REATERRO E RECOMPOSIÇÃO DA SUB-BASE E DA BASE

Para as atividades de repavimentação, após a escavação, deverão ser consideradas as etapas de reaterro, sub-base e base, para que se obtenha sucesso na recomposição do pavimento existente, pois as patologias se dão, principalmente, por recalques em uma ou mais das camadas.

6.4.1 Reaterro

O enchimento das valas terá de ser realizado com solo livre de impurezas. Ele deverá ser devidamente compactado, evitando-se vazios que possam causar o recalque. O solo destinado ao reaterro de valas será, preferencialmente, o próprio material da escavação da vala, em boa qualidade. Caso contrário, o material deverá ser importado. Para mais informações, deverá ser consultado o Manual de Engenharia para Atividades em Valas (MN-COR-CPX-001).

6.4.2 Sub-base

Camada de pavimentação complementar à base, e com as mesmas funções, a sub-base é executada sobre o reaterro (subleito), que deverá estar devidamente compactado e regularizado. A espessura e o tipo de material dessa camada dependerão da sub-base existente no local de intervenção. Para sua compactação, deverá ser utilizado o rolo compactador ou o compactador de percussão do tipo sapo, com, no mínimo, 6 fechas para cada camada (uma fecha = duas passadas).

6.4.3 Base

Para a recomposição do pavimento, a base composta por Brita Graduada Simples (BGS) terá de respeitar a camada existente no local e ser igual ou superior a ela, nunca inferior. Para sua compactação, deverá ser utilizado o rolo compactador ou o compactador de percussão do tipo sapo, com, no mínimo, 6 fechas para cada camada (uma fecha = duas passadas). Em seguida, ocorrerá o uso da placa vibratória de regularização de superfície, com, no mínimo, 6 fechas (uma fecha = duas passadas).

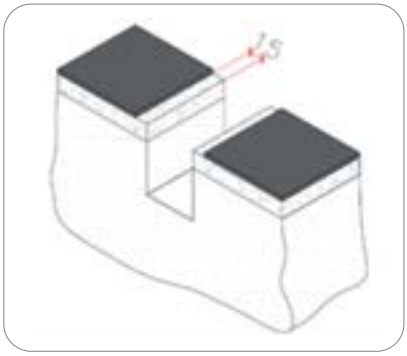
6.5 RECOMPOSIÇÃO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO

6.5.1 Limpeza e regularização

O perímetro das áreas para reparos deverá ser previamente demarcado, obedecendo-se a forma de polígonos com ângulos retos. A marcação poderá ser feita sobre o pavimento existente, utilizando-se, para tal, giz, tinta ou outro produto apropriado.

Na preparação da área, serão necessários o corte ou a escavação do solo com dimensões e profundidades que garantam uma configuração plana regular, com bordas verticais.

Nas bordas do pavimento, deverá ser deixado um espaçamento de 15 cm em relação à borda de abertura da vala, para evitar o surgimento de fissuras e pontos de infiltração.



Detalhe da borda para repavimentação

O material recortado da área afetada deverá ser removido até a cota da base, da sub-base e do subleito ou até não apresentar contaminação.

Os entulhos terão de ser removidos para que, em seguida, esses materiais sejam transportados e depositados em locais previamente aprovados e de acordo com as normas ambientais.

Na limpeza da área, haverá o uso de vassouras ou de compressor de ar. Caso seja necessário, o fundo da caixa terá de ser umedecido e compactado, utilizando-se, para tanto, placa vibratória ou equivalente.

6.5.2 Pintura de ligação

Consiste na aplicação de ligante betuminoso sobre a superfície, para que sejam criadas condições de aderência entre as camadas e haja a impermeabilização da base.

Após a regularização da base, a pintura de ligação deverá ser executada no fundo e nas paredes verticais da área recortada, utilizando-se ligante asfáltico. A superfície para pintura deverá ser isenta de pó e de materiais soltos. O ligante asfáltico será aplicado por caminhão espargidor ou por soprador costal (pelo método de jateamento), na temperatura adequada, na quantidade recomendada e de maneira uniforme.

A temperatura da aplicação do ligante asfáltico será fixada em função da relação temperatura x viscosidade, escolhendo-se a temperatura que proporcionar a melhor viscosidade para o espalhamento. A viscosidade recomendada para o espalhamento da emulsão deverá estar entre 20 s e 100 s Saubolt-Furol (DNER – ME 004/94). A emulsão terá de ser diluída com água na proporção de 1:1, a fim de garantir a uniformidade. A taxa de aplicação da emulsão diluída será da ordem de 0,8 l/m² a 1,0 l/m².

A aplicação terá de ser feita por caminhão espargidor (em grandes áreas) e por regrador e soprador costal (para pequenos reparos).

Pintura de ligação executada com soprador costal

Pintura de ligação executada com caminhão espargidor

A emulsão não deverá se acumular em poças, e a aplicação da emulsão terá de ser cuidadosa, a fim de não sujar passeios, meios-fios, canteiros etc.

Após a aplicação do ligante, será necessário aguardar o escoamento da água e a evaporação, em decorrência da ruptura.

Existem 3 tipos de ruptura para os ligantes no mercado. O tipo utilizado para pavimentos com Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) é o de Ruptura Rápida (RR), num período de, mais ou menos, duas horas, em condições ideais de sol. A característica visual é a passagem da emulsão da cor marrom para a preta. Também existem os tipos de Ruptura Média (RM) e de Ruptura Lenta (RL), aplicados para asfaltos frios.

Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deverá ter o certificado de conformidade do produto, apresentado pelo fabricante/distribuidor.

O ligante asfáltico não deverá ser distribuído quando a temperatura ambiente for inferior a 10 °C, em dias de chuva, ou quando a superfície a ser pintada apresentar sinal de excesso de umidade.

6.5.3 Aplicação de CBUQ

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), o CBUQ é uma mistura executada, aplicada e compactada a quente, e produzida em usina apropriada, devido à necessidade de controle tecnológico. É composto por agregado graduado e cimento asfáltico. Poderá conter também material de enchimento, caso seja necessário.

A temperatura de aplicação deverá ser de 150 °C a 160 °C. Para evitar resfriamento, o caminhão de transporte da mistura precisará ter isolamento térmico. A temperatura da saída da massa na usina terá de ser de, no máximo, 177 °C. Não será permitida a aplicação em dias de chuva ou quando a temperatura ambiente for inferior a 10 °C

Após o processo de ruptura da pintura de ligação, o local deverá ser preenchido com CBUQ, numa camada de, no mínimo, 5 cm ou em conformidade com o pavimento existente.

O CBUQ será espalhado, utilizando-se ferramentas manuais (rastelos, enxadas) para serviços em pequenos segmentos. Para aplicações em áreas maiores, serão usados equipamentos mais robustos, como vibro-acabadoras, preenchendo-se todo o espaço formado pelo recorte.

Espalhamento de CBUQ com rastelo

Espalhamento com vibro-acabador

Para espessuras maiores de que 5 cm, o preenchimento deverá ser realizado em duas ou mais camadas. Cada camada individual compactada não deverá ser superior a 5 cm.

Em pequenas áreas, a compactação poderá ser por placa vibratória. Em áreas maiores, deverá ser utilizado o rolo compactador de chapa. Recomenda-se realizar a compactação das juntas com o rolo-chapa tipo Tandem, de forma perpendicular ao eixo, com 1/3 sobre o pano já compactado e os outros 2/3 sobre a massa recém-aplicada.

A massa asfáltica terá de ser compactada o mais rapidamente possível, para que sua qualidade se mantenha. O tráfego da via só deverá ser liberado após o completo resfriamento da massa.

Compactação com rolo

Compactação com placa vibratória

A repavimentação não poderá cobrir, com massa asfáltica, as lajes de concreto dos poços de visita ou os demais acessórios. O nivelamento deverá ser mantido.

Não será permitida a execução da repavimentação asfáltica sobre uma camada já existente. Em casos de retrabalho, a camada do pavimento antigo terá de ser removida

Também não será aceito pavimento asfáltico com elevação, já se prevendo a possibilidade de recalque. O pavimento deverá ser regularizado em nível com o existente. Além disso, será necessária a utilização de nível para garantir o perfeito acabamento.

6.5.4 Aplicação de pré-misturado a frio (PMF)

O PMF é a mistura executada na temperatura ambiente e em usina apropriada. É composta de agregado mineral e ligante asfáltico, espalhada e compactada a frio. Poderá ser empregada como camada de nivelamento, regularização, intermediária, binder ou base. Geralmente, seu uso se dá nas operações tapa-buracos e na recomposição de pavimento temporário.

A mistura é adquirida por meio de usinas e disponibilizada na obra por caminhões basculantes. Também é possível comprar a massa de PMF em sacos de 20 kg, para reparos de menores dimensões.

O espalhamento poderá ser realizado com ferramentas manuais (rastelos, enxadas etc.) em serviços de tapa-buracos ou em pequenos segmentos. Para maiores aplicações, será necessário o uso de equipamentos mais robustos, como vibro-acabadoras ou motoniveladoras.

Em pequenas áreas, a compactação poderá ser feita por placa vibratória. Para áreas maiores, a atividade deverá ser feita por rolo compactador. Recomenda-se, ainda, a compactação das juntas como o rolo-chapa tipo Tandem, de forma perpendicular ao eixo, com 1/3 sobre o pano já compactado e os outros 2/3 sobre a massa recém-aplicada.

A aplicação de PMF deverá ser feita em camada única quando a espessura não for superior a 5 cm. Para espessuras maiores, o preenchimento se processará em duas ou mais camadas. Cada camada individual compactada não deverá ser superior a 5 cm.

Quando houver tráfego na rodovia, deverá ser executado o salgamento da superfície com pó de pedra. Feito de forma manual, o trabalho será executado imediatamente após o término da compactação da camada.

6.5.5 Exemplos de execução

Qualquer recalque superior a 5 mm deverá ser reprovado pela Fiscalização. Problema recorrente, a sobreposição das capas asfálticas também deverá ser reprovada. A seguir, alguns exemplos de serviços que passarão e outros que não serão objeto de avaliação pela área de Controle de Qualidade.

Exemplo de repavimentação bem-executada

Execução que não respeitou ângulos retos

Exemplo de acabamento sinuoso e sem compactação completa

Recalque do pavimento

Exemplo de má execução: não remoção de todo o pavimento danificado

Erosão do pavimento próximo ao poço de visita

É importante frisar que as sapatas da retroescavadeira deverão possuir proteção para evitar que o pavimento seja danificado e sejam criados mais pontos de recuperação, como se poderá ver no exemplo a seguir.

Marcas das sapatas da retroescavadeira no asfalto

6.6 OUTROS TIPOS DE PAVIMENTO

6.6.1 Reposição de calçamento (paralelepípedo, lajota sextavada e paver)

Sempre que possível, deverá ser utilizado o material retirado do calçamento existente. Por isso, a remoção terá de ser bastante cuidadosa no momento da escavação.

As peças quebradas precisarão ser substituídas e, no caso de dificuldade de encaixe, deverá ser realizado o recorte com policorte, mantendo-se o aspecto mais próximo do original.

A regularidade da base determina a qualidade e o nivelamento do serviço. Assim, não pode haver ondulações depois de compactada.

O assentamento terá de ser feito sobre uma camada de base com 10 cm de areia. Para a recompactação, será utilizada placa vibratória. Esse uso garantirá o correto nivelamento da base.

Será importante também que a camada de areia de assentamento (que vai sobre a base) seja uniforme e constante, não devendo variar para compensar irregularidades no acabamento superficial da camada de base.

Deverá ser realizado, ainda, o nivelamento sobre as guias mestras, com o assentamento efetuado de maneira uniforme com o alinhamento das juntas e o nivelamento da altura, conforme o pavimento existente.

As juntas deverão ter, entre elas, espaçamento médio de 3 mm, com a utilização de espaçador, caso seja necessário.

Para a compactação inicial após o assentamento, deverá ser utilizada a placa vibratória em diferentes direções (uma passada na longitudinal e outra na transversal, e assim por diante). O objetivo será a correta compactação sobre o calçamento já nivelado.

Compactação dos blocos após assentamento com placa vibratória

Durante a compactação, algumas peças poderão ser danificadas, devendo ser substituídas. Após a compactação, uma camada de areia fina será espalhada e varrida sobre o pavimento, para que os grãos penetrem em todas as juntas

A selagem das juntas (seu preenchimento com areia) será necessária para o bom funcionamento do pavimento. Se as juntas estiverem mal seladas, os blocos de concreto ficarão soltos e o pavimento perderá intertravamento e se deteriorará rapidamente. Isso se aplica tanto a pavimentos recém-construídos como para estruturas antigas.

Espalhamento de areia para selagem das juntas

Quando houver junções entre diferentes pavimentos, deverá ser colocada uma cinta de travamento de meio-fio pré-moldado. O meio-fio confeccionado *in loco* só poderá ser utilizado se o tempo correto de cura puder ser garantido. As orientações citadas neste item valem, igualmente, para a recomposição nas vias e calçadas e nos passeios.

Locais com piso tátil direcional e de alerta deverão ser devidamente recolocados, seguindo o mesmo padrão existente.

Acabamento desalinhado, lajotas danificadas e sem amarração

Recomposição no passeio, com local limpo e espaçamento correto e alinhado

Acabamento desalinhado, com lajotas danificadas e sem amarração

Paver e piso tátil com acabamentos e alinhamentos em bom estado

6.6.2 Reposição de calçadas em concreto

Para a reposição de calçadas em concreto, a base deverá ser executada com material granular (brita ou bica corrida) e compactação mecânica ou manual.

O acabamento das bordas será feito com o uso de policorte, para que fiquem retilíneas. Em grandes extensões, no caso de "panos" maiores do que 2 m, o correto será a utilização de juntas de dilatação, formando-se quadrantes.

O concreto deverá possuir a resistência mínima de 20 MPa.

Para calçada em concreto armado, utilizada onde há tráfego de veículos, a tela deverá ter a mesma espessura da existente. A armadura deverá estar amarrada à tela, ou seja, uma borda de, pelo menos, 20 cm de armadura aparente terá de ser deixada para o engaste. Espaçadores deverão ser utilizados para o correto distanciamento do solo.

O concreto será espalhado com ferramentas específicas e adensado por apiloamento ou vibração.

A espessura da camada de concreto não deverá ser inferior a 5 cm no passeio e 10 cm em acessos de veículos leves. Quando o pavimento tiver uma camada superior, a execução deverá ser feita como a existente. Caso haja algum padrão de acabamento (pigmentação, textura etc.), a nova camada obedecerá ao mesmo padrão.

Toda área de repavimentação deverá ser isolada até a cura, para que novos danos sejam evitados.

A seguir, alguns exemplos de boa e má execução da recomposição de calçada em concreto.

Recomposição de calçada sem recortes em ângulos retos

Recomposição de calçada sem recortes em ângulos retos e acabamento de má qualidade

Recomposição de calçada em concreto intercalando os "panos" e com bom acabamento

Recomposição de calçada em concreto com bom acabamento

6.6.3 Reposição de calçadas em ladrilho hidráulico e placas de concreto

Para a reposição de calçadas com ladrilho hidráulico e placas de concreto, a execução seguirá os mesmos passos da recomposição de calçada em concreto liso. No assentamento das peças de ladrilho hidráulico ou das placas de concreto, será usada argamassa tradicional ou industrializada sobre a camada de concreto.

Para a inserção das peças, os executantes deverão molhar a base e inseri-las no mesmo espaçamento das existentes. Se for possível, deverão ser utilizadas as mesmas pedras retiradas. As peças quebradas terão de ser substituídas. As placas não poderão ficar com excesso de argamassa.

Placa com excesso de argamassa e desnivelada

Reposição de pedra Miracema com bom acabamento

Ladrilho bem-executado

6.6.4 Reposição de meio-fio

Para reposição do meio-fio, deverá ser confeccionada uma base em brita graduada, com espessura uniforme de 10 cm, compactado com soquete de madeira de, no mínimo, 6 fechas. Para a instalação do meio-fio pré-moldado sobre base de brita, deverá ser executado o lastro de concreto magro.

Depois de alinhado o meio-fio, deverá ser feita a moldagem das sarjetas, utilizando-se o mesmo concreto da base. Quando for possível, deverão ser utilizadas as mesmas peças de meio-fio retiradas do local.

Os rebaixos de meio-fio deverão ser executados na entrada de veículos, no acesso de cadeirantes e nas rampas, conforme padrão existente. Os meios-fios e as sarjetas deverão ser executados antes da capa de asfalto, evitando-se infiltrações.

6.6.5 Reposição de tachão ou calota

Para a reposição de tachão ou calota, incluindo o fornecimento das peças, deverão ser mantidos as características e o alinhamento da sinalização.

A marcação para alinhamento e manutenção da distância entre as peças deverá ser feita com barbante, trena ou dispositivo similar.

Como cada peça tem seu próprio gabarito, os parafusos deverão ser pressionados no solo para demarcação. Os furos terão de ser feitos com furadeira de impacto e broca de vídea, na profundidade necessária para que a peça fique rente ao chão.

A massa a ser aplicada deverá seguir a recomendação do fabricante. Os tachões e as calotas não deverão ser aplicados em pisos como paralelepípedos, pisos sextavados e ladrilhos.

6.6.6 Reposição de grama

Para a reposição de grama, a base terá de ser compactada de forma a não permitir recalque. Deverá ser espalhado no solo (areno-argiloso ou adubado) sobre a base, em camada uniforme de 10 cm.

O transporte e a descarga deverão ser cuidadosos. O ideal será descarregar o material próximo de onde será utilizado. A grama não poderá ficar estocada, pois isso prejudicará sua qualidade. Ela deverá ser fornecida em placas da mesma espécie da original existente no local.

As leivas deverão ficar próximas umas das outras, com espaçamento de até 1 cm entre elas.

O recorte do gramado será executado em ângulos retos para o perfeito encaixe das leivas. Após o plantio, deverá ser regado pelo período necessário. A contatada será responsável pela "pega" da grama. Caso haja problemas, a empresa terá de providenciar o replantio.

Recomposição do gramado com má qualidade de execução

Grama uniforme e com o padrão de acabamento desejado

6.6.7 Reposição de brita e pavimento primário

Na reposição da pedra brita, a superfície de base deverá ser devidamente regularizada. Caso ela apresente alguma característica que afete sua qualidade, terá de ser removida antes da regularização.

A camada de brita deverá estar nivelada com a superfície existente. A compactação dessa nova camada será realizada com compactador e placa vibratória

Para a reposição de pavimento primário, deverá ser utilizado material isento de matéria orgânica e contaminação. Os materiais de reposição precisarão ter características iguais às do material existente na via.

Recomposição de pavimento primário com material isento de contaminação e uniforme

Pontos com recalque e material de má qualidade

6.7 INSPEÇÃO DO SERVIÇO

Há, na plataforma Colaborativo, uma lista de verificação específica para os serviços de repavimentação. Seu preenchimento será obrigatório na fiscalização em campo.

Caso algum item anterior não esteja atendido no momento da atividade, caberá à área de Fiscalização interromper o trabalho para a correção das irregularidades ou abertura de uma não conformidade contra a empresa contratada.

Também será aplicável a esses tipos de serviços o controle tecnológico por empresa especializada. Tipos de ensaios, e suas amostragens, deverão estar previstos no Termo de Referência (TR) para a contratação.

7

CONSTRUÇÃO DE POÇOS DE VISITA

7.1 OBJETIVO

Este capítulo visa estabelecer as orientações de apoio às equipes de Engenharia e Fiscalização de obras sobre os requisitos de projeto, qualidade e segurança na execução dos Poços de Visita (PV) que compõem as redes coletoras em obras lineares. Neste material, serão apresentados os critérios para a execução do poço de visita em concreto e PEAD.

7.2 PLANEJAMENTO E ATIVIDADES PREDECESSORAS

O início da atividade se dará com o planejamento das ações entre a contratada e a equipe de Construção, por intermédio do seu representante determinado. Nessa etapa, deverão ser analisados todos os requisitos técnicos e de segurança do trabalho, as autorizações e a disponibilidade de equipes, equipamentos e materiais.

7.2.1 Sinalização e segurança

As atividades de sinalização viária, escavação, escoramento e reaterro de valas estão apresentadas no Manual de Engenharia Atividades em Valas (MN-COR-CPX-001) e no Manual de Assentamento de Tubulações (MN-COR-CPX-002).

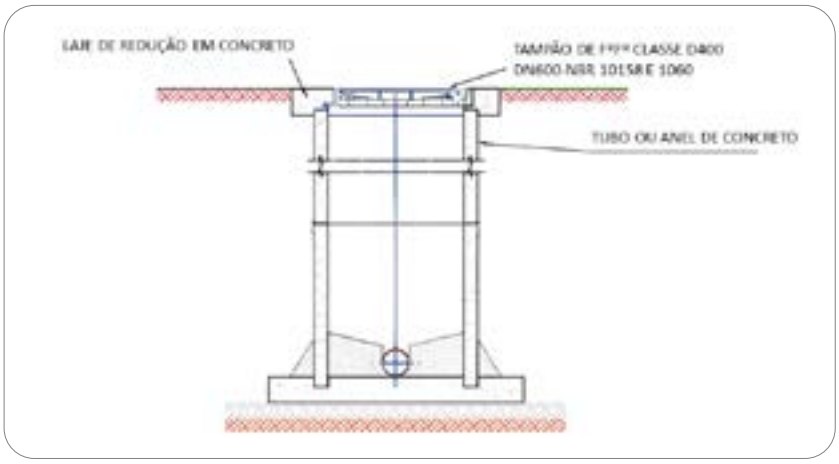
7.3 TIPOS DE POÇOS DE VISITA

Os poços de visita são elementos que compõem as redes coletoras de esgoto, com a finalidade de realizar as junções das redes nos cruzamentos e mudanças de direções, quando forem necessárias. Em sua maioria, são em aduelas de concreto com sistema de encaixe macho e fêmea ou em PEAD. Ambos os materiais obtêm variações de diâmetros a partir dos diâmetros DN 600, DN 800, DN 1000, DN 1200 e DN 1500 mm.

Os diâmetros e o tipo dos PV serão definidos em projetos com base na elaboração das OSE, conforme a variação das profundidades das redes.

7.3.1 Poço de visita de concreto pré-moldado

Poço de visita em concreto é o mais utilizado na execução das redes coletoras de esgoto, sendo composto por aduelas de concreto com conexão em macho e fêmea.



Exemplo de execução de poço de visita

7.3.2 Poço de visita de PEAD

O poço de visita em PEAD (polietileno) é destinado a regiões litorâneas, áreas de alagado ou banhados com lençol freático muito alto. Porém, seu uso não é restrito a essas regiões, podendo ser utilizado em qualquer tipo de solo, desde que haja viabilidade econômica/financeira.

O poço terá e ser resistente às forças de compactação do solo, para que não ocorram deformações em sua estrutura. Seu entorno deverá ser preenchido com material seco (de preferência, com areia) para se obtenha a estabilidade necessária.

Em locais com lençol freático alto, deverá ser prevista uma forma de ancoragem do poço de visita. Para tanto, o fornecedor será consultado, para que se saiba qual o método mais adequado.

Instalação em solo seco

Instalação em solo com lençol freático

CARACTERISTICAS DO POÇO DE VISITA EM PEAD

- O fundo deverá ser moldado com canaletas. As entradas terão ângulos de 90°, 135°, 180°, 225° e 270°, e uma saída com multiplicidade de diâmetros.
- As entradas deverão ser vedadas de fábrica e somente abertas na hora da conexão das redes.
- A saída deverá ser em DN 150 mm. Caso sejam necessários diâmetros menores, deverá ser usada a redução excêntrica.
- A saída deverá ser em ponta e atender aos diâmetros de DN 150 a DN 300.
- O poço de visita terá de ser em peça única ou segmentada, com união por junta elástica para o ajuste da altura necessária.

7.3.3 Fabricação, transporte e armazenamento

FABRICAÇÃO DE ADUELAS EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO

Para a fabricação das aduelas de concreto pré-moldado de uso em redes de esgoto (classe de Agressividade Ambiental IV), deverão ser seguidos os seguintes padrões:

- Utilização de cimento RS (resistente a sulfato).
- Fck 40 Mpa.
- Relação água/cimento máxima de 0,45.

TRANSPORTE

O carregamento dos caminhões deverá ser feito de modo que nenhum dano ou deformação ocorra no produto durante o transporte. Para isso, deverão ser consideradas as seguintes orientações:

- O transporte dos tubos terá de ser executado na vertical, para que sejam evitados esforços mecânicos sobre a estrutura. Caso haja a necessidade de transporte na horizontal, os itens deverão ser calçados por madeira ou materiais de base de borracha.
- A montagem da carga e a forma de amarrar os tubos de concreto.
- A carga deverá estar disposta de um modo que se consiga amarrá-la e estabilizá-la.
- Deverá haver cuidado especial na amarração dos poços de visita em PEAD, para que não ocorra deformação nas saídas e nas entradas das tubulações que possam afetar a estrutura das peças.

ARMAZENAMENTO DOS MATERIAIS DE CONCRETO

- O armazenamento das aduelas de concreto no local da obra deverá ser feito na vertical, evitando-se, assim, danos na estrutura.
- O manuseio dos tubos na obra será feito com equipamentos adequados, e o uso de cabos de aço ou sintas se dará pela parte externa do tubo.
- O empilhamento dos tubos deverá ter a altura máxima pelo diâmetro do tubo. Por exemplo: de 200 a 400 mm – 4 unidades; de 500 a 600 mm – 3 unidades; de 700 a 1.000 mm – duas unidades; maior do que 1000 mm – uma unidade.

ARMAZENAMENTO MATERIAIS DE PEAD

- Os poços de visita poderão ser estocados sob o sol e/ou em intempéries por um período de até um ano. Para períodos superiores, recomenda-se a devida proteção.
- O armazenamento deverá ser na vertical para evitar danos à estrutura.
- Os anéis de vedação (de borracha nitrílica) deverão ser armazenados de forma adequada e abrigados do calor, dos raios solares e das intempéries.

7.3.4 Locação e nivelamento do poço de visita

O transporte de coordenadas para proporcionar a locação das obras deverá ser executado a partir da rede planimétrica (quando existir) do município ou por meio da implementação de uma rede de marcos planimétricos e de marcos altimétricos (RN), partindo-se dos vértices do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), rede geodésica homologada pelo IBGE. A implementação desses marcos deverá seguir a NBR-13.133:2021.

Os equipamentos de topografia terão de ser aferidos e calibrados. Estações totais, teodolitos, níveis óticos ou digitais, trenas, bastões e rastreadores de sinais de satélite (GNSS) deverão ser certificados e aferidos anualmente por entidades ou universidades.

As cotas de referências para cada elemento da locação terão de seguir as especificações do projeto e das Ordens de Serviço (OS). As marcações das cotas de referências deverão ser realizadas e conferidas pela equipe de Topografia responsável pela atividade.

Todas as OS em execução precisarão ser liberadas e assinadas pela equipe de Engenharia local. A execução deverá ser acompanhada de equipe de Topografia para fiscalização e cadastro dos poços de visita assentados.

7.3.5 Regularização do fundo da vala

Para garantir o perfeito nivelamento do poço de visita, o fundo da vala deverá ser regularizado e limpo com ferramentas manuais (enxada, pá, picareta etc.), fazendo-se a retirada de torrões, pedras e materiais indesejados. O fundo da vala deverá ser uniformizado, para que o fundo do poço se assente em toda a área, obtendo-se, assim, uma base firme e estável.

7.3.6 Assentamento dos poços de visita

Na sequência da regularização do fundo da vala (terreno), deverá ser colocado um lastro de brita para que se obtenha a estabilidade desejada. Somente após esse procedimento, será realizado o assentamento do poço de visita.

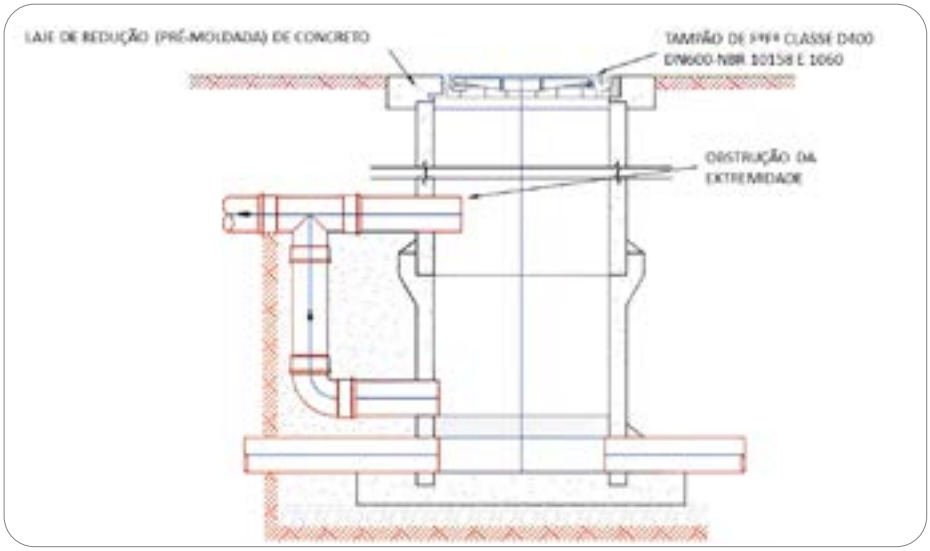
Deverá ser executada no interior do poço uma calha semicircular em concreto com o mesmo diâmetro da tubulação a jusante e aclive de, no mínimo, 2%. O tipo de poço de visita será definido nos projetos das redes coletoras de esgoto (de concreto ou PEAD).

7.3.7 Conexões das tubulações no poço de visita

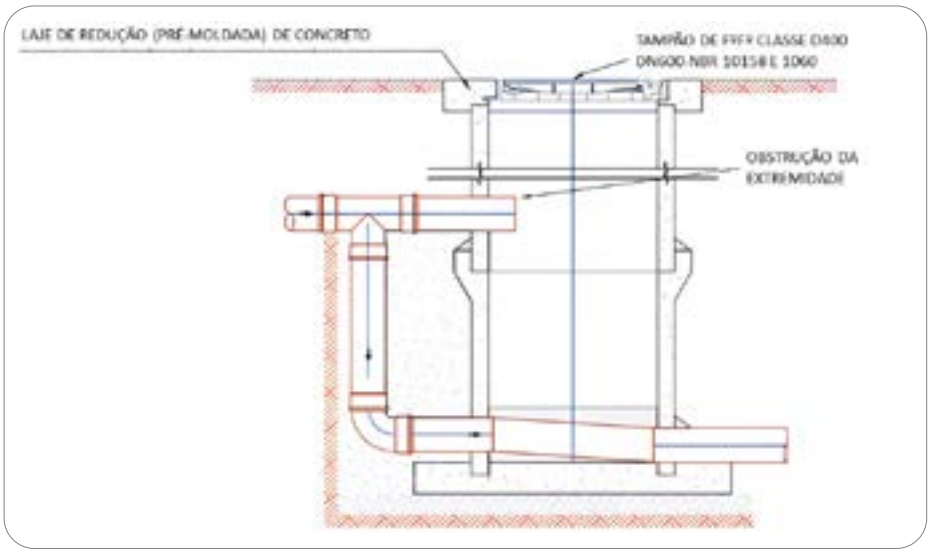
As conexões das tubulações das redes coletoras nos poços de visita de concreto deverão ser realizadas por métodos que garantam a perfeita estanqueidade, com rejunte e vedação do tubo de PVC. Para a conexão nos poços de visita de PEAD, será necessária a utilização de junta elásticas especificas.

7.3.8 Instalação de tubo de queda

O tubo de queda deverá ser instalado em situações em que as redes a montante do poço de visita têm cotas superiores a 70 cm da tubulação de saída. Esse tubo de queda irá derivar verticalmente da tubulação efluente, a ser composta por peças de mesmo diâmetro e montada conforme os exemplos a seguir.



Opção 1 de tubo de queda



Opção 2 de tubo de queda

7.3.9 Laje de redução pré moldada

É utilizada para a redução de diâmetro do poço de visita e o assentamento do tampão de ferro. Geralmente, é reduzido do DN especificado do poço de visita para o DN 600, utilizado nos tampões de ferro.

7.3.10 Tampão

O tampão do poço de vista é formado pelo aro e pela tampa. Ele poderá ser de ferro fundido, que é utilizado em vias com tráfego de veículos leves e pesados e em passeios. Outra opção é o tampão de concreto, usado somente em passeios.

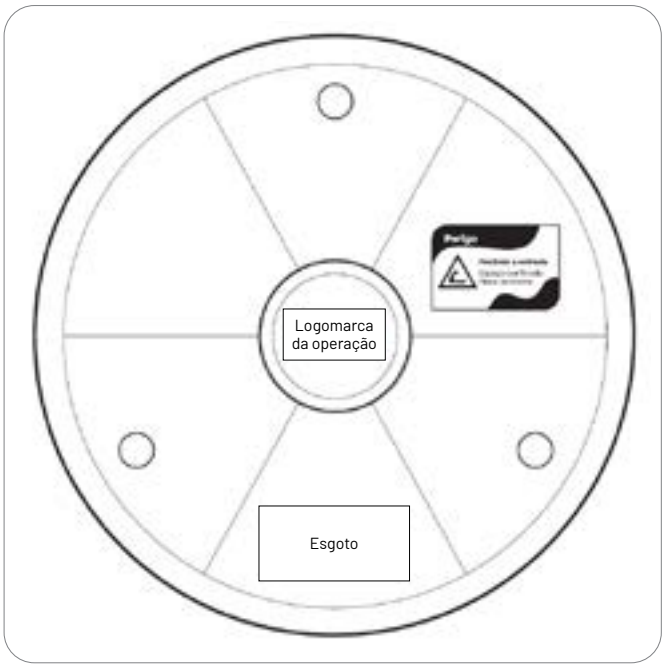
TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO

Os tampões de ferro fundido são divididos em grupos e classes que atendem a cada situação e aos tipos de passeio e vias públicas, conforme as indicações a seguir:

- **Grupo 01, Classe A 15** – Uso em áreas com circulação restrita a pedestres.
- **Grupo 02, Classe B 125** – Uso em áreas de circulação de pedestres, estacionamento de carros e em passeios.
- **Grupo 03, Classe C 250** – Uso em sarjetas até 0,50 m na via de circulação de veículos e até 0,20 m na calçada.
- **Grupo 04, Classe D 400** – Uso em vias de circulação de veículos, acostamentos e estacionamentos de todos os tipos de veículos.
- **Grupo 05, Classe F 600** – Uso em áreas de aeroportos, docas e locais com movimentação de cargas elevadas.
- **Grupo 06 , Classe G 900** – Uso em áreas de movimentação de cargas muito elevadas, como pista de aeroportos.

O grupo deverá ser definido em projeto. No caso de essa escolha não acontecer, recomenda-se a adoção do Grupo 04, Classe D 400.

Conforme a indicação do Guia de Sinalização da Iguá, os tampões deverão incluir as seguintes informações: nome da SPE, a descrição “Esgoto” e o símbolo “Espaço confinado”.



Detalhe para fabricação dos tampões em ferro fundido

INSTALAÇÃO

Os tampões de ferro fundido têm 2 modelos – o articulado e o não articulado. A instalação dependerá, naturalmente, do tipo escolhido. As formas são as seguintes:

- **Tampões articulados instaladas em redes coletoras de esgoto assentadas no terço da via** – A abertura da tampa deverá ser no sentido oposto ao do fluxo dos veículos.
- **Tampões articulados instaladas em redes coletoras de esgoto assentadas no eixo da via, porém com sentido único de tráfego** – A abertura da tampa deverá ser no sentido oposto ao do fluxo dos veículos.
- **Tampões articulados instaladas em redes coletoras de esgoto assentadas no eixo da via, e com tráfego nos 2 sentidos** – A instalação deverá se dar com a abertura perpendicular ao eixo da via.
- **Tampões não articulados** – Não há a necessidade de instalação em relação ao fluxo do tráfego de veículos.

O acabamento em torno do tampão de ferro poderá ser feito com o uso dos seguintes materiais: massa asfáltica (com execução diretamente no tampão de ferro) e concreto (com execução no tampão de ferro). O acabamento nos tampões deverá ser analisado e decidido na própria SPE.

Deverá ser incluído um sistema de vedação nos tampões para evitar que águas pluviais sejam captadas pelas redes de esgoto através das tampas.

7.4 IMPERMEABILIZAÇÃO

A impermeabilização da parte externa das aduelas de concreto deverá ser executada por meio da aplicação do chapisco do aditivado com agente impermeabilizante. Na parte interna, deverá ser feita a impermeabilização com material cristalizante que cubra toda a superfície interna do poço de visita. A aplicação será de, no mínimo, duas demãos ou de acordo com as orientações do manual do fabricante.

Nas conexões macho e fêmea das aduelas e nas conexões de chegada e saída da rede coletora, deverá ser executada uma junta com areia e cimento para garantir a vedação.

7.5 INSPEÇÃO DO SERVIÇO

Na plataforma Colaborativo, há uma lista de verificação específica para os serviços de construção de poços de visita, com preenchimento obrigatório durante a fiscalização em campo. Caso algum item anterior não seja atendido no momento da atividade, caberá à Fiscalização interromper a atividade para a correção das irregularidades ou a abertura de uma não conformidade contra a empresa contratada.

8

LIGAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA E ESGOTO

8.1 OBJETIVO

Este capítulo visa estabelecer as instruções para as fases de projeto, execução e fiscalização em obras de ligações domiciliares de água e esgotamento sanitário.

8.2 PLANEJAMENTO E ATIVIDADES PREDECESSORAS

A atividade tem início com o planejamento das ações entre a contratada e a equipe de Construção, por meio de seu representante determinado. Nessa etapa, deverão ser avaliados todos os requisitos técnicos e de segurança do trabalho, as autorizações e as disponibilidade de equipes, equipamentos e materiais.

8.3 SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA

As atividades de sinalização viária, escavação e reaterro de valas são apresentadas no Manual de Engenharia Atividades em Valas (MN-COR-CPX-001) e no Manual de Assentamento de Tubulações (MN-COR-CPX-002).

8.4 TIPOS DE LIGAÇÕES PREDIAIS

As ligações prediais são compostas por tubos, peças, conexões e equipamentos que se interligam à rede pública de abastecimento de água ou de coleta de esgoto. São executadas conforme a disponibilidade da rede pública, podendo ter características diferente para cada situação. Nos casos de implementação de redes novas com ligações (loteamentos e condomínios), a instalação deverá ser feita de acordo com os projetos.

8.4.1 Ligação predial de água

Antes da ligação dá água, deverá ser feita a localização da rede pública em relação ao imóvel. Após essa análise, ficará definido qual tipo de ligação será executada. As possibilidades de ligação são as seguintes:

- **Na calçada (passeio)** – Quando a rede pública está no mesmo passeio do Imóvel.
- **Na rua** – Quando a rede está em algum ponto do leito da via.
- **No outro lado da rua** – Quando a rede está assentada no passeio oposto ao do imóvel.

A ligação de água é composta, basicamente, pelos seguintes elementos:

- **Rede de abastecimento existente** – Tubulação pertencente ao sistema de distribuição de água.
- **Colar de tomada com TÊ derivação** – Acessório usado para realização da conexão do ramal na rede de abastecimento.
- **Ramal** – Tubulação de PEAD usada para realizar a derivação da rede para a residência.
- **Caixa-padrão** – Acessório utilizado para abrigar o kit cavalete e o hidrômetro.

- **Kit cavalete** – Composto por curvas, registro e tubulação para a instalação do hidrômetro.
- **Hidrômetro** – Equipamento que realiza a leitura do consumo de água da residência.

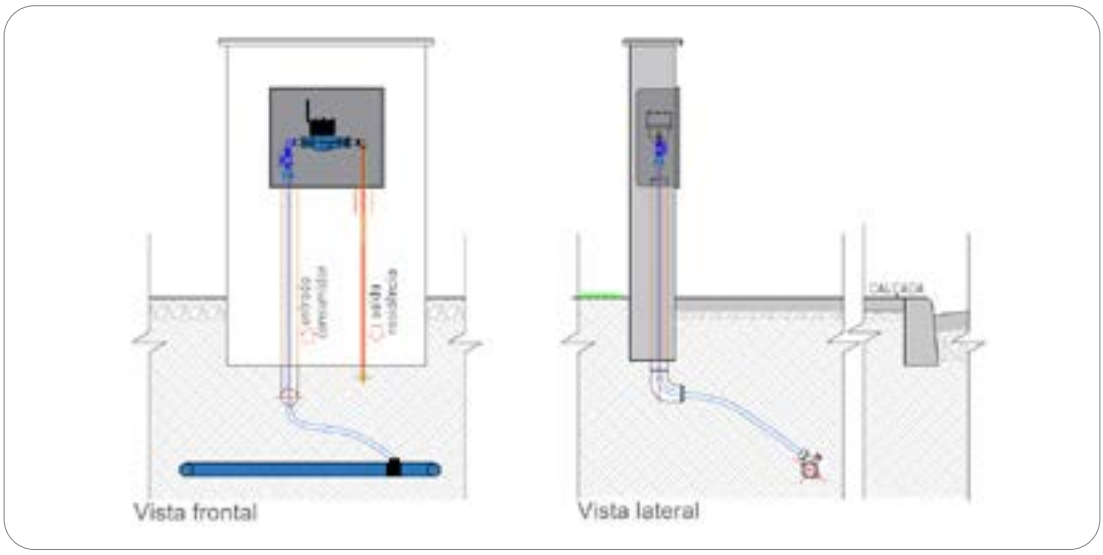
Em relação ao ramal de água, deverá ser verificado se a extensão não ultrapassa os 10 m. Caso a distância seja maior, deverá ser verificada a viabilidade de extensão de rede (e não do ramal).

Caso não exista rede de água de nenhum dos tipos acima, deverá ser analisada a viabilidade da extensão.

Os ramais deverão ser instalados perpendicularmente à rede, formando, sempre, um ângulo de 90°. Eles não poderão ser instalados na diagonal.

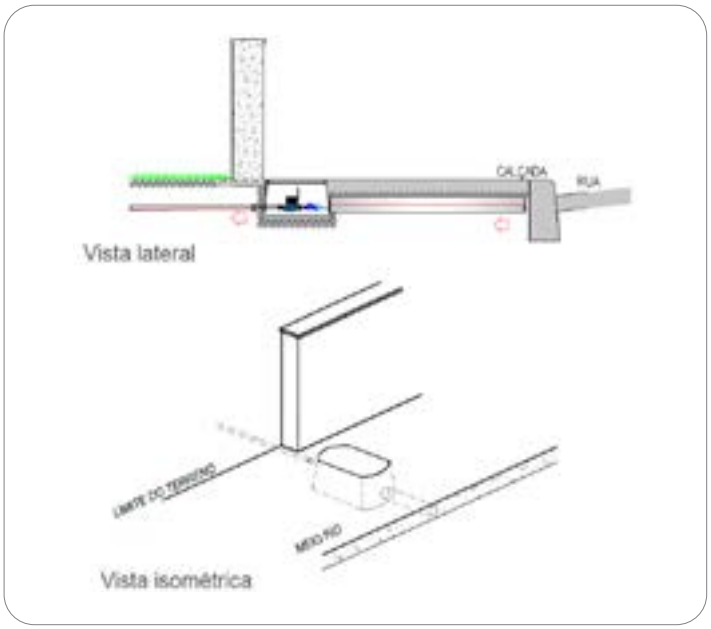
TIPOS DE LIGAÇÕES

- **Ligação em caixa-muro** – É feita no muro ou na mureta que fica na frente do imóvel, com instalação de uma caixa em PVC com tampa de acrílico incolor para abrigar o hidrômetro. Poderá haver variações conforme cada operação. Assim, deverá ser checado o padrão estipulado pela prefeitura e pela agência reguladora local.



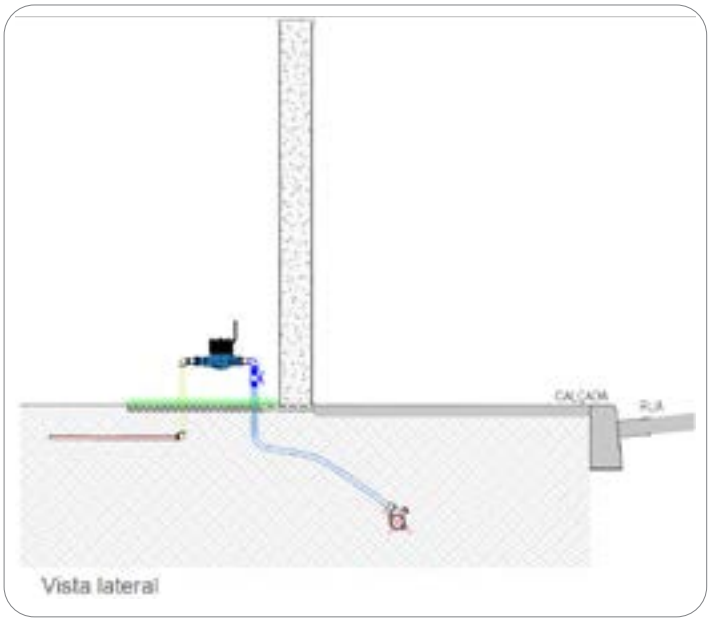
Ligação em caixa-muro

- **Ligação em caixa-passeio (caixa-piso)** – É feita no passeio em frente ao imóvel, com instalação de uma caixa em PVC enterrada para abrigar o hidrômetro.



Ligação em caixa-passeio

- **Ligação em cavalete** – É feita no chão para casos quando não é possível executar a caixa-muro ou a caixa-passeio. Serve apenas como ligação provisória.



Ligação do tipo cavalete provisório (pouco usada)

8.5 LIGAÇÕES DE ESGOTO

São os ramais prediais que fazem a conexão das unidades (residências, comércios industriais etc.) com a rede coletora de esgoto. O ramal de esgoto deverá atender às especificações dos materiais, com as declividades definidas em projeto para que a haja o real escoamento do efluente pela rede coletora.

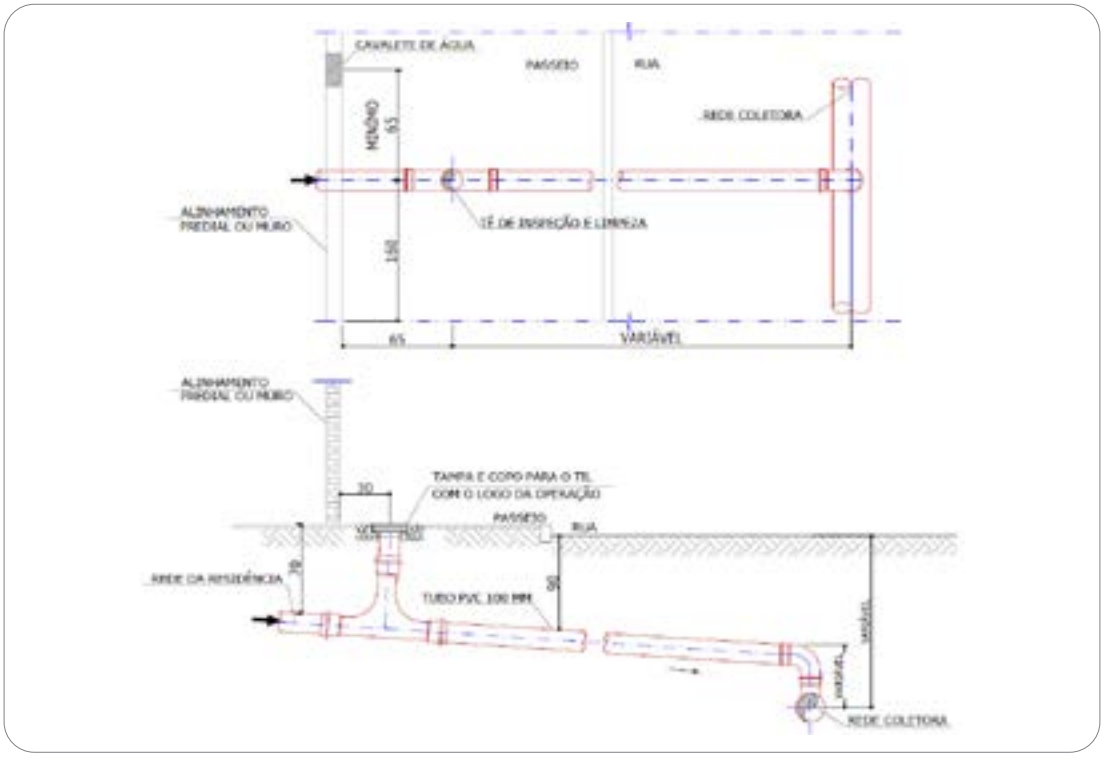
O ramal deverá ter o diâmetro mínimo de 100 mm (podendo haver diâmetros maiores, conforme demanda da unidade). A declividade será definida da geratriz superior externa à jusante da saída do esgoto da residência, partindo-se do alinhamento predial da edificação.

A entrada do ramal deverá estar capeada, com sua retirada feita somente no momento da interligação da rede interna da residência com o ramal de coleta.

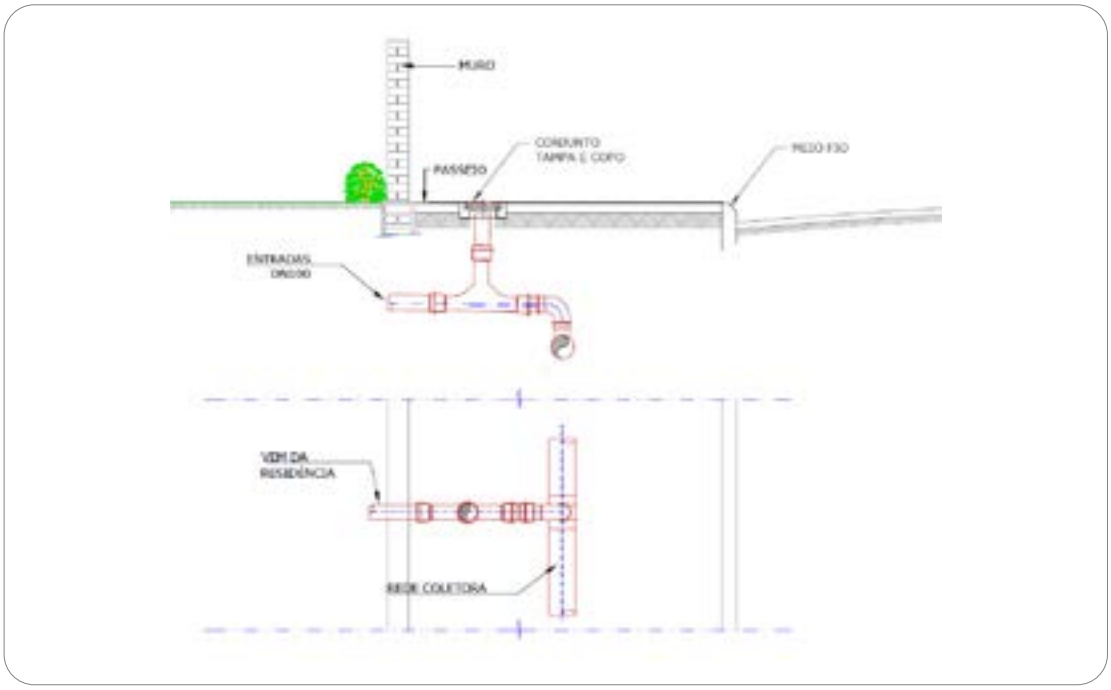
Uma ligação de esgoto é composta basicamente pelos seguintes elementos:

- Rede coletora existente.
- Selim com trava e anel dentado (para tubo corrugado) ou "TÊ" (solução menos utilizada).
- TIL (Terminal de Inspeção e Limpeza), com Cap Copo ou caixa de inspeção.
- Tampa de inspeção.

As ligações prediais de esgoto poderão ser executadas em redes coletoras localizadas na via (rua) ou no passeio, conforme as figuras a seguir.

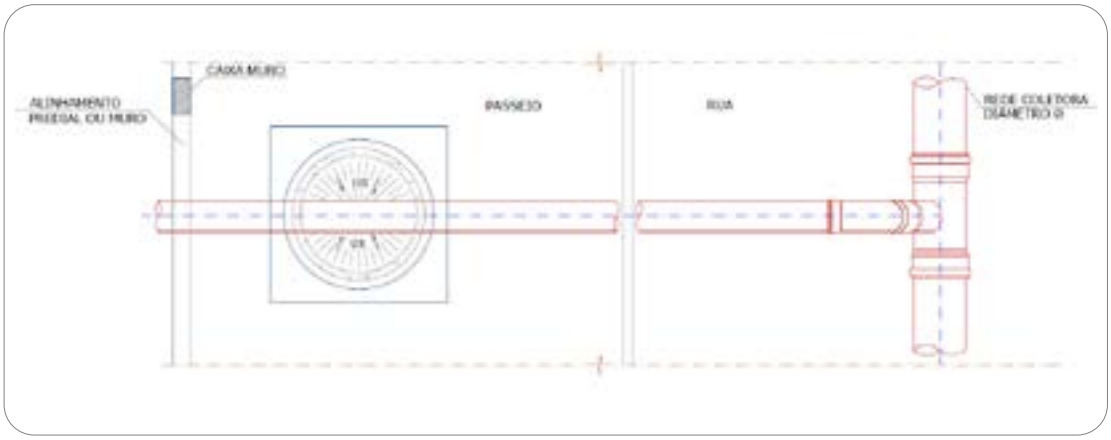


Ligação de esgoto com rede na via através de TIL com CAP Copo, planta e corte

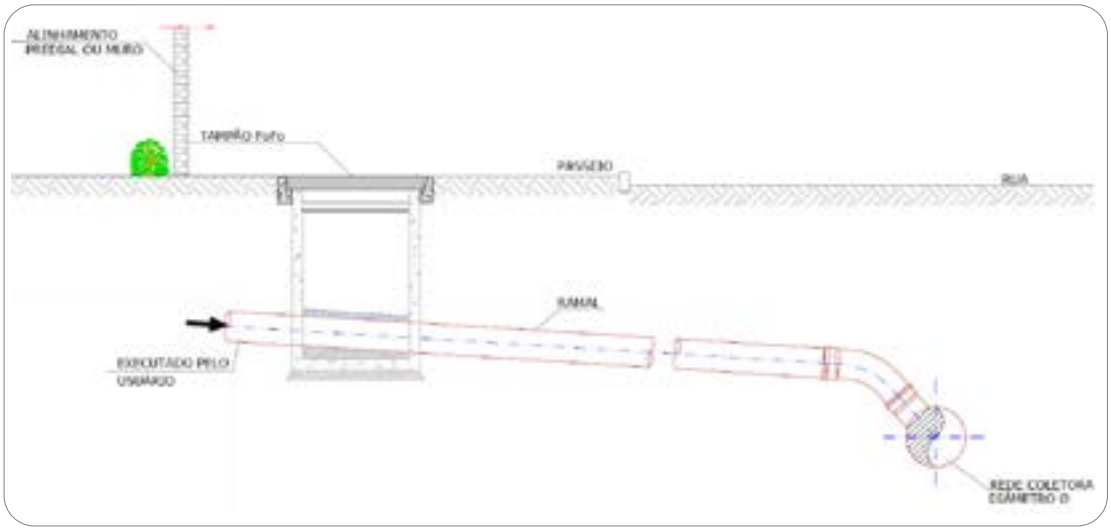


Ligação de esgoto para rede no passeio através de TIL com CAP Copo (planta e corte)

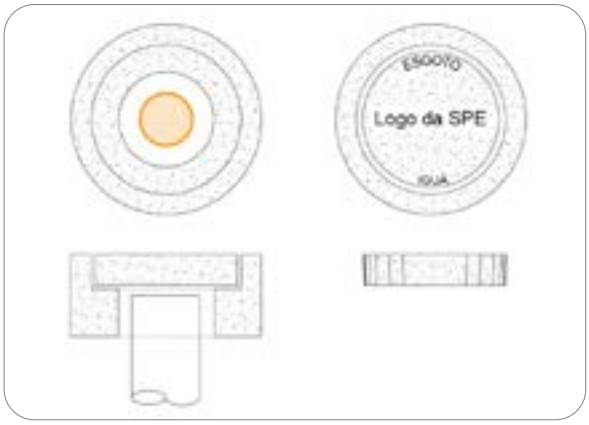
Nos casos de unidades com mais do que 12 economias, deverá ser instalada uma caixa de inspeção, em substituição ao TIL.



Ligação para mais de 12 de economias com caixa de inspeção (planta)



Ligação para mais de 12 de economias com caixa de inspeção (corte)



CAP Copo

8.6 MATERIAIS APLICADOS

8.6.1 Ligaçao de água

- Colar de tomada de PP, PVC ou FD.
- TÊ de serviço autotravado.
- Tubo em PEAD (diâmetros variáveis, conforme necessidade do fornecimento).
- Caixa-muro ou caixa-passeio (caixa piso).
- *Kit* de ligação do cavalete.
- Lacres.
- Veda rosca.
- União de PEAD.
- Hidrômetro.

8.6.2 Ligação de esgoto

- Terminal de Inspeção e Limpeza (TIL).
- Selim com travas.
- Anel liso ou dentado (tubo corrugado).
- Curva 90°.
- Curva 45°.
- Tubo ocre.
- Cap Copo de concreto.
- Caixa de inspeção de concreto.

Os diâmetros das redes e das ligações deverão ser definidos em projeto e nas ordens de serviço.

8.7 REPAVIMENTAÇÃO

As atividades de repavimentação são apresentadas no Manual de Engenharia de Construção: Repavimentação (MN-COR-CPX-003).

8.7.1 Inspeção do serviço

Na plataforma Colaborativo, há uma lista de verificação específica para os serviços de ligação domiciliar, sendo seu preenchimento obrigatório durante a fiscalização em campo. Caso algum item anterior não seja atendido no momento da atividade, caberá à Fiscalização interromper a atividade para a correção das irregularidades ou a abertura de uma não conformidade contra a empresa contratada.

9

DATABOOK

9.1 OBJETIVO

Este capítulo visa descrever as diretrizes de consolidação das informações documentadas retidas nas obras, de modo que o histórico e o acervo técnico das obras sejam mantidos e organizados e estejam disponíveis para a consulta das partes interessadas deste projeto.

9.2 ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES

GESTOR E EQUIPE DE ENGENHARIA (OBRAS E PROJETOS)

- Orientar as partes envolvidas das obras para a aplicação deste procedimento.
- Estruturar ambiente eletrônico para upload das documentações do *databook* (colaborativo).
- Receber os documentos em formato físico de books das obras para o armazenamento do *databook* final.
- Controlar e manter, em arquivamento rastreável, os *databook*s de engenharia.
- Garantir o controle e a rastreabilidade dos Relatórios de Modificação de Projetos.
- Disponibilizar os relatórios para os interessados na elaboração dos projetos *as built*.
- Garantir que os projetos concluídos, e devidamente sinalizados pela equipe de Engenharia, estejam disponíveis na plataforma de gerenciamento de projetos.

GESTOR DE OBRAS

- Comunicar às partes envolvidas sobre o momento de início das atividades de fechamento do *databook* de obras.
- Acompanhar a elaboração dos registros gerados.
- Receber o documento final para manuseio nas operações e os serviços de manutenção.

GESTOR DA SALA TÉCNICA

- Garantir o controle e a rastreabilidade das primeiras notas de serviços geradas e disponibilizá-las às subcontratadas.
- Validar os *as built* elaborados pelas subcontratadas.
- Avaliar os Relatórios de Modificação de Projetos solicitados pelas subcontratadas.
- Gerar os *as built* (quando aplicável)

SUBCONTRATADA

- Gerar e consolidar toda a informação documentada da obra (conforme especificado neste procedimento) nos formatos físico e digital, para a devida validação.
- Gerar os *as built*, tomando, como referência, a execução dos serviços, os Relatórios de Modificação de Projetos e os respectivos croquis.

- Para os projetos e os *as built* gerados, atender rigorosamente aos formatos de apresentação e codificação dos documentos técnicos produzidos, conforme as diretrizes contidas no Volume 1 deste Manual [Estudos de Concepção, Projetos Básicos e Executivos (SAA e SES), Apresentação de Estudos e Projetos e Codificação de Documentos].
- Sempre que aplicável, fornecer a documentação da NR 10.
- Atender aos critérios de elaboração de *books* físicos, seguindo a orientação sobre o uso de pastas, capa, contracapa, dorso e sumário alinhado neste procedimento.

EQUIPE DE QUALIDADE DE OBRAS

- Receber, analisar e, quando aplicável, assinar a documentação gerada em campo, entregue pelas subcontratadas de execução das obras.
- Apoiar e receber a documentação da NR 10 e de equipamentos e encaminhar aos responsáveis para as respectivas análises.
- Analisar e verificar as necessidades de correções, faltas e/ou ajustes de toda documentação técnica relacionada a qualquer tipo de equipamento de unidade, antes do fechamento do *databook*.

9.3 ELABORAÇÃO DO *DATABOOK* E DO *AS BUILT*

O *databook* é a formalização de toda a informação de obra condensada em um único documento. Ele deverá ser montado em seções e dividido em formato físico e em meio eletrônico (que deverá reproduzir a mesma divisão do formato físico).

Os documentos enviados deverão ser digitalizados no formato PDF pesquisável, com a fonte de letra Verdana e títulos no tamanho 12 (em negrito), subtítulos no tamanho 10 (em negrito) e textos justificados, com tamanho de letra 10 e espaçamento de 1,5 cm. Esses serão os padrões para todos os textos elaborados e os Registros da Qualidade, o que facilitará, assim, a rastreabilidade e a operacionalização dos textos, bem como sua acessibilidade.

O arquivo em meio digital será armazenado no sistema de gerenciamento eletrônico de documentos, com disponibilização de link de compartilhamento e QR Code, para um melhor acesso dos usuários.

Todos os documentos deverão ser validados antes do recebimento do meio físico. Após a entrega, eles serão encaminhados à área operacional para o manuseio e serviços de Manutenção.

9.4 ESTRUTURAÇÃO DO *DATABOOK* PARA OBRAS PONTUAIS

SEÇÃO 01 – APRESENTAÇÃO DE OBRA

- Capa, com o nome da obra, a logomarca da empresa e a logomarca da filial da Iguá (em anexo).

- Descrições técnicas e características (Anexo 01).
- Relatório fotográfico, do começo ao final do serviço executado, respeitando-se o tamanho das imagens (Anexo 02).
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do projeto e da execução, conforme o serviço realizado.

SEÇÃO 02 – SERVIÇOS E CONTRATADAS

- Termo de Abertura do Contrato.
- Contrato somente em arquivo digital.
- Registros Diários de Obra (RDO), somente em arquivo digital.
- Manuais de operação e manutenção.
- Memorial descritivo.
- Ordem de Serviço.
- Relatório de Vistoria Cautelar, quando aplicável.
- As empresas que realizarem as atividades de concretagem e terraplanagem deverão anexar a esta seção os controles tecnológicos, os testes e as demais documentações elaboradas para o processo de controle.

SEÇÃO 03 – MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Manuais dos equipamentos fornecidos.
- Certificado de garantia.
- Certificados e relatórios de calibração dos equipamentos de inspeção, medição e ensaio.
- Registros e certificados de qualidade.
- Não conformidades, em casos de possíveis eventualidades.
- Relatório de liberação (inspeção final).
- Controle tecnológico.
- Nota fiscal.

Observação: Os certificados e outros documentos de origem externa deverão ser entregues à fiscalização de Qualidade como foram recebidos, assinados e carimbados.

SEÇÃO 04 – PROJETOS *AS BUILT*

Os desenhos *as built* deverão ser elaborados tendo como base a execução final e os projetos executivos, em sua última revisão entregues ao CapEx.

Em sua elaboração, os projetos *as built* deverão ser gerados em AutoCAD, em versão não inferior a 2000 e não superior a 2005. Eles deverão seguir os padrões definidos e serem padronizados nos formatos A1, A3 ou A4, em escalas compatíveis com a clareza desejada, e em correspondência com o tipo de desenho a ser executado, como se vê a seguir:

- Desenhos: formato A1.
- Desenhos Isométricos (quando necessário): formato A3.
- Listas de Materiais, Procedimentos, Memórias de Cálculo, Consultas Técnicas e demais documentos técnicos descritivos: formato A4.

Em relação aos desenhos mencionados anteriormente, a contratada deverá utilizar a diretriz de padronização de carimbo para os projetos, conforme foi disponibilizado no volume 1 deste Manual (Apresentação de Estudos e Projetos)

A identificação dos projetos *as built* será feita conforme a especificação técnica Codificação de Documentos, disponibilizada no volume 1 deste Manual. Ela deverá apresentar o número de referência do projeto executivo e a identificação do responsável técnico pela realização da obra, com o número do seu registro, conforme a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do respectivo contrato.

Para documentos técnicos descritivos, os quais deverão ser gerados em arquivos de Word, a contratada deverá utilizar, também, o modelo de capa apresentado no Anexo 2).

Todos os documentos/desenhos finais a serem emitidos pela contratada, após terem sido devidamente aprovados pela contratante, deverão ser enviados da seguinte forma:

- Em papel (uma cópia), com a apresentação da assinatura do profissional responsável pelo projeto, com seu respectivo CREA, e em arquivo magnético (AutoCAD-2000 e Word), em CD ou em plataforma eletrônica de capacidade compatível com o tamanho do(s) arquivo(s).
- Em arquivo de plotagem (PLT), em CD ou plataforma eletrônica com capacidade compatível com o tamanho do(s) arquivo(s) considerados, tratando-se, especificamente, de desenhos.

Os desenhos *as-built* deverão contemplar, entre os outras, as seguintes informações:

- Adaptações da lista de material.
- Pontos topográficos dos poços de visita, contendo a cota de terreno, a cota de fundo e o tubo de queda (onde estiver).
- Pontos topográficos das ligações, contendo a cota de terreno e a cota de fundo.
- Material utilizado na rede, diâmetro e declividade.
- Identificação dos elementos utilizados (tubos, junções, blocos de ancoragem, caixas de passagem, calhas e congêneres).
- Informação sobre a soleira baixa, interferências encontradas e consultas técnicas utilizadas.
- Inclusão de detalhes e isométricos que se façam necessários.
- Cadastro de todas as interferências encontradas.
- Informações topográficas, que deverão ser incluídas no sistema de georreferenciamento.
- Correções gerais necessárias como cotas, códigos, traçado e notas.

9.5 ESTRUTURAÇÃO DO *DATABOOK* PARA OBRAS LINEARES

Na elaboração do *databook* para obras lineares, rede de água e rede de esgoto, será necessária a inclusão das as seguintes documentações, incluindo-se as vias física e digital:

- Capa e contracapas, com o nome da obra e as logomarcas da empresa e da contratante.
- Memorial descritivo das extensões executadas.
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do projeto e da execução conforme o serviço realizado.
- Contrato (exclusivamente em arquivo digital).
- Registros Diários de Obra (RDO) exclusivamente em arquivo digital.
- Relatório de Vistoria Cautelar.
- As empresas que realizarem as atividades de concretagem e terraplanagem deverão anexar a esta seção os controles tecnológicos, os testes e as demais documentações elaboradas para o processo de controle.
- Projeto *as built*.

9.6 TRAMITAÇÃO DE DOCUMENTOS

Os *databook*s, os desenhos *as built* e os demais documentos técnicos deverão ser encaminhados à contratante para análise e comentários quantas vezes forem necessários, até a aprovação final. Tais documentos deverão ser encaminhados para validação e aprovação acompanhados da Guia de Remessa de Documentos (GRD), que terá de conter a respectiva revisão, o caráter do documento e as providências a serem tomadas.

Cada vez que a documentação retornar da contratante com comentários, a contratada deverá executar as alterações solicitadas e devolver o material na revisão posterior, anexando, conjuntamente, a revisão anterior e os respectivos comentários. Tal processo terá andamento até a aprovação final da documentação.

A entrega final de toda a documentação referida neste procedimento (*as built* e *databook*), devidamente aprovada pela contratante, deverá ocorrer num prazo máximo de 30 dias após a conclusão final da execução da obra.

10

GESTÃO DA QUALIDADE EM OBRAS

10.1 INTRODUÇÃO

A gestão de qualidade e o controle tecnológico são fundamentais para assegurar o sucesso de qualquer empreendimento na construção civil. Esses processos garantem que a obra atenda aos requisitos técnicos, de segurança e de desempenho especificados, além de contribuírem para a durabilidade e a sustentabilidade das estruturas. A implementação de um sistema de gestão de qualidade bem-definido e a execução de controles tecnológicos adequados são essenciais para o alcance de altos padrões de excelência e a minimização de retrabalhos e desperdícios.

A gestão de qualidade abrange o planejamento, a organização e o monitoramento de atividades que buscam assegurar, aos processos construtivos e aos materiais empregados, conformidade com as normas e as especificações do projeto. Já o controle tecnológico envolve a aplicação de ensaios e testes que verificam as características dos materiais e dos componentes utilizados, entre elas, resistência, durabilidade e propriedades físico-químicas. Esses testes, como os ensaios de compressão em concreto e as análises granulométricas em solos, fornecem dados para a tomada de decisões e garantem que os materiais atendam aos padrões de desempenho exigidos.

A solicitação de alterações em projetos ou na execução de obras é um aspecto relevante que exige abordagem criteriosa. Mudanças deverão ser fundamentadas em análises técnicas que considerem impactos no custo, no prazo e na qualidade da obra. A avaliação cuidadosa dessas alterações possibilita a adaptação de soluções sem o comprometimento da integridade do projeto.

Além disso, os procedimentos de construção, como a terraplanagem e a execução de estruturas de concreto, requerem controle rigoroso para assegurar a conformidade com os padrões especificados. Na terraplanagem, é necessário o monitoramento do grau de compactação e a umidade dos solos, enquanto nas estruturas de concreto, o controle da dosagem dos materiais e o tempo de cura são aspectos críticos para a resistência e a durabilidade da construção.

Portanto, uma abordagem integrada da gestão da qualidade e do controle tecnológico é imprescindível para o sucesso das obras civis, garantindo-se, assim, a entrega de empreendimentos seguros, eficientes e de alta qualidade.

10.2 GESTÃO DA QUALIDADE

A gestão da qualidade na construção civil é um processo estruturado e integrado, que abrange um conjunto de práticas sistemáticas essenciais para que as obras sejam executadas conforme os requisitos técnicos, as normas regulamentadoras e as expectativas dos clientes. Essa abordagem envolve todas as fases do projeto, desde o planejamento inicial até a entrega final, com o objetivo de prevenir falhas, minimizar retrabalhos, otimizar custos e assegurar a confiabilidade e a durabilidade do produto.

Uma gestão de qualidade eficaz promove não apenas o cumprimento das exigências normativas, mas, também, o aprimoramento contínuo dos processos construtivos, elevando os padrões de desempenho. Isso se traduz em maior eficiência operacional, redução de desperdícios e melhora significativa na segurança do

trabalho. Além disso, ao incorporar práticas de sustentabilidade, a gestão da qualidade contribui para a redução dos impactos ambientais, enquanto garante a pontualidade na entrega das obras, consolidando a confiança entre construtora e cliente.

10.2.1 Planejamento da qualidade

O planejamento da qualidade é a fase inicial na qual são estabelecidos diretrizes, critérios e parâmetros que guiarão toda a obra, buscando-se atender aos requisitos contratuais e normativos. Nessa etapa, as principais metas de qualidade são definidas juntamente com os indicadores de desempenho e a estrutura organizacional que dará suporte ao sistema de qualidade.

METAS DE OBJETIVOS DA QUALIDADE

- **Conformidade com normas técnicas** – Todos os materiais, os processos e as etapas da construção deverão atender às normas técnicas vigentes, como as da ABNT, além de outros regulamentos locais e internacionais. A NBR 15575 (desempenho de edificações habitacionais), por exemplo, é uma referência essencial para a garantia do desempenho de construções residenciais.
- **Desempenho e durabilidade** – O planejamento da qualidade deverá assegurar que a edificação alcance o desempenho esperado em resistência, durabilidade e segurança estrutural, considerando-se a vida útil do empreendimento.
- **Redução de desperdícios** – As metas de qualidade deverão incluir estratégias para a minimização das perdas de materiais e dos retrabalhos, contribuindo, assim, para a sustentabilidade da obra e o controle de custos.
- **Satisfação do cliente** – A entrega de um produto que atenda ou supere as expectativas do cliente, em qualidade e funcionalidade, também é um objetivo-chave do planejamento.

INDICADORES DE DESEMPENHO

Os indicadores de desempenho (KPIs) são ferramentas de monitoramento contínuo que avaliam o cumprimento das metas de qualidade. Os principais indicadores utilizados incluem as seguintes informações:

- **Taxa de não conformidade** – Mede o número de desvios em relação aos requisitos do projeto ou às normas técnicas. Quanto menor for essa taxa, maior será a conformidade do processo de construção.
- **Índice de retrabalho** – Indica a quantidade de atividades que precisam ser refeitas devido a falhas. É, portanto, diretamente ligado à eficiência do planejamento e da execução.
- **Custo de qualidade** – Indicador que monitora os custos associados à implementação das medidas de controle de qualidade e às perdas decorrentes de falhas.
- **Produtividade por atividade** – Acompanhamento do tempo e dos recursos empregados em cada etapa, o que possibilita comparação com os valores previstos, ajudando na otimização do uso de materiais e da mão de obra.

ESTRUTURA ORGANIZACIONAL E RESPONSABILIDADES

Uma estrutura organizacional bem-definida é imprescindível para a implementação eficaz do sistema de gestão da qualidade. Essa estrutura precisa ser composta por profissionais qualificados e de atribuições claras. São eles:

- **Gestor da qualidade** – Responsável por coordenar o planejamento e a implementação das ações de qualidade, desde a definição de processos até a realização de auditorias e de relatórios de conformidade.
- **Inspetores de qualidade e técnicos de laboratório** – Responsáveis pelas inspeções e pelos ensaios em materiais e processos, com verificação de sua adequação às normas e às especificações.
- **Equipe da obra** – Engenheiros e mestres de obras, que deverão estar integrados ao Sistema de Gestão da Qualidade, para que as práticas de controle sejam aplicadas desde a fase inicial de execução.

A comunicação clara entre todas as partes envolvidas, incluídos os fornecedores e os subcontratados, é essencial para o sucesso do planejamento de qualidade.

10.2.2 Garantia da qualidade

A garantia da qualidade tem como objetivo assegurar que todos os processos, materiais e métodos de trabalho utilizados na obra atendam às exigências predefinidas. Para isso, é necessária a adoção de metodologias e práticas rigorosas que padronizem as atividades e mitiguem riscos.

PROCEDIMENTOS E METODOLOGIAS

Entre os principais procedimentos e metodologias aplicados na garantia da qualidade, destacam-se os seguintes:

- **Instruções de trabalho e Procedimentos Operacionais Padrão (POP)** – Documentos detalhados que padronizam a execução de atividades críticas, como concretagem, montagem de estruturas e instalações elétricas. Eles definem a forma correta de se executar cada etapa, reduzindo, assim, o risco de falhas.
- **Plano de Qualidade da Obra (PQM)** – Documento que detalha os critérios de qualidade, os procedimentos, as inspeções e os ensaios que serão realizados ao longo da obra. Ele orienta a equipe sobre o que deverá ser controlado e como deverão ser realizadas essas verificações.
- **Ciclo PDCA (Planejar, Fazer, Verificar, Agir)** – Ferramenta que possibilita a melhoria contínua dos processos de gestão da qualidade. É baseada em uma abordagem cíclica e sistemática para a resolução de problemas e a otimização dos processos.
- **Six Sigma** – Metodologia focada na redução de variabilidades nos processos construtivos, com aplicação de estatísticas para a identificação e a correção de falhas que impactam a qualidade.

AUDITORIAS INTERNAS E EXTERNAS

As auditorias são essenciais para a conformidade dos processos e dos produtos da obra. Existem dois tipos principais de auditorias aplicadas na gestão da qualidade. São elas:

- **Auditorias internas** – Realizadas pela própria equipe de Qualidade, com foco na identificação de não conformidades e em oportunidades de melhoria nos processos. Essas auditorias possibilitam à equipe atuar de forma proativa, corrigindo falhas antes que elas se tornem problemas graves.
- **Auditorias externas** – Conduzidas por certificadoras ou entidades independentes, as auditorias externas verificam a conformidade da empresa com normas internacionais, como a ISO 9001. Elas garantem a adequação dos Sistemas de Gestão da Qualidade da construtora às melhores práticas globais.

CERTIFICAÇÕES NECESSÁRIAS

As certificações são fundamentais para que o sistema de gestão da qualidade da construtora esteja em conformidade com padrões reconhecidos internacionalmente, aumentando, assim, a credibilidade da empresa e assegurando a satisfação dos clientes. Dentre as principais certificações, destacam-se as seguintes:

- **ISO 9001** – Norma internacional que define os requisitos para o Sistema de Gestão da Qualidade, com foco na melhoria contínua e na satisfação do cliente.
- **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)** – Voltado para o setor da construção civil, estabelece critérios de qualidade para obras públicas e privadas, promovendo o desenvolvimento de boas práticas e a melhoria contínua do desempenho.
- **Certificações de sustentabilidade (LEED e AQUA)** – São voltadas para obras que adotam práticas sustentáveis, como utilização de materiais ecológicos, eficiência energética e minimização de resíduos.

10.2.3 Controle da qualidade

O controle da qualidade envolve o monitoramento constante de todas as etapas e dos processos da obra, por meio de inspeções e ensaios técnicos que asseguram a conformidade dos materiais, serviços e sistemas construtivos com as especificações definidas.

PLANOS DE INSPEÇÃO E ENSAIOS

Os Planos de Inspeção e Ensaios (PIEs) estabelecem os critérios, a frequência e os métodos para a verificação da qualidade ao longo da obra. Eles são essenciais para que cada fase da construção seja inspecionada de acordo com os requisitos normativos. Esses planos deverão incluir as seguintes informações:

- **Inspeção de recebimento** – Verificação dos materiais e equipamentos recebidos no canteiro de obras, conferindo as características e a conformidade com as normas técnicas. A inspeção inicial de concreto, aço, fôrmas e outros materiais críticos é fundamental para que sejam evitados problemas nas etapas subsequentes.

- **Ensaios de controle tecnológico** – Testes laboratoriais e em campo, como ensaios de resistência à compressão do concreto, ensaios de tração do aço e testes de compactação do solo. Esses ensaios garantem que os materiais usados atendem aos requisitos técnicos.
- **Ensaios Não Destrutivos (ENDs)** – Inspeções realizadas diretamente nas estruturas já executadas, sem danificar os elementos construtivos. Os ensaios de ultrassom e esclerometria são exemplos de END aplicados para a verificação da qualidade e da integridade das estruturas.

FREQUÊNCIA E TIPOS DE INSPEÇÃO

A frequência e os tipos de inspeção variam conforme a criticidade da fase de execução ou do material utilizado. Inspeções mais frequentes são necessárias em atividades de alto impacto para a segurança e a durabilidade da obra, como a concretagem de pilares ou a montagem de estruturas metálicas. Já atividades de menor impacto, como acabamentos, podem exigir inspeções menos frequentes, mas, igualmente, rigorosas.

- **Inspeções processuais** – Realizadas durante a execução das atividades, verificam o cumprimento dos procedimentos e a qualidade dos materiais.
- **Inspeções de conformidade final** – Ocorrem ao término de uma fase da obra e avaliam se o produto atende aos requisitos de qualidade especificados no projeto.

RELATÓRIOS DE QUALIDADE E DOCUMENTAÇÃO

A documentação é parte integral da gestão da qualidade. Relatórios de inspeção e ensaios deverão ser elaborados para cada etapa da obra, contendo informações detalhadas sobre as verificações realizadas e os resultados obtidos. Esses relatórios deverão incluir os seguintes itens:

- **Registros de inspeções** – Documentos que atestam a conformidade de cada atividade realizada com os padrões estabelecidos.
- ***Checklists* de controle** – Utilizados em cada etapa da obra, asseguram que todos os critérios de qualidade foram verificados.
- **Relatórios de não conformidades** – Detalham as falhas identificadas, suas causas e as ações corretivas tomadas para o restabelecimento da conformidade.

10.3 CONTROLE TECNOLÓGICO NA OBRA

O controle tecnológico em obras é um componente essencial para a qualidade, a segurança e o desempenho das construções. Envolve um conjunto de atividades metódicas que monitoram o comportamento dos materiais utilizados e, também, asseguram que os processos de execução seguiram rigorosamente os parâmetros técnicos estabelecidos no projeto e nas normas vigentes.

A aplicação de técnicas de controle tecnológico não só contribui para a longevidade das edificações, mas, também, otimiza custos e minimiza retrabalhos, assegurando a conformidade em todas as etapas do processo construtivo.

10.3.1 Controle tecnológico dos materiais

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS MATERIAIS

As especificações técnicas são documentos normativos com a descrição detalhada das características que os materiais deverão apresentar para que atendam aos requisitos de projeto. Essas especificações abrangem propriedades físicas, químicas, mecânicas e de durabilidade, além de condições de manuseio e aplicação, sendo baseadas em normas técnicas nacionais e internacionais. Dentre os materiais de maior relevância no controle de qualidade, destacam-se os seguintes:

- **Concreto** – Deverá ser especificado em relação à sua resistência característica à compressão (fck), ao módulo de elasticidade, à resistência à tração por compressão diametral e à durabilidade (permeabilidade e carbonatação), além de parâmetros como relação água/cimento e consistência (slump). Normas como a NBR 6118 e a NBR 12655 orientam os critérios de qualidade e conformidade.
- **Aço para armaduras** – Especificações técnicas deverão contemplar a resistência à tração, o limite de escoamento, o alongamento e a ductilidade. A conformidade com a NBR 7480 garante que os aços CA-50 e CA-60 atendem às demandas estruturais do projeto, principalmente, em situações de alta solicitação de carga.
- **Cimento** – A especificação técnica deverá considerar a composição química, a finura, o tempo de pega, a resistência à compressão e a retração. A NBR 16697 estabelece os critérios para os diferentes tipos de cimento (CP I, CP II, CP III), com exigências específicas quanto ao desempenho em diferentes ambientes.
- **Revestimentos e argamassas** – As especificações deverão incluir a aderência, a resistência à abrasão, a permeabilidade e a resistência mecânica. As normas NBR 13281 (argamassas de assentamento) e NBR 13529 (revestimentos) são fundamentais para a garantia da durabilidade e da qualidade do acabamento final.

PROCEDIMENTOS DE RECEBIMENTO E ARMAZENAMENTO

O controle tecnológico no recebimento de materiais envolve a verificação documental e o acompanhamento técnico *in loco*, assegurando que os materiais entregues estão em conformidade com as especificações exigidas. As inspeções de recebimento são acompanhadas por laudos técnicos e certificados de qualidade emitidos pelos fabricantes, que atestam a conformidade dos materiais com as normas aplicáveis. A seguir, os principais procedimentos que deverão ser adotados em relação aos diversos materiais:

- **Concreto** – Durante o recebimento, amostras deverão ser colhidas para ensaios de resistência à compressão, que terão de ser realizados conforme a NBR 5738 e NBR 5739. O controle do transporte e do lançamento é crítico para que sejam evitadas a segregação e a perda de consistência.
- **Aço** – O aço para armaduras deverá ser inspecionado visualmente e em suas dimensões, verificando-se o diâmetro, o comprimento e possíveis sinais de corrosão. O armazenamento deverá ocorrer em áreas cobertas, afastado do solo e protegido da umidade para se evitar degradação.

- **Cimento** – Os procedimentos de armazenagem deverão seguir as normas de manuseio do cimento, como a NBR 16697, que determina as condições de estoque e controle de validade, evitando-se, assim, exposição à umidade e o empilhamento inadequado.
- **Blocos e tijolos cerâmicos** – Deverão ser armazenados sobre superfícies planas, protegidos contra intempéries e organizados para que sejam evitados quebra e danos. O controle de recebimento envolve a verificação de parâmetros dimensionais, resistência e absorção de água, conforme a NBR 15270.

ENSAIOS LABORATORIAIS E NORMAS APLICÁVEIS

O controle tecnológico dos materiais deverá requerer a execução de ensaios laboratoriais, que têm a finalidade de garantir a conformidade com as especificações técnicas estabelecidas e as normas aplicáveis. Esses ensaios serão conduzidos em diferentes fases da obra, desde a escolha dos materiais até o acompanhamento da execução. Alguns ensaios técnicos relevantes abrangem os seguintes materiais:

- **Concreto** – Além do ensaio de compressão, a verificação da trabalhabilidade por meio do *slump test* (NBR NM 67) e os ensaios de resistência à tração e módulo de elasticidade são indispensáveis para se assegurar o desempenho estrutural.
- **Aço para armaduras** – O controle da qualidade do aço inclui ensaios de tração e dobramento (NBR 6892), que verificam a capacidade do material em resistir às tensões aplicadas. Ensaios de dobramento adicional confirmarão a ductilidade do aço em condições de extrema deformação.
- **Solo** – Ensaios de compactação (Proctor Modificado, conforme a NBR 7182) e de permeabilidade são essenciais para o controle das características do solo utilizado em fundações e aterros. Além disso, a granulometria e os limites de liquidez e plasticidade (segundo a NBR 6459 e a NBR 7180) determinarão a classificação e o comportamento mecânico do solo.

10.3.2 Controle tecnológico na execução

METODOLOGIAS CONSTRUTIVAS

As metodologias construtivas aplicadas em uma obra variam de acordo com o tipo de edificação, as condições locais e o planejamento técnico. O controle tecnológico da execução busca assegurar que todas as fases do processo construtivo estejam em conformidade com as especificações de projeto e as normas técnicas, evitando-se, assim, desvios que possam comprometer a qualidade final da obra.

- **Fundações** – O controle de fundações, especialmente, em fundações profundas, entre elas, as de estacas cravadas ou as de estacas de hélice contínua, envolve o monitoramento da cravação, com a aplicação de métodos como o ensaio de integridade de estacas (Pile Integrity Test, PIT) e provas de carga estática e dinâmica, em conformidade com a NBR 6122.
- **Estruturas de concreto armado** – O controle de execução de estruturas envolve a verificação da montagem das formas, o posicionamento das armaduras e o lançamento do concreto, conforme as tolerâncias previstas na NBR 14931. A cura adequada do concreto é essencial para se garantir a sua resistência, com monitoramento feito por sensores de temperatura e umidade.

- **Alvenaria estrutural** – No sistema de alvenaria estrutural, o controle tecnológico inclui a verificação das características dos blocos e das argamassas utilizadas, além de ensaios de resistência à compressão dos blocos, conforme a NBR 6136. A execução deverá ser realizada com precisão, respeitando-se prumos, alinhamentos e juntas de assentamento.

TECNOLOGIAS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

O avanço das tecnologias de construção tem proporcionado melhoria significativa no controle tecnológico das obras, possibilitando um monitoramento mais preciso e eficiente. Entre as tecnologias mais empregadas, destacam-se as seguintes:

- **Building Information Modeling (BIM)** – O BIM integra informações do projeto, orçamento e cronograma, facilitando a compatibilização entre as disciplinas e o acompanhamento da execução. Essa tecnologia possibilita a detecção antecipada de incompatibilidades e o controle detalhado do desempenho dos materiais e sistemas construtivos.
- ***Laser scanner* 3D** – A utilização de *scanners* a *laser* possibilita a realização de levantamentos topográficos e o monitoramento de deformações estruturais com altíssima precisão. A tecnologia é amplamente usada no controle geométrico de grandes estruturas e na verificação da conformidade dimensional.
- **Drones e fotogrametria** – O uso de drones para a inspeção aérea e o monitoramento de grandes canteiros de obras é cada vez mais comum, o que possibilita uma visão ampla do andamento da obra e a detecção, em tempo real, de não conformidades.
- **Sensores e Internet das Coisas (IoT)** – A instalação de sensores em estruturas como edifícios e pontes favorece o monitoramento contínuo de parâmetros críticos, entre eles, deformações, vibrações, temperatura e umidade, com otimização do controle em tempo real e prevenção de falhas.

CONTROLE DE PROCESSOS E PARÂMETROS TÉCNICOS

O controle dos processos construtivos envolve a aplicação de metodologias para que cada etapa da execução esteja conforme as especificações técnicas. Para isso, será essencial o monitoramento de parâmetros técnicos, como resistência do concreto, compactação do solo e desempenho de sistemas hidráulicos e elétricos.

- **Concreto** – Durante a execução, o controle tecnológico do concreto envolve a medição da resistência por meio de corpos de prova, além do monitoramento da temperatura e do tempo de cura, em sintonia com as diretrizes da NBR 12655. O uso de sensores possibilita a detecção de variações térmicas que poderão comprometer a resistência final.
- **Compactação de solo** – Ensaios de campo, como o ensaio de compactação *in loco* (ensaios com o equipamento de penetração dinâmica), garantem que o solo alcance a densidade especificada, assegurando-se, assim, a estabilidade das fundações e aterros.
- **Instalações prediais** – Ensaios de estanqueidade e de continuidade elétrica são executados nas instalações prediais para a verificação da conformidade com as normas NBR 5626 (instalações de água fria) e NBR 5410 (instalações elétricas).

10.4 ENSAIOS E TESTES EM OBRAS

A execução de ensaios e testes de materiais em obras é uma das etapas mais críticas para a garantia de que a qualidade dos materiais utilizados está em conformidade com os parâmetros de projeto e as exigências normativas. O controle tecnológico de materiais como concreto, solo e pavimento asfáltico assegura que as estruturas construídas terão desempenho adequado, durabilidade e segurança, evitando-se falhas prematuras e custos extras com manutenções e reparos.

Neste documento, serão abordados, de forma detalhada, os principais ensaios realizados nessas áreas, com foco em tipos de testes, frequência de utilização e critérios de aceitação e rejeição.

10.4.1 Concreto

O concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil. Por isso, é essencial que se garanta sua qualidade – tanto no estado fresco quanto no estado endurecido. Ensaios rigorosos ajudam a verificar suas propriedades, como trabalhabilidade, resistência e durabilidade, garantindo atendimento às especificações exigidas pelo projeto.

TIPOS DE ENSAIOS

- **Slump Test** (ensaio de abatimento) – Mede a consistência e a trabalhabilidade do concreto fresco. Esse ensaio é importante para que o concreto tenha a plasticidade adequada para ser moldado e lançado da forma correta, sem comprometimento da qualidade final da estrutura.
- **Ensaio de compressão axial** – Ensaio mais importante para o concreto, verifica a resistência à compressão do material endurecido. Corpos de prova cilíndricos são moldados e submetidos à carga até sua ruptura, para verificação de se a resistência obtida alcança os valores projetados.
- **Módulo de elasticidade** – Avalia a deformabilidade do concreto, medindo sua capacidade de se deformar elasticamente sob tensões. O ensaio é importante em estruturas sujeitas a grandes variações de carga.
- **Ensaio de permeabilidade** – Verifica a capacidade do concreto endurecido em resistir à penetração de água, um fator crítico para estruturas expostas a intempéries ou à ação de agentes agressivos.

FREQUÊNCIA/UTILIZAÇÃO DOS TESTES

O Slump Test deverá ser realizado a cada carga de concreto antes da concretagem, para que se tenha uniformidade da mistura e sejam evitados problemas de segregação ou de excesso de água.

O ensaio de compressão axial é, geralmente, feito em 3 idades diferentes (7, 14 e 28 dias), e em intervalos de volume de produção definidos, geralmente a cada 50 m^3 de concreto lançado ou por lote diário.

O módulo de elasticidade e o ensaio de permeabilidade são executados em situações específicas, quando há exigências adicionais do projeto no que diz respeito ao comportamento estrutural ou à durabilidade do concreto.

CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

Para o Slump Test, o abatimento medido deverá estar dentro do intervalo especificado em projeto. Valores fora desse intervalo poderão indicar problemas de mistura, como falta de água ou excesso de plastificantes.

No ensaio de compressão axial, o concreto deverá alcançar a resistência característica especificada no projeto. Resultados inferiores a essa resistência, geralmente, com desvios acima de 10%, poderão demandar investigações adicionais, e, em casos extremos, intervenções corretivas na obra, como a demolição de partes comprometidas.

O módulo de elasticidade e a permeabilidade têm valores de referência definidos em norma ou pelo projeto, com aceitação ou rejeição baseada nesses parâmetros.

10.4.2 Solo

O solo é a base de qualquer construção, e sua caracterização é essencial para a estabilidade e a segurança das fundações e das estruturas que nele se assentam. Ensaios no solo fornecem informações sobre capacidade de suporte, resistência e comportamento sob diferentes condições de carregamento e umidade.

TIPOS DE ENSAIOS

- **Ensaio de compactação (Proctor normal e modificado)** – Determina a densidade seca máxima e a umidade ótima do solo, necessárias para garantir sua capacidade de suporte e estabilidade.
- **Ensaio de CBR (California Bearing Ratio)** – Mede a resistência à penetração do solo, sendo um parâmetro fundamental para o dimensionamento de pavimentos.
- **Ensaio de permeabilidade** – Avalia a capacidade do solo de possibilitar o fluxo de água, sendo essencial em projetos de drenagem e controle de erosão.
- **Ensaio de adensamento (edométrico)** – Verifica a compressibilidade do solo sob carregamentos verticais, sendo muito importante em solos argilosos sujeitos a recalques.

FREQUÊNCIA/UTILIZAÇÃO DOS TESTES

O ensaio de compactação é realizado em cada camada de aterro, geralmente a cada 200 m², para garantir que o solo alcançou a densidade e a umidade adequadas.

O CBR é utilizado antes do início da pavimentação, com a frequência definida conforme a extensão da obra e a variação do tipo de solo.

Ensaios de permeabilidade e adensamento são aplicados em locais críticos, como em fundações de estruturas sensíveis a recalques ou em áreas de drenagem.

CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

A densidade seca obtida no ensaio de compactação deverá estar acima de 95% da densidade máxima determinada no Ensaio Proctor. Caso contrário, a camada deverá ser recompactada.

O CBR deverá atingir os valores mínimos especificados no projeto, sendo, geralmente, superiores a 20% para pavimentos convencionais.

A permeabilidade e a compressibilidade do solo deverão estar dentro dos limites estabelecidos para que seja garantida a estabilidade da obra em áreas com alta sensibilidade a variações de umidade.

10.4.3 Pavimento asfáltico

O pavimento asfáltico, amplamente utilizado em rodovias e vias urbanas, exige controle rigoroso de suas misturas e da qualidade da aplicação. Ensaios são feitos para se garantir que o pavimento tenha resistência adequada ao tráfego, durabilidade e suporte a variações climáticas.

TIPOS DE ENSAIOS

- **Ensaio Marshall** – Avalia a resistência, a estabilidade e a deformação do pavimento asfáltico. Ele mede parâmetros como estabilidade, fluência e vazios de agregados.
- **Ensaio de viscosidade do CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo)** – Mede a viscosidade do ligante asfáltico, garantindo que ele atenda às especificações, para um bom desempenho nas temperaturas de serviço.
- **Módulo resiliente** – Mede a elasticidade do pavimento asfáltico, ou seja, sua capacidade de retornar à forma original após ser submetido a carregamentos repetidos.
- **Ensaio de deformação permanente** – Avalia a resistência do pavimento à formação de trilhas de rodas, um dos principais mecanismos de falha de pavimentos.

FREQUÊNCIA/UTILIZAÇÃO DOS TESTES

O ensaio Marshall é realizado em cada lote de produção de asfalto, geralmente a cada 400 toneladas de mistura produzida.

O ensaio de viscosidade é feito no ligante asfáltico antes de ser incorporado à mistura, o que garante suas propriedades reológicas adequadas.

O módulo resiliente e o ensaio de deformação permanente são realizados em laboratórios especializados, conforme exigências do projeto de pavimentação.

CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

No ensaio Marshall, a mistura deverá alcançar os valores mínimos de estabilidade e fluência, garantindo resistência ao tráfego. Caso os valores não sejam atingidos, a mistura poderá ser ajustada ou rejeitada.

O CAP deverá atender aos limites de viscosidade especificados pela norma para assegurar bom comportamento em serviço, com rejeição de lotes que não atendam a esses parâmetros.

10.5 SOLICITAÇÃO DE ALTERAÇÃO DE PROJETO/OBRA

No decorrer da execução de uma obra, é natural que ocorram situações não previstas no projeto original, exigindo adaptações para o bom andamento e a funcionalidade da construção. Tais mudanças podem decorrer de diferentes fatores, como a descoberta de condições no terreno, questões climáticas, especificações técnicas desatualizadas e novas demandas do cliente.

Para que essas modificações sejam realizadas de maneira organizada, segura e em conformidade com normas técnicas e legais, é imprescindível a adoção de um procedimento formal para a solicitação de alteração de projetos. A seguir, são detalhadas as etapas fundamentais para que o processo seja conduzido de forma eficiente e transparente.

10.5.1 Identificação da necessidade de alteração

A primeira etapa envolve a identificação de uma discrepância entre o projeto original e as condições reais encontradas no campo. Essa identificação poderá surgir a partir de várias fontes, como as que estão descritas a seguir:

- **Avaliação da equipe de execução** – A equipe de obra pode identificar desafios que não haviam sido previstos, como problemas estruturais, limitações do terreno ou interferências de utilidades públicas.
- **Mudanças normativas** – Alterações nas legislações vigentes, em normas de segurança ou em padrões técnicos podem tornar necessária uma revisão do projeto para garantir sua conformidade.
- **Solicitações do cliente** – Em certos casos, o cliente poderá requisitar ajustes no escopo inicial, seja por mudanças em suas expectativas, seja por necessidades funcionais surgidas durante a obra.
- **Incompatibilidades técnicas** – A evolução de tecnologias e materiais poderá tornar vantajosa a atualização do projeto, para que soluções mais modernas ou eficientes sejam adotadas.

10.5.2 Comunicação formal da necessidade de modificação

Após a identificação da necessidade de mudança, é fundamental que a demanda seja formalmente comunicada aos colaboradores da equipe responsável pelo projeto (arquitetos, engenheiros ou coordenadores). Essa comunicação deverá ser registrada em um relatório técnico, no qual serão descritas detalhadamente informações como as seguintes:

- A natureza da alteração necessária (modificações de *layout*, materiais, sistemas construtivos etc.).
- Justificativa técnica e/ou operacional para a mudança, incluindo-se evidências e relatórios de campo.
- Impactos preliminares sobre o cronograma, os custos e a viabilidade da obra.

Além disso, todos os envolvidos na execução da obra deverão ser informados dessa solicitação, incluindo-se a equipe da área de Fiscalização, para que seja assegurada transparência e ocorra o alinhamento entre as partes.

10.5.3 Análise técnica e avaliação do impacto

Uma vez recebida a solicitação de alteração, a equipe de projeto será responsável pela condução de uma análise técnica criteriosa, para que sejam avaliados os impactos da modificação. Esse estudo deverá abranger diversos aspectos, entre eles, os seguintes:

- **Viabilidade técnica** – Avaliação sobre se a alteração proposta é compatível com o restante do projeto e se atende aos requisitos normativos.
- **Impacto sobre a segurança** – Análise dos possíveis efeitos sobre a segurança estrutural e operacional da obra, com a garantia de que não comprometerão a integridade do projeto.
- **Custos e orçamento** – Cálculo dos custos adicionais ou das economias geradas pela alteração, levando-se em consideração materiais, mão de obra e possíveis necessidades de retrabalho.
- **Impacto no cronograma** – Determinação sobre como a alteração afetará o prazo de execução da obra, com a avaliação da necessidade de reprogramação de atividades.
- **Impacto legal** – Verificação sobre se a modificação levará à necessidade de novas licenças ou de autorizações por órgãos reguladores.

Com base nessa análise, será elaborada uma proposta técnica de alteração, que deverá incluir todas as revisões necessárias no projeto, como novos desenhos, especificações técnicas atualizadas e o orçamento revisado.

10.5.4 Aprovação e formalização da alteração

Após a conclusão da análise técnica, a proposta de alteração deverá ser apresentada formalmente ao cliente e aos órgãos de fiscalização competentes (quando isso for aplicável). Nessa etapa, a aprovação da mudança deverá ter como base as seguintes considerações:

- **Revisão dos custos adicionais** – O cliente deverá estar ciente dos eventuais acréscimos no orçamento e concordar com eles.
- **Aceitação dos novos prazos** – Caso a alteração impacte o cronograma, a extensão de prazos também deverá ser formalmente acordada entre as partes.
- **Conformidade com os objetivos do projeto** – A alteração deverá atender às expectativas funcionais e estéticas do cliente.

Nenhuma modificação poderá ser implementada na obra sem essa aprovação formal, que deverá ser registrada por escrito no documento Termo de Aceite de Alteração de Projeto.

10.5.5 Atualização da documentação do projeto

Com a aprovação formal da alteração, toda a documentação do projeto deverá ser revisada e atualizada, incluindo os seguintes itens:

- **Desenhos técnicos** – Plantas, cortes, elevações e detalhes construtivos revisados.
- **Memoriais descritivos e especificações técnicas** – Atualização dos materiais, dos métodos construtivos e das normas aplicáveis.
- **Orçamentos** – Inclusão dos novos custos ou ajustes, com detalhamento dos itens modificados.
- **Cronogramas** – Revisão das atividades e prazos, considerando-se as novas etapas e as demandas da obra.

Essa documentação atualizada deverá ser distribuída às partes envolvidas na execução do projeto, para que todos os profissionais estejam cientes das novas diretrizes.

10.5.6 Implementação da alteração na obra

Somente após a distribuição da documentação revisada e a devida orientação aos profissionais da obra é que as alterações poderão ser implementadas. A execução deverá seguir rigorosamente as novas especificações, sob supervisão técnica, para a garantia de que as mudanças estarão em conformidade com o que foi aprovado.

Além disso, serão fundamentais um controle rigoroso da qualidade e o acompanhamento periódico da evolução da obra, para que as alterações sejam executadas conforme planejado

O cumprimento de todas as etapas será essencial para que sejam evitados problemas futuros, como retrabalhos, disputas contratuais, atrasos e até a paralisação da obra.

A adoção desse procedimento formalizado assegura que todas as partes envolvidas estão cientes das mudanças e de seus impactos, além de garantir que o projeto continue atendendo aos padrões de qualidade e segurança.

Em resumo, a solicitação de alteração de projeto deverá ser tratada com o mesmo rigor técnico e a mesma formalidade aplicados na concepção original do projeto, para que cada modificação seja aprovada e implementada de forma organizada, segura e eficaz.

10.6 PROCEDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO

A execução de projetos de engenharia civil requer a observância rigorosa de procedimentos técnicos de qualidade, segurança e durabilidade das edificações e infraestruturas. Os processos de terraplenagem e de execução de estruturas de concreto são etapas fundamentais nesse contexto, e demandam um controle minucioso, para que seja assegurado o sucesso da obra, com a minimização dos riscos estruturais e a maximização do desempenho ao longo da vida útil da construção.

10.6.1 Terraplenagem

A terraplenagem é o conjunto de operações voltadas à preparação do solo, com o objetivo de proporcionar uma base estável para que sejam suportadas as cargas estruturais. Esse processo envolve escavações, aterros, nivelamentos e, principalmente, a compactação, que tem papel crucial na estabilidade e na capacidade de suporte do solo.

MÉTODOS DE COMPACTAÇÃO

O processo de compactação consiste na redução do volume de vazios do solo, aumentando suas densidade e resistência. Os principais métodos empregados são os seguintes:

- **Rolos compressores** – Podem ser lisos, vibratórios ou com pé de carneiro, adequados para solos finos e granulares. A vibração é utilizada para melhorar a acomodação das partículas do solo, especialmente, em solos granulares.
- **Compactadores de percussão e impacto** – Utilizados em áreas confinadas e para solos coesivos, oferecem grande energia em pequena área de aplicação.
- **Placas vibratórias** – Normalmente aplicadas em áreas de difícil acesso e em materiais granularmente consistentes.

A escolha do equipamento será orientada por parâmetros geotécnicos do solo, considerando-se as suas plasticidade e granulometria e o tipo de compacidade. Além disso, será necessária a observação da natureza do projeto, como acontece em obras de pavimentação ou fundações profundas, exigentes de graus diferentes de compactação.

CONTROLE DE UMIDADE E DENSIDADE

O teor de umidade no momento da compactação é fator determinante no desempenho do solo. O teor de umidade ótimo é obtido por meio do de ensaio que define a umidade ideal para o alcance da máxima densidade seca. Compactações em umidade abaixo ou acima do ótimo resultam em solos com menor capacidade de suporte e maior suscetibilidade a recalques e deformações.

Os solos compactados precisam ser avaliados constantemente durante a obra, por meio da aplicação de ensaios de controle de compactação (como o método do frasco de areia e os métodos nucleares). Assim, poderá se verificar se a densidade e o grau de compactação alcançaram os valores especificados. A má compactação do solo poderá resultar em assentamentos diferenciais, comprometendo a segurança e a estabilidade da estrutura.

10.6.2 Estruturas de concreto

A execução de estruturas de concreto é uma etapa que demanda elevada precisão técnica. Material de alta resistência à compressão, o concreto precisa ser corretamente dosado, preparado e manuseado, para que sejam garantidos a resistência mecânica, a durabilidade e o desempenho estrutural de longo prazo. Os procedimentos deverão ser seguidos com base em normas técnicas nacionais (como a NBR 6118 e a NBR 14931) e em padrões de controle de qualidade.

CONFERÊNCIA DE FORMAS

A conferência de formas é um passo imprescindível a ser dado antes da concretagem. As formas deverão ser inspecionadas quanto à conformidade geométrica, à estabilidade e à resistência, para que sejam evitados deslocamentos ou deformações que comprometam a precisão da peça estrutural. A análise deverá incluir os seguintes itens:

- **Verificação dimensional** – Garantia de que as dimensões das formas atendem ao projeto executivo, evitando-se erros de geometria ou volume.
- **Estanqueidade das formas** – Prevenção de vazamentos de nata de cimento, que poderão resultar em enfraquecimento da peça e em superfícies porosas.
- **Suporte e travamento adequados** – As formas deverão estar devidamente travadas e suportadas para resistir às pressões geradas pelo concreto fresco durante o lançamento.

DOSAGEM E CONTROLE DE QUALIDADE DO CONCRETO

A dosagem do concreto, conhecida como traço, deverá ser determinada a partir de estudos prévios, considerando-se o equilíbrio entre trabalhabilidade, resistência e durabilidade. A mistura dos materiais (cimento, agregados miúdos e graúdos, água e aditivos) deverá ser rigorosamente controlada, com os seguintes parâmetros monitorados:

- **Fator água/cimento** – Fundamental para o controle da resistência final e da durabilidade, o fator água/cimento (a/c) deverá ser compatível com o ambiente de exposição da estrutura.
- **Consistência** – É verificada pelo ensaio de abatimento do tronco de cone (Slump Test), que mede a trabalhabilidade e a fluidez do concreto, especialmente, em estruturas com grande quantidade de armaduras.
- **Aditivos** – O uso de aditivos, como superplastificantes, retardadores ou aceleradores de pega, possibilita a adequação do concreto às condições de lançamento, principalmente, em grandes volumes ou climas extremos.

O controle de qualidade inclui ensaios de resistência à compressão, realizados em corpos de prova moldados e rompidos em idades-padrões (7, 14 e 28 dias). A verificação da durabilidade também é essencial, pois assegura a resistência do concreto à carbonatação, ao ataque de cloretos e a outros processos de degradação.

PROCEDIMENTOS DE ADENSAMENTO, CURA E DESFORMA

Após o lançamento, o adensamento do concreto é realizado com vibradores, evitando-se a formação de vazios (bolhas de ar) que reduziriam a resistência e a durabilidade da peça. O vibrador deverá ser inserido de forma vertical e progressiva, cobrindo toda a área de concretagem, sem sobreadensar ou subadensar a mistura.

A cura do concreto visa garantir a continuidade do processo de hidratação, evitando a evaporação prematura da água e possibilitando o desenvolvimento da resistência mecânica. A cura poderá ser feita por dois métodos. São eles:

- **Cura úmida** – Manutenção do concreto saturado, com aplicação de água ou mantas úmidas.

- **Cura química** – Aplicação de produtos que formam uma película protetora, impedindo a perda de água.

O tempo de desforma deverá respeitar as normas técnicas e as recomendações de projeto, para que se tenha a garantia de que o concreto alcançou resistência suficiente para suportar as cargas impostas. O não cumprimento desse prazo poderá resultar em fissurações ou deformações indesejadas.

CONTROLE DE RESISTÊNCIA E DURABILIDADE

O controle de resistência é feito por ensaios destrutivos e não destrutivos (como a esclerometria e ultrassom), para que se tenha a garantia de que a estrutura atende às especificações de projeto. Em termos de durabilidade, é crucial que o concreto esteja protegido contra ações agressivas externas, como a carbonatação (penetração de dióxido de carbono), o ataque de cloretos (em ambientes marinhos) e a reação álcali-agregado, que podem comprometer a integridade da estrutura ao longo do tempo.

/company/iguasaneamento

/iguasaneamento

/iguasaneamento

www.igua.com.br