



Manual de Obras da Saneago – Capítulo 11 – Obras Especiais

CAPÍTULO 11 – OBRAS ESPECIAIS**11.1 – Poços tubulares profundos**

Esta Especificação tem por objetivo estabelecer as regras e procedimentos a serem obedecidos na perfuração de poços tubulares para captação de água subterrânea.

Aplica-se a todos os tipos de poços tubulares, de propriedade pública ou particular, perfurados em rochas de características físicas as mais diversas, com a tecnologia disponível no mercado.

Aplica-se em parte a outras obras de captação, tais como poços escavados e poços radiais.

Todos os itens aqui mencionados atendem os quesitos especificados na NB-588 e na NB-1290 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as quais são partes integrantes desta Especificação.

Deverá também obedecer ao disposto na Legislação Estadual pertinente ao uso e exploração de recursos hídricos.

11.1.1 – Construção

Todo poço tubular será perfurado por empresa habilitada, sob responsabilidade técnica de profissional de nível superior.

Todo poço será perfurado com base em um projeto executivo.

O construtor fornecerá uma proposta técnica de execução com descrição de todas as fases da perfuração, tais como:

- Transporte, preparo de canteiro e instalação de sonda;
- Perfuração, perfilagem;
- Colocação dos tubos lisos, filtros e pré-filtro;
- Desenvolvimento e limpeza;
- Testes de vazão.

Nenhuma destas fases será efetivada sem a presença ou o conhecimento prévio da fiscalização.

A quantidade máxima de areia permissível em água de poço é de 12 (doze) gramas por metro cúbico.

Uma vez concluído o poço, a Contratada deverá encaminhar a SANEAGO o "relatório final do poço", documento sem o qual a obra não será recebida, conforme estabelecido no Contrato.

O relatório do poço é completo e detalhado, constituindo-se em documento básico de referência no acompanhamento do desempenho do poço durante a exploração. O modelo preenchido sob o nome de "Relatório final de poço e Teste de produção", consiste de formulários padronizados em três folhas, cada uma delas agrupando em campos apropriados os dados e informações do poço, na sequência lógica das atividades, a saber:

- Dados de identificação e localização, incluindo croquis em escala, com indicação de poços vizinhos, quando houver;
- Características executivas: método de perfuração, intervalos e diâmetros de perfuração, posição e diâmetros dos tubos de revestimentos e filtros, especificações dos materiais;
- Características de acabamentos: material do pré-filtro, tipo de cimentação, métodos e duração de desenvolvimento;
- Registros elétricos (perfilagens) e observações específicas;
- Descrição litológica e perfil geológico;
- Perfil do poço, em escala;
- Características do teste de produção: tipo e capacidade da bomba, duração, níveis estático e dinâmico de acordo com a vazão extraída, gráficos de representação dos resultados, teor e areia;

Cópia não controlada quando impresso

- Dados interpretados: perdas de carga, vazão específica, tipo de aquífero captado.

11.1.2 – Análises físico-químicas

Será obedecida a Portaria nº 36/GM de 19 de janeiro de 1990 do Ministério da Saúde.

Na determinação das características físico-químicas sugere-se um padrão de análise abrangendo 21 parâmetros e elementos, que são: temperatura, pH, condutividade específica, resíduo seco a 180°C, alcalinidade total, dureza total, gás carbônico livre, sílica, cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonato, bicarbonato, cloreto, sulfato, ferro, manganês, fluoreto, nitrato e nitrito.

Os resultados da análise matriz servirão de referência para comparação com as determinações periódicas efetuadas durante a exploração do poço, a fim de verificar as modificações nas características físicas e químicas da água.

11.1.3 – Condições de operação do poço

Estabelecimento das condições iniciais de operação: A implantação de um programa de operação sistemática de poços passa por uma etapa preliminar cujo objetivo é determinar as condições iniciais de exploração de cada poço, fixadas após análise dos dados, execução e interpretação dos ensaios necessários. Por "condições iniciais" entende-se a base atual, de partida para a operação sistemática e não aquelas condições do poço quando da sua entrada em funcionamento.

Trata-se de programar o acompanhamento dos poços em funcionamento, com a realização de medições e ensaios cujos resultados, convenientemente analisados, servirão para fixar as condições de exploração referidas a uma data base, isto é, ao ano de início da operação sistemática dos poços.

As condições de exploração de um poço são determinadas mediante o conhecimento da vazão ótima explorável, das perdas de carga e eficiência do poço. Constituem, ainda, itens importantes: as características hidrodinâmicas do aquífero captado e as características físico-químicas da água. Conhecidas às características do poço e do aquífero, será necessário reavaliar as condições atuais de exploração, efetuar as adaptações ou redimensionamento necessário dos equipamentos de bombeamento e fixar, então, o regime mais adequado de funcionamento do sistema.

Execução de teste de produção – A determinação da vazão ótima explorável, das perdas de carga e da eficiência de um poço é feita a partir de um teste de bombeamento em etapas ou teste de produção. Os procedimentos para a realização deste teste são relativamente simples e podem, com propriedade, ser aplicado por um técnico qualificado. Porém, sua experiência e vivência são fundamentais. É necessário que o teste seja programado a partir do conhecimento das condições hidrogeológicas locais e das características de construção do poço. A escolha do equipamento mais adequado e, dos parâmetros a serem pesquisados bem com os métodos a serem utilizados são de significativa importância, para a obtenção dos resultados pretendidos.

O rebaixamento real, medido num poço em bombeamento, é uma somatória de rebaixamentos devidos a perdas de carga no aquífero e as perdas de carga no poço.

As perdas de carga no aquífero produzem o rebaixamento necessário para que a água flua para o poço em regime laminar e dependem fundamentalmente das características do aquífero (permeabilidade e porosidade) e do diâmetro do poço.

As perdas de carga do poço produzem um sobre-rebaixamento que é uma soma dos seguintes fatores:

- Perdas de carga em torno do poço, devido ao aumento de velocidade da água. Este tipo de perda é significativo em poços com filtros subdimensionados, ou mal desenvolvidos;
- Perdas de carga devidas à ascensão da água no poço, desde a zona do filtro até a bomba. Este tipo de perda só é significativo quando essa distância é grande ou quando o diâmetro da tubulação é pequeno em relação à vazão;
- Perdas de entrada na bomba: quando o espaço entre o corpo da bomba e a parede da tubulação é muito pequeno.
- O rebaixamento real medido em um poço bombeado obedece aproximadamente à equação: S

Cópia não controlada quando impresso

$$= BQ + CQ^2$$

Onde:

S é o rebaixamento real, medido no poço em bombeamento, em metros. B é o coeficiente de perda do aquífero C é o coeficiente de perdas do poço Q é a vazão, em m³/hora.

O termo BQ da equação representa o rebaixamento devido às perdas de carga do poço. O coeficiente B é função do tempo de bombeamento.

O termo CQ² representa o sobre-rebaixamento devido às perdas de carga do poço. O coeficiente C independe do tempo.

A preparação do teste pressupõe disponíveis as seguintes condições:

- Conhecimento das características do poço e do tipo de aquífero captado. É necessário dispor dos parâmetros técnicos do poço, tais como: profundidade, diâmetro, posição e material do revestimento e filtros, pré-filtro e do perfil litológico atravessado pela perfuração;
- Escolha do equipamento de bombeamento (os testes finais de bombeamento em poços são feitos com bomba vertical, de tipo submersível ou de eixo prolongado, com capacidade de extração superior a vazão prevista do poço);
- Medidas de vazão – a medição de vazão durante o teste é feita com menos de 5% de erro;
- Determinação do nível d'água: nível estático (com o poço em repouso) e nível dinâmico (com a extração de uma determinada vazão do poço);
- Duração – cada etapa de bombeamento deve ter uma duração tal que seja obtida uma relativa estabilização do nível dinâmico da água para a vazão bombeada. Em geral a duração de cada etapa é de 6 a 8 horas. Nos poços em que a vazão prevista é relativamente baixa, inferior a 10 m³/h, o teste final é um bombeamento contínuo a vazão constante (sem etapas), com uma duração total não inferior a 24 horas;
- Registro das medições – o registro das medições efetuadas e de todas as ocorrências durante o teste é fundamental;
- Disposição da água extraída – a água extraída durante o bombeamento é disposta o mais longe possível do poço a fim de não mascarar os resultados do teste.
- Antes de ligar a bomba para início dos testes deve-se efetuar três medidas de nível d'água, de meia em meia hora, a fim de se certificar da posição do nível estático.

Determinação das perdas de carga e da vazão máxima explorável- A equação dos rebaixamentos pode também ser escrita da seguinte forma:

$$S/Q = B + CQ$$

Essa equação caracteriza uma reta. Em um gráfico, em papel milimetrado, e em escala conveniente colocam-se, em abscissas os valores Q₁, Q₂, Q₃ e Q₄ do teste, e em ordenadas os valores s₁/Q₁, s₂/Q₂, s₃/Q₃, s₄/Q₄ (rebaixamento específico) calculados.

Os coeficientes de perda de carga do aquífero (B) e do poço (C) são determinados graficamente. Os valores encontrados são substituídos na fórmula, obtendo-se a equação característica do poço.

A eficiência (E) de um poço é definida como a relação entre a vazão específica teórica e a vazão específica real, ambas referidas há um tempo igual de bombeamento. Para o cálculo do rebaixamento teórico é necessário conhecer os coeficientes transmissividade (T) e armazenamento (S) do aquífero e o raio efetivo do poço, mediante ensaio de bombeamento com piezômetro. Em situações reais bastante frequentes, quando não se conhecem os parâmetros do aquífero, a eficiência é calculada admitindo-se que o termo BQ da equação do poço representa o rebaixamento teórico:

$$E = \frac{BQ}{BQ + CQ^2} = \frac{1}{1 + \frac{CQ}{B}}$$

11.1.4 – Fixação das condições de exploração

Para se determinar às condições de exploração de um poço, uma vez conhecidos os resultados do teste de produção, torna-se necessário:

Determinar a vazão segura ou vazão ótima de exploração. A vazão ótima é fixada um pouco abaixo do valor correspondente ao ponto crítico;

Determinar o rebaixamento total, correspondente à vazão ótima, o que é feito através da equação do poço, e calcular o nível dinâmico para essa vazão.

Verificar o diâmetro útil e a profundidade da câmara de bombeamento, cuidando para que o ponto de tomada de água (profundidade de colocação da bomba) fique sempre acima das seções filtrantes e não frontalmente a elas;

Fixar o ponto de colocação da bomba ou tomada de água abaixo do nível dinâmico.

11.1.5 – Recomendações gerais

Os testes de produção permitem estabelecer condições relativamente seguras na exploração de poços. Sua realização deve constituir-se em exigência contratual, para cada poço que for perfurado.

11.2 – Obras subterrâneas

Serão utilizados os processos tipo *Mini-Shield*, tubos cravados, N.A.T.M. ou *Tunnel Liner*.

11.2.1 – Sistema *Mini Shield*

O processo consiste em executar túneis circulares pelo assentamento de anéis de concreto com equipamento de avanço constituído por um cilindro de aço, ou carcaça, dotado de macacos hidráulicos independentes. A escavação do solo, dentro do cilindro, é feita à medida que se faz a sua cravação.

Ao passo que a escavação prossegue, o túnel aberto será revestido. O revestimento é feito, montando dentro da carcaça, anéis de concreto justapostos que formam o minitúnel. Cada anel é constituído de segmentos dotados de orifícios para possibilitar a injeção de preenchimento, após sua montagem, entre o solo e a face externa dos anéis, quando se tratar de anel não expansível.

No caso de utilização de equipamento de frente aberta, a injeção de preenchimento é feita usando-se pedrisco e posterior nata de cimento. Numa primeira injeção o pedrisco posiciona o anel dentro da carcaça do *Mini Shield* e, numa segunda, após o avanço do equipamento, fixa o anel no solo. No caso de equipamento de escavação automática com frente fechada, a injeção do pedrisco será suprimida, providenciando-se sua substituição por injeção de material aprovado por controle tecnológico.

As verificações de sua propriedade física e de sua utilização serão liberadas pela Fiscalização.

O atraso máximo na injeção de preenchimento é compatível com o ciclo de avanço e com a velocidade de afrouxamento do solo, sendo estabelecido pela Fiscalização em função do tipo de solo, com prazo máximo de vinte e quatro horas.

O avanço do equipamento é feito pelo acionamento dos macacos que se apoiam nos anéis assentados, não necessitando de outras ancoragens. A escavação é manual ou mecânica e o material escavado é transportado até o poço de serviço por meio de vagonetas. As vagonetas são utilizadas no transporte de pessoal e dos segmentos de concreto. Os segmentos e os anéis têm encaixes: do tipo: macho-fêmea. Nesses encaixes são colocadas juntas de borracha SBR, conforme AST – D2000-2AA/615-AI3-BI3, para garantir a estanqueidade do minitúnel. Por fim, é feita injeção de nata de cimento para consolidação do pedrisco entre o solo e a face externa do minitúnel. A extensão máxima do trecho que aguarda injeção de nata será estabelecida pela Fiscalização.

Os anéis resistem aos esforços causados pelas cargas do solo, acrescidas das originárias do trânsito de veículos. Serão impermeáveis a infiltrações, quando conduzir esgotos. Tem de atender as normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto sob o ponto de vista de recobrimento de ferragem como sob o de fissuração do concreto.

Cópia não controlada quando impresso

Em cada segmento será marcado o dia de sua fabricação e nenhum deles será usado até que transcorram vinte e oito dias dessa data.

Os segmentos serão manuseados desde sua chegada ao local e danificados, não serão utilizados. Em hipótese alguma são suspensos, exceto quando carregados manualmente.

Os segmentos são transportados, no túnel, para o local de colocação por vagonetas sobre trilhos. Se forem transportados sobre a superfície revestida do túnel, o meio de transporte terá rodas pneumáticas.

A aplicação das juntas de borracha nos anéis é empreendida ao abrigo da chuva, de umidade excessiva ou de qualquer ação que possa interferir na perfeita colocação. Será aplicado com adesivo somente nas superfícies côncavas das folgas das juntas, ao longo de todo o comprimento delas.

Qualquer dano causado ao material de conexão durante o transporte ou montagem é reparado antes da colocação definitiva do segmento.

A máquina só é usada em boas condições mecânicas, com todos os pistões funcionando satisfatoriamente. Se ocorrer qualquer defeito ou falha em quaisquer dos pistões, as operações são suspensas imediatamente até que o defeito seja reparado.

Para a montagem dos segmentos, a superfície escavada do solo será completamente limpa de qualquer material solto.

A verificação do alinhamento do túnel é feita periodicamente, a frequência de um ponto e não mais de 3m de avanço. O desvio observado será então imediatamente corrigido para repor o eixo do túnel escavado na posição do eixo teórico, com a tolerância especificada no projeto.

Se o projeto não indicar a tolerância, o eixo do túnel escavado não poderá se distanciar, em qualquer ponto, mais de 0,05 m, em qualquer direção, do eixo teórico de projeto.

Quando for preciso vedar juntas (longitudinais ou transversais), o revestimento será completamente limpo e toda água estagnada é retirada.

As juntas serão previamente limpas com escova metálica, e só então preenchidas com mistura de areia e cimento na relação 1:3.

É essencial assegurar que os dormentes dos trilhos sejam apropriados ao diâmetro do túnel para assegurar a distribuição adequada de cargas sobre o revestimento.

O uso de explosivos para facilitar o avanço do túnel só será permitido mediante autorização da Fiscalização.

Sempre que possível, o projeto localará os poços de serviço coincidentemente aos poços de visita (PV). Outros fatores, porém, são considerados na sua localização, tais como, local livre de interferência em outros serviços e que não prejudique o acesso a prédios etc. Esses poços têm dimensões que variam de acordo com o local e o tipo de equipamento.

O fundo do poço recebe piso de concreto magro, perfeitamente nivelado, situado a 0,30 m abaixo da geratriz interna inferior do revestimento.

Na parede oposta a entrada do *shield*, faz-se um nicho escorado para abrigar o laser.

11.2.2 – Sistema de tubos cravados

Os tubos serão de concreto e deverão resistir aos esforços horizontais causados pelas cargas dos macacos de cravação.

Os tubos de concreto armado nos diâmetros de 1,00 m e 1,20 m deverão possuir nas extremidades de cada seção um anel de aço para possibilitar a emenda através de solda entre as diversas seções. Os tubos de diâmetros maiores – 1,40 m, 1,60 m, 1,80 m, 2,00 m e 2,40 m serão emendados por meio de parafusos tensores, previamente preparados para isso.

Na primeira seção será adaptada uma carcaça de aço *shield*, com as finalidades de servir como câmara de

Cópia não controlada quando impresso

trabalho, proteger o primeiro tubo e facilitar o corte do terreno na cravação.

O poço de serviço terá dimensões internas mínimas compatíveis com o tipo de equipamento de cravação e profundidade da geratriz inferior externa do tubo cravado, acrescido de 0,30m, para facilitar o esgotamento. O fundo do poço será regularizado com concreto magro na espessura de 0,10 m, para permitir a construção de um berço de madeira nivelado para posicionamento das seções dos tubos. Na parede do poço de cravação, oposta a direção na qual será cravado o tubo, será construído um quadro rígido para a reação do macaco hidráulico, que será em madeira (de peroba), ou em concreto ciclópico, quando a reação assim o exigir.

O primeiro tubo juntamente da carcaça de aço *shield* serão posicionados no berço e escavados os primeiros 0,50 m, devendo-se empurrar imediatamente o conjunto para que este ocupe o trecho escavado. Esta operação será repetida de forma a que fique apenas 0,30 m sem ser cravados para possibilitar a execução de emenda com a segunda seção, quando então será empurrado todo o conjunto.

No caso de solos de pouca resistência, o conjunto não será cravado mais do que 0,30 m sem que tenha feita a escavação do material no interior do tubo.

A tubulação cravada deverá entrar justa no terreno, não podendo haver folgas significativas externas, devendo, portanto, a tubulação ocupar totalmente a área escavada, não permitindo recalques no terreno, dispensando injeção de preenchimento com argamassa de cimento e areia ou outros materiais.

A verificação do alinhamento do túnel será feita periodicamente, à frequência de um ponto a não mais de 3 m de avanço. O desvio observado será imediatamente corrigido para repor o eixo do túnel escavado na posição do eixo teórico com a tolerância especificada no projeto.

O revestimento interno da galeria será de concreto e resiste aos esforços consequentes das cargas do solo, acrescidas das originadas pelo trânsito de veículos. Será impermeável a infiltrações, sem colaboração de eventuais camisas-de-aço no tipo de envoltória empregado no método de construção. Atenderá às normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto do ponto de vista de recobrimento de ferragem como de fissuração de concreto (quando conduzir esgotos).

11.2.3 – Sistema N.A.T.M

A escavação de túnel, em solo ou rocha, pelo N.A.T.M. (New Australian Tunneling Method), baseia-se na capacidade de auto-subsistência do material circundante à cavidade. A velocidade de avanço da frente de escavação, em função do tipo de solo encontrado, determina a eventual necessidade de escoramento. O acompanhamento sistemático das medidas de convergência das seções transversais determina a utilização de escoramentos necessários à estabilização de deformações.

Durante a execução será assegurada a sustentação da cavidade através da aplicação de concreto projetado sobre tela de aço e da aplicação, simultânea ou não, de cambotas de aço, chumbadores, tirantes e enfilagem.

A sequência construtiva se resume na escavação de um segmento de túnel compatível com a natureza e as características do solo e no seu eventual escoramento através da aplicação de elementos construtivos que assegurem a estabilidade da cavidade e a consequente escavação do segmento seguinte.

Dependendo das dimensões da seção transversal do túnel, será conveniente a divisão da frente de escavação em uma calota superior de avanço mais rápido e uma bancada, com maior volume de material a ser desmontado. Para segurança na execução dos avanços programados, são executadas sondagens na frente da escavação através de furos sub-horizontais para verificação de eventual existência de água.

A verificação do alinhamento do túnel será feita periodicamente, a frequência de um ponto a não mais de 3,0 m de avanço. O desvio observado será imediatamente corrigido para repor o eixo do túnel escavado na posição de eixo teórico, com a tolerância especificada no projeto.

Em locais convenientemente escolhidos, será implantada a instrução da seção transversal do túnel através da introdução e posterior fixação de pinos que possibilitem medição com uso do medidor de

Cópia não controlada quando impresso

convergência. Essas medições serão executadas diariamente.

O concreto deverá resistir aos esforços consequentes das cargas do solo, acrescidos das tensões causadas pelo trânsito de veículos, e ser impermeável às infiltrações. Túneis próximos da superfície, isto é, com pouca cobertura, deverão ter um revestimento mais rígido do que túneis à grande profundidade, isto é, com grande cobertura.

Atenderá às normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto do ponto de vista de recobrimento das armaduras, como do de fissuração de concreto (quando conduzir esgotos).

Os poços de acesso serão localizados em pontos convenientes e terão dimensões que possibilitem o acesso dos equipamentos e tubulações que permitam o trabalho no túnel de modo compatível com a sua programação de execução.

Acerca dos procedimentos de qualificação de mangoteiro, execução de concreto projetado, especificação para concreto projetado e moldagem de placas, o túnel N.A.T.M. será executado de acordo com as seguintes Normas da ABNT abaixo:

- NBR 13597/2012 – Procedimento para qualificação de mangoteiro de concreto projetado aplicado por via seca;
- NBR 13044/2012 – Concreto projetado — Reconstituição da mistura recém-projetada
- NBR 13069/2012 – Concreto projetado — Determinação dos tempos de pega em pasta de cimento Portland, com ou sem a utilização de aditivo acelerador de pega;
- NBR 13070/2012 – Moldagem de placas para ensaio de argamassa e concreto projetados;
- NBR 13317/2012 – Concreto projetado — Determinação do índice de reflexão por medição direta;
- NBR 13354/2012 – Concreto projetado — Determinação do índice de reflexão em placas.

11.2.4 – Sistema *Tunnel Liner*

O túnel será implantado pela escavação e montagem simultânea do revestimento metálica do *Tunnel Liner*. Esse revestimento metálico será constituído por anéis de chapas de aço corrugado e galvanizadas a fogo. Os anéis são solidarizados entre si, por parafusos e porcas galvanizados, nas bitolas convenientes e, distribuídas ao longo dos flanges laterais destes. As chapas que compõem cada anel serão também emendadas por transpasse de parafusos e porcas da mesma medida que os anteriores.

A espessura das chapas será dimensionada para resistir aos esforços causados pelas cargas do solo e por cargas externas, no período da construção.

A escavação do solo será feita de modo a que a forma do túnel corresponda exatamente a do cilindro do *Tunnel Liner*, a menos do espaço correspondente a corrugação das chapas de aço. Durante a execução será assegurada, se necessário, a sustentação da abóbada da escavação até que seja montado o revestimento metálico. Poderá também ser assegurado o escoramento do talude da frente de ataque, por meio de escudo frontal que avançará concomitantemente com a escavação.

A verificação do alinhamento do túnel será feita periodicamente, à frequência de um ponto a não mais de 3 m de avanço. O desvio observado será imediatamente corrigido, para repor o eixo do túnel escavado na posição do eixo teórica, com a tolerância especificada no projeto.

Os únicos vazios permitidos ao longo do túnel serão os devidos a corrugação das chapas. Esses vazios serão preenchidos com solo-cimento, através de injeção com pressão de 5 kgf/cm.

O revestimento estrutural interno para túnel adutor será de concreto impermeável a infiltrações e deve resistir aos esforços causados pelo solo e trânsito de veículos, sem contar com os anéis metálicos. Atenderá as normas técnicas de estruturas de concreto armado para condução de líquidos agressivos, tanto do ponto de vista de recobrimento das ferragens, como do de fissuração do concreto.

No caso de assentamento de tubulação de grande diâmetro internamente ao túnel, o espaço compreendido entre este e a chapa do *Tunnel Liner* será preenchido com concreto ou argamassa de

Cópia não controlada quando impresso

cimento e areia. Para tubulação de pequeno diâmetro, o assentamento será apoiado ou suspenso, fixado e travado devidamente, não sendo necessário o preenchimento dos vazios.

A injeção de preenchimento entre a tubulação assentada no interior do túnel e o revestimento primário em chapas, deve ser executada de forma que todos os vazios sejam preenchidos.

Assim, se houver qualquer dúvida, da existência de vazios remanescentes, deve ser executado o preenchimento por gravidade pela superfície, através de furo vertical, dependendo das características do solo.

Os poços de acesso serão localizados em pontos convenientes e terão dimensões que possibilitem o acesso dos equipamentos e tubulações que permitam o trabalho no túnel de modo compatível com sua programação de execução.

Obs: Independentemente do processo utilizado, sempre existirá a preocupação quanto aos recalques induzidos pela execução do túnel. Assim sendo, será feito um controle de recalques através de marcos de recalque superficial no eixo do túnel e em edificações próximas, para verificações periódicas. Tratando-se de obra subterrânea, o conhecimento do subsolo é de extrema importância, devendo este ser investigado através de sondagens de reconhecimento.

APROVAÇÃO

Este documento normativo foi aprovado conforme as diretrizes da Política de Alçadas e Limites da Saneago – PL00.0125.



Documento assinado eletronicamente por MARCO ANTONIO DE ANDRADE, SUPERINTENDENTE na SUPERIN. GESTAO DE OBRAS - SUPOB, em 05/03/2024 10:53:18, horário oficial de Brasília, conforme Art. 2º, § 2º, III, “b”, da Lei Estadual nº 17.039/2010 e Art. 4º, II da Lei Federal nº 14.063/2020.