

MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO

MPS

MÓDULO 6

PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS

PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAGEM MISTA

VERSÃO

2025

**PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO
DE ESTUDOS E PROJETOS
PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAÇÃO MISTA**

SUMÁRIO

1. OBJETIVO	3
2. RELATÓRIO.....	3
2.1 PLANO PARA LOCAÇÃO DAS SONDAÇÕES MISTAS.....	3
2.2 SERVIÇO DE SONDAÇÃO MISTA.....	4
2.3 PROJETO DE DESMONTE DE ROCHA.....	8
2.3.1 <i>Investigação de campo</i>	10
2.3.2 <i>Plano de fogo</i>	10
2.3.3 <i>Definição do tipo de explosivo para cada etapa do plano de fogo (considerando a presença ou não de nível de água).</i>	12
2.3.4 <i>Proteção mecânica e instalação dos explosivos</i>	13

**PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO
DE ESTUDOS E PROJETOS
PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAGEM MISTA**

1. OBJETIVO

Os projetos de desmonte de rocha serão especificados para estruturas assentes abaixo do topo rochoso, sendo definido após a análise da cota de assentamento das estruturas com a cota representada pelo impenetrável indicado pelas sondagens SPT e Mistas.

Estes projetos fornecerão o tipo de desmonte a ser efetuado, com ou sem explosivo, bem como a quantificação, tipo de explosivo, locação e direção das perfurações, volumes de escavação entre outros, visando à segurança da obra operacional.

2. RELATÓRIO

2.1 Plano para locação das sondagens mistas

*O profissional geotécnico deverá analisar e definir um plano para locação das sondagens mistas, com base nas plantas de implantações das áreas/unidades a estudar e informações do projeto geotécnico. Este plano deverá apresentar a locação dos furos de sondagem SPT e Mistas, profundidades previstas e respectivas coordenadas e deverá ser entregue para aprovação do responsável da contratante, para liberação dos serviços em campo.

A previsão da quantidade de furos de sondagem SPT e Mistas deve atender as quantidades e orientações previstas no projeto geotécnico existente ou em caso de ausência destas informações, considerar 1 furo para sondagem mista para cada 600 m² da estrutura.

Os serviços de campo em áreas localizadas e travessias (locação dos pontos com topografia, sondagens) devem, obrigatoriamente, ser supervisionados pelo engenheiro ou técnico fiscal pertencente à equipe técnica mínima da empresa contratada. A execução de serviços em finais de semana e feriados devem ser pré-

**PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO
DE ESTUDOS E PROJETOS
PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAGEM MISTA**

aprovadas pelo gestor do contrato. A participação do engenheiro ou técnico fiscal deve ser comprovada por meio de relatório fotográfico.

2.2 Serviço de sondagem mista

A sondagem mista refere-se ao serviço associado da sondagem a percussão (SPT) e rotativa onde houver solo e rocha e/ou impenetrável à percussão, respectivamente.

Onde houver solo, a sondagem de investigação à percussão deverá ser executada de acordo com as normas NBR-6484 – (Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos (SPT)) e NBR 8036 – (Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios). O relatório deverá conter os requisitos abaixo:

- 2.1.1 A locação deverá ser realizada com equipe topográfica baseado no Levantamento Topográfico existente no Projeto Básico de Engenharia.
- 2.1.2 As atividades deverão seguir o Cronograma Físico da licitação. Caso for necessária alguma alteração, a empresa poderá apresentar nova proposta de Cronograma para aprovação da fiscalização da Sanepar.
- 2.1.3 Caso as referências estiverem danificadas ou inexistentes ou o RN não seja uma cota real, deverá ser previsto um transporte de cotas reais até um RN. Este ponto deverá ser um marco topográfico, devidamente identificado no local e em planta, constituído de um bloco de concreto fixado nos limites da área;
- 2.1.4 Todo o RN adotado deverá ser fotografado. A foto deverá identificar o RN e a área com alguma referência (edificações, cercas limítrofes e outros);

**PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO
DE ESTUDOS E PROJETOS
PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAGEM MISTA**

- 2.1.5 A Sanepar fornecerá a planta impressa e digital do leiaute das unidades a implantar com a topografia levantada da área em cotas reais (RNM).
- 2.1.6 A Sanepar fornecerá os contatos locais para o acompanhamento da realização dos serviços de campo de maneira a minimizar problemas de locação e impedimentos legais para a execução dos trabalhos. Caso ocorra algum problema quando da execução, a empresa contratada deverá descrever o fato em relatório e encaminhar à Sanepar.
- 2.1.7 O amostrador padrão deverá ser aquele detalhado pela norma NBR 6484;
- 2.1.8 O procedimento de ensaio de cravação deverá ser aquele descrito pela norma NBR 6484, onde cada golpe de cravação será dado pela queda de um peso de 65 kg a uma altura de 75 cm;
- 2.1.9 Para as estruturas assentes na superfície do terreno, iniciar as sondagens à percussão com as contagens do número de golpes para cravar o amostrador padrão, a partir do nível do terreno, de acordo com os procedimentos de execução do SPT;
- 2.1.10 Caso a camada superficial for constituída de aterro não perfurável pelo amostrador padrão, mesmo após a utilização de trépano com recirculação de água, o ensaio deve ser interrompido e reiniciado após a execução de um poço de acesso até o nível do terreno natural, no limite de 3m. Caso contrário, a Sanepar deverá ser notificada;
- 2.1.11 Os furos de sondagem deverão ser numerados na planta de locação seguindo as direções de cima para baixo e da esquerda para a direita.
- 2.1.12 O boletim de sondagem SPT deve apresentar o desenho do perfil individual em escala de cada sondagem e/ou seções do sub-solo devendo constar:
- Cotas reais (RNM) das bocas dos furos de sondagens;

**PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO
DE ESTUDOS E PROJETOS
PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAGEM MISTA**

- Linhas horizontais cotadas a cada metro em relação ao topo do furo de sondagens e cotas horizontais a cada 5 metros em relação a RNM;
- Cotas das profundidades, em relação à boca do furo, das transições de camadas e do final da sondagem;
- Deverá ser apresentado o gráfico de resistência à penetração contendo os golpes necessários para penetrar cada 15 cm do amostrador, sendo os índices de resistência à penetração calculada como sendo a soma dos golpes necessários à penetração no solo nos 30 cm iniciais e finais do amostrador. Caso não ocorra a penetração dos 45 cm do amostrador, o resultado deverá ser apresentado na forma de frações ordinárias, contendo no numerador os golpes e no denominador as penetrações, em cm, obtidas na sequência do ensaio;
- Informar com precisão a existência e espessura de camada superficial (definindo se é camada vegetal ou não, aterro, presença de calça, saibro, etc...). Classificar o material constitutivo desta camada;
- Posição das amostras colhidas, devendo ser indicadas amostras não recuperadas e os detritos colhidos por sedimentação. Os solos coletados deverão ser indicados segundo a NBR 6502;
- A cota, em relação à boca do furo, do nível de água encontrado no momento da execução da sondagem e da observação feita após 24 hs da perfuração. Indicar se houve pressão ou perda de água durante o ensaio;
- Caso seja encontrado nível de água durante a perfuração do trado helicoidal, interrompe-se a operação e passa-se a observar a elevação do nível de água no furo, efetuando-se leituras a cada 5 min, durante 30 min. O NA final obtido durante a perfuração deverá constar no relatório;
- Apresentar um perfil geotécnico resultante estratigrafia das sondagens realizadas, notificando quanto ao tipo de solo (argila, silte e areia), consistência para solos argilosos (mole, rija ou dura), compactidade para solos arenosos (fofa, pouco e/ou medianamente compacta, compacta), a cor característica da amostra de solo, a presença de pedregulhos. A convenção gráfica da estratigrafia do solo deverá ser baseada segundo NBR 6502;

**PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO
DE ESTUDOS E PROJETOS
PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAGEM MISTA**

- Indicação dos processos de perfuração empregados (TH trado helicoidal, CA - Circulação de água) e respectivos trechos, bem como o avanço do tubo de revestimento;
- Deverá ser considerado impenetrável conforme previsto em norma NBR 6484;
- Caso não seja encontrado impenetrável até a profundidade prevista, indicar como LIMITE DE SONDAGEM;
- Informar os dados como Cliente, Obra, Local, Data de início e fim do ensaio;

2.1.13 Onde houver rocha e/ou impenetrável à percussão, a sondagem rotativa deverá ser iniciada. Esta sondagem deve ser identificada pela sigla (SM) seguida de número indicativo. Em cada obra o número indicado deverá ser sempre crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem.

2.1.14 O boletim de sondagem Mista deve apresentar o desenho do perfil individual em escala de cada sondagem e/ou seções do subsolo devendo constar as mesmas descrições de sondagem SPT para a investigação em solo. Em rocha o boletim deverá apresentar a sondagem rotativa contendo:

- Indicação do nível de água, perfil do subsolo definindo profundidade de solo natural e/ou/ com alterações (blocos de rocha) até 3m abaixo do topo rochoso e/ou abaixo da cota de assentamento, utilizando sonda rotativa.
- Na profundidade em rocha, a sonda rotativa deverá extrair o testemunho da rocha perfurada para definir o tipo de rocha e quantificar o índice RQD%, referente à recuperação da rocha no trecho sondado.
- A empresa contratada deverá analisar os dados disponibilizados para a montagem do modelo de cálculo, definindo volumes de rocha a ser desmontada em função do grau de fraturamento.

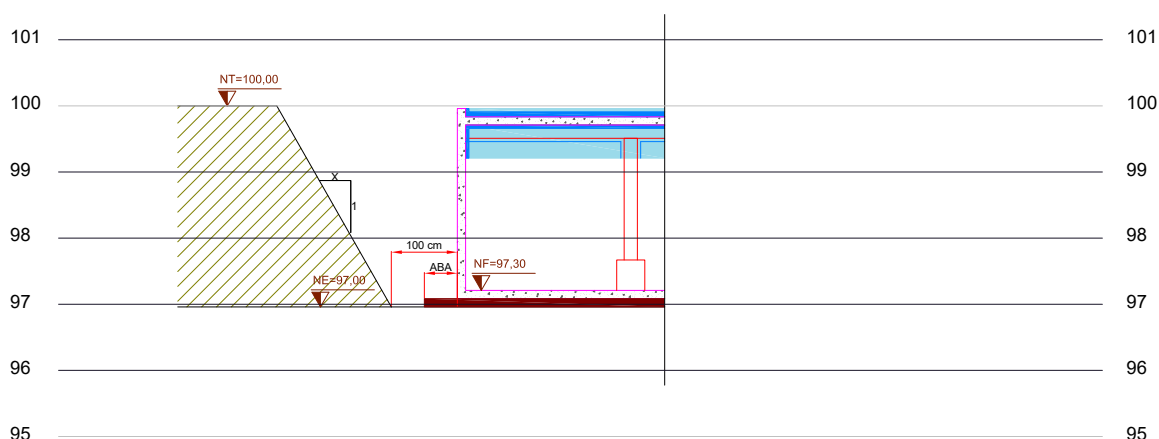
**PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO
DE ESTUDOS E PROJETOS
PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAGEM MISTA**

2.3 Projeto de desmonte de rocha

O Projeto de Desmonte de Rocha deverá observar a presença de rocha acima da cota de assentamento das estruturas, descrevendo as profundidades nas cavas e mensurando os volumes de rocha para o Quadro de Quantitativos.

Alguns aspectos construtivos deverão ser observados como:

- Afastamento mínimo da face da escavação com a estrutura de 1m (Figura 1);
- Definir uma bancada de transição de 1m no contato solo/rocha (Figura 2);
- No caso da implantação do RALF com paredes externas inclinadas, o perfil de corte em rocha deverá ter a mesma inclinação e alinhadas com a face externa da parede;
- Prever uma camada de regularização com concreto magro nas faces da cava, servindo de forma e regularizando a superfície gerada após a detonação;
- Considerar no “Quadro de Quantitativos” um empolamento de 25% para solos e 30% para rochas para os volumes do serviço de “Carga e Descarga”;

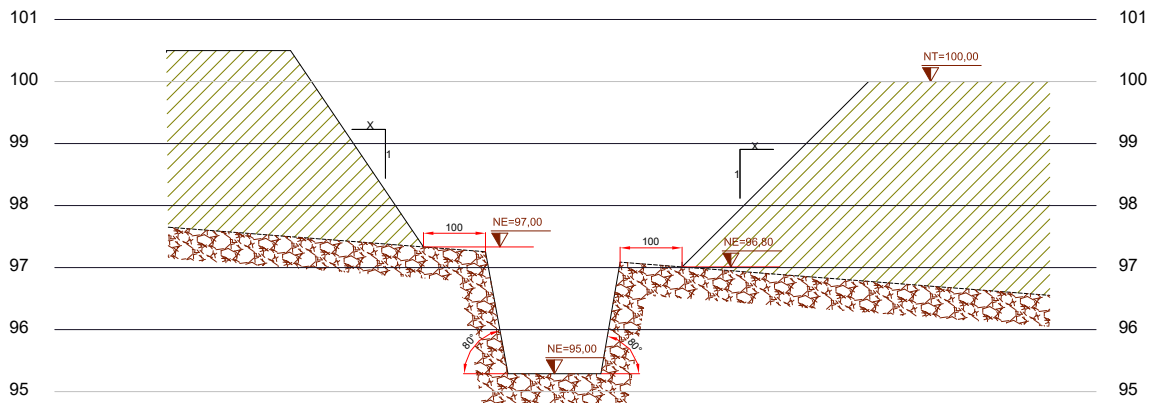


PERFIL AA

ESCALA 1:100

Figura 1 - Detalhe do afastamento mínimo de 1m da face da estrutura em relação ao fundo da escavação

**PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO
DE ESTUDOS E PROJETOS
PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAGEM MISTA**



PERFIL AA

ESCALA 1:100

Figura 2 - Detalhe da berma/banqueta com largura mínima de 1m na interface do contato solo/rocha

Dentre as fases necessárias para o desenvolvimento do projeto destaca-se:

**PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO
DE ESTUDOS E PROJETOS
PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAGEM MISTA**

2.3.1 Investigação de campo

Deverá ser realizada ou fornecida pela Sanepar uma campanha de sondagens a percussão SPT e de sondagens mistas (SPT + rotativa).

A empresa contratada deverá analisar os dados disponibilizados para a montagem do modelo de cálculo, definindo volumes de rocha a ser desmontada em função do grau de fraturamento.

Em campo os pontos a serem sondados deverão ser locados com equipe topográfica e nivelados com cota real.

2.3.2 Plano de fogo

O modelo de cálculo deverá apresentar o formato dos volumes de corte de acordo com a conformação da estrutura a ser desmontada.

Devido à variação da topografia da superfície e do topo rochoso, os volumes a serem desmontados deverão ser modelados em ferramentas gráficas tridimensionais (3D) e apresentados no relatório.

O plano de fogo deverá contemplar todos os dispositivos necessários para o desmonte de rocha no formato presente no modelo.

No entanto, 2 casos poderão ocorrer:

a) Desmonte a frio:

No geral rompedores hidráulicos tem eficiência de execução em perfis de rocha até 1m de espessura.

**PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO
DE ESTUDOS E PROJETOS
PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAGEM MISTA**

Em casos de rochas com grande grau de faturamento e em formações sedimentares poderão ser utilizadas escavadeiras vibratórias (*vibro ripper*) para qualquer profundidade que apresentar fraturamento.

b) Desmonte com uso de explosivos

Quando a incidência for rocha com baixo faturamento e maior que 1m é viável o uso de explosivos. Para tanto é necessária a definição de um plano de fogo especificado em um Projeto de Desmonte de Rocha, visando o uso controlado dos explosivos com a energia necessária para desmontar um maciço rochoso.

O Projeto de Desmonte de Rocha deverá ser elaborado na fase de obra, onde é possível avaliar o tipo e integridade da rocha com investigação de sondagens mistas e ensaios de sismos.

Para tanto, o Projeto deverá detalhar a execução deste serviço, conforme recomendado abaixo:

- Para a execução do desmonte de rochas é obrigatória a empresa contratada apresentar o “Plano de fogo” elaborado por profissional habilitado (“Blaster”), responsável pelo armazenamento, preparação das cargas, carregamento, ordem de fogo, detonação e retirada de explosivos não detonados, providências quanto ao destino adequado das sobras de explosivos e pelos dispositivos elétricos necessários às detonações;
- Caso o Projeto Geotécnico não contenha as sondagens mistas, na fase de obra deverá ser contratada estas sondagens para a identificação e qualificação do material rochoso (RQD).
- O plano de fogo é definido pelo "Blaster" em função do tipo de rocha, volume, profundidade, grau de fraturamento da rocha e interferências

**PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO
DE ESTUDOS E PROJETOS
PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAGEM MISTA**

locais (Estruturas existentes). Estas interferências influenciam diretamente na "energia" necessária para a detonação da rocha, sendo esta análise realizada através do ensaio de sismo, calibrando o modelo de cálculo;

Este ensaio consiste em provocar uma pequena "explosão" controlada (em alguns casos, provocadas por golpe de martelo em placa) as ondas mecânicas deverão ser capturadas/registradas por sismógrafos fixados próximos às estruturas existentes.

- Assim o plano de fogo deverá definir a quantidade de furos, locação, a razão de carga e as sequências de detonação necessárias para garantir a integridade das estruturas adjacentes;
- Durante a fase de detonação, deverá ter sismógrafos instalados nas estruturas monitoradas, garantindo a medição da "velocidade de vibração de partícula de pico" que deverá estar abaixo dos limites especificados pela NBR 9653;

2.3.3 Definição do tipo de explosivo para cada etapa do plano de fogo (considerando a presença ou não de nível de água).

O tipo de explosivo deve estar incluso no plano de fogo. Sua escolha depende do tipo de detonação que se queira realizar e do maciço em questão.

Considerar a presença ou não de água é uma definição que deverá ser avaliada em função das investigações geotécnicas realizadas. No entanto, caso as sondagens de percussão não indiquem a presença de água não significa que durante a perfuração da rocha não se encontre água, ou mesmo pode ocorrer uma alta taxa de pluviosidade que acarrete um aumento significativo no nível do lençol, enfim, cabe ao executor do desmonte definir o melhor tipo de explosivo para a situação imposta, por isso a necessidade de flexibilização do plano de fogo.

**PRESCRIÇÕES PARA ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO
DE ESTUDOS E PROJETOS
PROJETO BÁSICO DE DESMONTE DE ROCHA E SONDAGEM MISTA**

2.3.4 Proteção mecânica e instalação dos explosivos

Embora os níveis de vibração possam causar danos, estes são muito raros se as detonações forem feitas com critério, o que realmente pode ocasionar danos pessoais ou materiais são os ultralanchamento.

O Plano de fogo deverá estudar o ultralanchamento de partículas para não ocorrer além da área de operação ou quando expuser a riscos trabalhadores e terceiros, respeitando a NR-18 referentes à operação de desmonte.

Para evitar o ultralanchamento, o Blaster deverá especificar uma proteção mecânica, podendo ser composta de solo compactado, tela metálica e “Blaster-Mat”.

Para os casos de grande energia de detonação a proteção mecânica poderá ser apresentar associada com o uso de tela de aço sobre o aterro de solo.

Tanto a espessura do aterro quanto a tela de aço deverão ser definidas em função da energia a ser detonada do maciço de rocha.

O “Blaster-Mat” é um material composto por uma cobertura por bandas de pneus usados, presos por cabos de aço, formando uma manta sobre a área a ser detonada. As suas dimensões ou sobreposições deverão ser definidas pelo Blaster.