



MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE
INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DIRETORIA-GERAL
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA
INSTITUTO DE PESQUISAS EM
TRANSPORTES
Setor de Autarquias Norte
Quadra 03 Lote A
Ed. Núcleo dos Transportes
Brasília – DF – CEP 70040-902
Tel./fax: (61) 3315-4831

DEZEMBRO 2021

NORMA DNIT 257/2021 – PRO

Estudo e amostragem de rochas em pedreiras para fins rodoviários – Procedimento

Autor: Instituto de Pesquisas em Transportes – IPR

Processo: 50600.011494/2021-08

Origem: DNER – PRO 257/99

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 13/12/2021.

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

Ocorrência de rocha, reconhecimento, estudo geológico, amostragem.

Nº total de páginas

7

Resumo

Este documento apresenta os procedimentos a serem adotados para o reconhecimento, o estudo geológico e a amostragem das ocorrências de materiais rochosos para uso em obras rodoviárias, além da qualificação macroscópica, registro e remessa das amostras para exame em laboratório.

Abstract

This document presents the procedures to be used for the recognition, geological study and the sampling of the occurrences and rock materials for use in road engineering works, in addition to the macroscopic qualification, registration and shipment of the samples for laboratory examination.

Sumário

Prefácio	1
1 Objetivo.....	1
2 Referências normativas	1
3 Definições	2
4 Metodologia	2
5 Amostragem.....	5
Anexo A (Informativo) – Bibliografia	6
Índice geral.....	7

Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas em Transportes – IPR/DPP, para servir como documento base, e visa estabelecer os procedimentos a serem adotados para o reconhecimento, o estudo geológico e a amostragem das ocorrências de materiais rochosos para uso em obras rodoviárias, além da qualificação macroscópica, registro e remessa das amostras para exame em laboratório. Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009 – PRO, cancela e substitui a Norma DNER – PRO 257/99.

1 Objetivo

Esta norma estabelece os procedimentos a serem adotados no reconhecimento, estudo geológico e amostragem de rochas em pedreiras para fins de caracterização dos materiais das ocorrências de rochas para uso em obras rodoviárias. Prescreve a metodologia para o estudo geológico de pedreiras, a amostragem, a qualificação macroscópica de amostras, além de registro e remessa para exame em laboratório.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação desta Norma. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas):

- a) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER – PRO 102/97 – Sondagem de reconhecimento pelo método rotativo;
- b) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 198/2021 – TER – Constituintes geológicos de agregados e solos – Terminologia;
- c) _____. DNIT 435/2021 – PRO – Materiais rochosos usados em rodovia – Análise Petrográfica – Procedimento;
- d) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6490 – Rochas – Caracterização de ocorrência – Reconhecimento e amostragem.

3 Definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições contidos na norma DNIT 198/2021 – TER e as definições a seguir:

3.1 Afloramento

Qualquer exposição em superfície de rochas ou solos, permitindo o seu estudo direto. Podem ser naturais: escarpas, lajeados, leitos de rios, voçorocas ou artificiais: cortes de estradas, trincheiras, escavações, etc.

3.2 Alteração de rocha

Conjunto de modificações físico-químicas naturais que levam a desagregação e decomposição das rochas e as transformam em um outro produto natural que está em equilíbrio com o meio ambiente.

3.3 Coerência de rocha

Parâmetro utilizado para avaliar a resistência de uma rocha a esforços provocados pela pressão dos dedos (friabilidade), resistência ao risco (dureza) e resistência ao impacto de um martelo.

3.4 Frente de lavra

É o local onde ocorrem as operações destinadas à extração do material rochoso, sujeito a alteração com o tempo e o avanço da exploração.

3.5 Mapeamento Geológico

Atividade de campo realizada por geólogo para confecção de mapas que reproduzem as observações a respeito de tipos individuais até grandes conjuntos de rochas, suas características minerais, estruturais e geocronológicas visando estudos e possíveis disponibilidades de aproveitamento econômico. Essa atividade requer o uso de equipamentos de localização (GPS – sistema global de posicionamento) e de orientação (bússolas), suporte por fotografias aéreas, imagens de satélite, mapas topográficos, análises químicas e microscópicas de rochas mapeadas.

3.6 Rocha

Qualquer agregado mineral de ocorrência natural, compreendendo parte apreciável e essencial da crosta terrestre. As rochas dividem-se em três grandes grupos, de acordo com critérios genéticos: ígneas ou magmáticas, metamórficas e sedimentares.

3.7 Pedreira

Caso particular de mineração a céu aberto, denominação associada à natureza do produto explorado (rocha para brita ou rocha ornamental), o qual é extraído, beneficiado e utilizado sem que ocorram transformações químicas.

4 Metodologia

4.1 Ocorrência – Reconhecimento

No levantamento de campo da ocorrência, deve-se estar atento às restrições impostas à sua futura exploração, no caso de pedreiras virgens, incluindo áreas legalmente protegidas, leis de zoneamento municipal, distância do mercado consumidor, vias de transporte e facilidades que oferecem, logística, entre outros.

Deve-se, sempre que possível, buscar alternativas que diminuam os impactos ambientais oriundos da atividade de extração de rochas, ainda durante a fase preliminar de estudo e levantamento geológico, incentivando o aproveitamento, a reutilização e a reciclagem de material estéril e rejeitos como insumo, com os devidos cuidados técnicos recomendados pelas normas técnicas vigentes.

4.2 Licenciamento de áreas de extração de bens minerais com fins para a construção

A extração de minerais, a movimentação de materiais naturais para fins de construção, e seu uso pelos órgãos públicos, pode configurar a dispensa da outorga de direitos minerários junto à Agência Nacional de Mineração (ANM), condicionada ao uso exclusivo da extração para fins de utilização unicamente em obras para as quais é concedida. Nesse caso, é concedida, pela ANM, uma Declaração de Dispensa de Título Minerário.

No caso de área de ocorrência já cadastrada no controle de títulos minerários junto à ANM, e com base na fase do processo de concessão mineral, o DNIT poderá solicitar o bloqueio da área junto a ANM, no caso de processo na fase de requerimento (prerrogativa de interesse coletivo). Nos demais processos, o aproveitamento mineral far-se-á por meio de negociação direta com o detentor dos direitos minerais.

Nesta fase de estudo, deverão ser verificadas orientações vigentes no DNIT quanto à indicação para instruções que visem à apuração da situação legal atualizada da área em questão indicando os processos de pesquisa existentes.

Deve-se verificar e consultar as normas ambientais, bem como estudos e relatórios de impacto ambiental, e licenças que possam estar vigendo na área de extração de bens minerais a fim de complementar estudos ou relatórios e evitar incompatibilidades ou divergências futuras.

4.3 Mapeamento Geológico

O mapeamento geológico destinado a orientar os trabalhos de localização e exploração mais corretos das ocorrências rochosas será baseado em mapas geológicos, mapas topográficos em escala adequada e imagens de satélite disponíveis e será realizado em duas etapas:

a) Mapeamento Geológico de Superfície

Deve-se identificar os principais elementos geológicos (acamamento, contatos geológicos, fraturas, dobras, veios, etc.) e as dimensões de cada afloramento presente

em uma área correspondente a um raio de cerca de 1 km, em torno de um indício de ocorrência.

Deve-se identificar os seguintes aspectos: descrição geral de cada ponto geológico a ser mapeado, com obtenção de suas coordenadas (preferencialmente UTM, indicando o DATUM), altitude e informações de referências locais, localização de pontos de afloramentos no entorno da área de ocorrência, mencionando se artificiais ou naturais em um mapa-base com escala apropriada de trabalho e/ou imagem de satélite.

Após um desenho esquemático ou levantamento topográfico detalhado, conforme a importância da ocorrência, detalhar em cada ocorrência, no mínimo, os seguintes elementos:

- Litologia: identificar os diferentes tipos de rochas e descrever cada tipo – composição mineral (% estimada dos minerais que compõem a rocha), cor da rocha sã e alterada, tamanho dos grãos, índice de cor (útil especialmente para rochas ígneas), características texturais, estruturas (sedimentares, ígneas e metamórficas), atitudes estruturais rúpteis e dúcteis, grau de fraturamento, classificação e nome das rochas, e espessura do material rochoso potencial para extração.
- Relações de contato com rochas encaixantes, outros contatos entre os diferentes litotipos, e demais informações geológicas de interesse.
- Identificação do grau de alteração das rochas e perfis de solos (composição, espessura e textura): observação tátil-visual do brilho, cor dos minerais e rochas.
- Grau de coerência das rochas.
- Medidas das estruturas e discontinuidades geológicas: distribuição espacial, características geométricas, extensão (persistência e continuidade), rugosidade, abertura, material de preenchimento, espaçamento entre fraturas e juntas, entre outras.
- Identificação da espessura e volume da capa estéril.

NOTA: O levantamento topográfico deverá ser executado abrangendo a área correspondente

aos limites exploráveis da ocorrência por meio de métodos convencionais de topografia, em escala de detalhe. As plantas obtidas devem apresentar curvas de níveis espaçadas de 1,0 m, e estarem em escala compatível com a complexidade geológica local.

Complementar as observações geológicas de campo com um registro fotográfico adequado, utilizando elementos de referência (escala), e procurar ressaltar na imagem as feições mais importantes.

As informações geológicas de superfície serão consolidadas em mapas, perfis e descrições, as quais irão definir o potencial geológico da região para um determinado tipo rochoso, contendo uma caracterização geológico-estrutural detalhada da ocorrência, com um enfoque geotécnico.

b) Mapeamento Geológico de Subsuperfície

O mapeamento geológico de subsuperfície deve ter por base o modelo geológico-estrutural de superfície obtido na fase anterior, possibilitando prever quais os materiais de difícil amostragem, os tipos de descontinuidades que devem ser reconhecidas em testemunhos (famílias e tipos de fraturas, atitude, espessura, contatos litológicos, xistosidade, falhas) e o grau de alteração e coerência dos materiais, os quais podem ser correlacionáveis com a resistência mecânica dos mesmos.

As investigações geofísicas podem ser realizadas antes, durante ou após as investigações por sondagens, sendo essencial a integração dos resultados de cada um desses procedimentos.

As sondagens rotativas seguem um padrão de descrição de acordo com as orientações contidas no procedimento DNER – PRO 102/97, devendo constar a caracterização construtiva do furo, que por si só já expressa condições mecânicas da rocha.

Também são descritas amostras de testemunhos em parâmetros de caracterização geológico-geotécnica como grau de alteração, índice de fraturas, de descontinuidades, coerência e resistência à compressão.

Os perfis individuais de sondagens e seções topográficas pertinentes devem possibilitar a obtenção das seguintes informações:

- Diferentes tipos litológicos mapeáveis, suas espessuras e volumes no avanço das frentes de lavra.
- Descrição da alteração e/ou coerência que permitam estimar previamente a qualidade das rochas, sua resistência mecânica e tamanho de blocos.
- Aspectos estruturais e tipos de preenchimento identificados (fraturas, falhas, dobras, xistosidades, etc.).
- Presença de minerais deletérios, como argilominerais expansivos.
- Natureza e espessura da capa de estéril a ser escavado até a cota inicial do maciço rochoso explorável.
- Seleção de áreas contendo material rochoso de boa qualidade, estimativa de seu volume e potencial para extração.
- Outras informações pertinentes.

Sempre que possível, a descrição geológica de sondagens deve ainda identificar minerais potencialmente reativos com cimentos alcalinos, como sílica amorfa.

Cabe mencionar que uma adequada descrição dos aspectos estruturais, por se constituir em direções principais de fraqueza, pode ser utilizada posteriormente para otimizar o planejamento das operações de desmonte.

O mapeamento geológico-estrutural detalhado da pedreira possibilitará a avaliação volumétrica percentual de cada litologia para os diversos avanços médios de mais ou menos um metro de produção da pedreira.

O relatório técnico do estudo geológico deverá conter, entre outros elementos, a situação legal atualizada, a localização e acesso à área de estudo; unidades geológicas e densidade de fraturas e feições estruturais relevantes, com enfoque geotécnico; identificação de

cavernas; ocorrências minerais, caso ocorram; bem como mapas, plantas, perfis e fotointerpretação aérea em anexos.

5 Amostragem

5.1 Coleta das amostras

As amostras devem ser representativas das várias litologias mapeadas e, para tal, devem ser retiradas do interior dos afloramentos e no mínimo 20 cm abaixo da superfície da rocha sã.

Atenção deve ser dada para o estado do material coletado e sua conservação.

As amostras para confecção de lâminas delgadas e análise petrográfica devem, no mínimo, ter o tamanho de um punho cerrado, e devem ser devidamente etiquetadas e numeradas.

Em zonas de contato entre diferentes litotipos, devem ser coletadas tantas quantas forem necessárias à caracterização de cada um deles.

A Norma ABNT NBR 6490 descreve o procedimento para a coleta de amostras para fins de identificação da rocha.

Para todos os procedimentos referentes à amostragem, é necessário a orientação de técnicos especializados.

No caso de o estudo ou levantamento da ocorrência se der por sonda rotativa, aproveitam-se como amostras os próprios testemunhos coletados nas sondagens.

Deve-se preservar sempre que possível a condição não deformada, preservando-as de fraturamentos e alterações em suas estruturas, para garantir a representatividade em ensaios tecnológicos realizados em laboratório.

A quantidade mínima de amostras coletadas por litotipo deve ser de cerca de 100 kg a 130 kg, atendendo um requisito de dimensões mínimas o qual permite a sua análise em ensaios específicos e caracterizações

tecnológicas, devendo ser devidamente acondicionada para remessa a laboratório especializado, em acordo com a norma ABNT NBR 6490.

5.2 Análise Petrográfica

A análise petrográfica da rocha compreende a determinação e quantificação de seus minerais constituintes (composição mineralógica), textura (tamanho, forma e arranjo dos minerais constituintes), estado de alteração dos elementos mineralógicos constituintes, granulometria, descrição dos padrões de deformação, e outros quando se fizer necessário.

Do ponto de vista da petrografia, o grau de alteração é identificado pela quantidade de minerais alterados, minerais secundários e de microfissuração (interín ou intracristalina), sendo as rochas classificadas em diferentes graus de alteração. Essa classificação está detalhada na norma DNIT 435/2021 – PRO – Materiais rochosos usados em rodovia – Análise Petrográfica – Procedimento.

Outras classificações estão descritas no procedimento DNER – PRO 102/97.

A identificação dos argilominerais e outras caracterizações mais específicas da rocha será realizada por técnicas adicionais, quando necessário, incluindo a difratometria de raios X (DRX), a microscopia ótica de luz transmitida para minerais opacos, a microscopia eletrônica de varredura (MEV), análises térmicas, entre outras.

5.3 Remessa das amostras

As amostras devem ser devidamente etiquetadas, numeradas e guardadas em recipientes adequados, devendo ser enviadas para os laboratórios especializados.

Amostras de testemunhos e destinadas a ensaios tecnológicos específicos deverão constar de identificação distinta, indicando os fins e objetivos da destinação da amostra.

_____/Anexo A

Anexo A (Informativo) – Bibliografia

- a) ALMEIDA, S.L.M.; LUZ, A.B. Manual de Agregados para a Construção Civil. 1.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009.
- b) BRASIL. Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Dispõe sobre a competência à União em administrar os recursos minerais, a indústria de produção mineral e a distribuição, o comércio e o consumo de produtos minerais. Lex.: coletânea de legislação: edição federal, Brasília, 1967. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm
- c) FRAZÃO, E.B. Alteração de rochas como critério de seleção de agregados. São Paulo: ABGE, 2012.
- d) INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Glossário Geológico. Rio de Janeiro, 1999.
- e) INSTRUÇÃO DE SERVIÇO/ DG. DNIT 001: Diretrizes e procedimentos a serem adotados para indicação e estudos de ocorrências minerais de emprego imediato na construção civil. 2018.
- f) KLEIN, C.; DUTROW, B. Manual de Ciência dos Minerais. 23ª Edição. Bookman, 2012.
- g) MONTICELI, J.J.; TRESSOLDI, M. (coord.). Diretrizes para classificação de sondagens. 1.ed., São Paulo: ABGE, 2013.
- h) RESOLUÇÃO CONAMA nº 10, de 6 de dezembro de 1990. Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classe II. Brasília: Diário Oficial da União, 1990.
- i) TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.
- j) UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO. UNESP. Museu de Minerais, Minérios e Rochas Heinz Ebert. Departamento de Petrologia e Metalogenia. Rio Claro, São Paulo. <https://museuhe.com.br/>
- k) WINGE, M. et. al. Glossário Geológico Ilustrado. 2001. Disponível em <https://sigep.cprm.gov.br/glossario/>

Índice geral

Abstract.....	1	Mapeamento Geológico.....	3.5.....	2	
Afloramento.....	3.1.....	2	Mapeamento Geológico.....	4.3.....	3
Alteração de rocha.....	3.2.....	2	Metodologia.....	4.....	2
Amostragem.....	5.....	5	Objetivo.....	1.....	1
Análise Petrográfica.....	5.2.....	5	Ocorrência – Reconhecimento.....	4.1.....	2
Anexo A (Informativo) - Bibliografia.....	6	Pedreira.....	3.7.....	2	
Coerência de rocha.....	3.3.....	2	Prefácio.....	1	
Coleta das amostras.....	5.1.....	5	Referências normativas.....	2.....	1
Definições.....	3.....	2	Remessa das amostras.....	5.3.....	5
Frente de lavra.....	3.4.....	2	Resumo.....	1	
Índice geral.....	7	Rocha.....	3.6.....	2	
Licenc. de áreas de extração minerais.....	4.2.....	3	Sumário.....	1	
