



**PRÁTICAS SEGURAS PARA DESMONTE DE ROCHAS COM TECNOLOGIA
DE EXPANSÃO DE GASES COM ACIONAMENTO ELETRICO, SEM USO DE
EXPLOSIVOS:
NORMATIZAÇÃO TÉCNICA EMPRESARIAL**

Ana Maria Ribeiro ⁽¹⁾

Engenheira Civil (FESP), Especialização em Engenharia de Saneamento Básico (FSP - USP), Mestre em Tecnologia Ambiental (IPT), MBA em Saneamento Ambiental (FESPSP). Engenheira do Departamento de Acervo e Normalização Técnica da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp).

Deise Miyazawa ⁽²⁾

Engenheira Ambiental (Unifei), Pós graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho (UNIP); MBA em Legislação Trabalhista Aplicável a Gestão de Pessoas (Excelsu/INPG); Engenheira de Segurança do Trabalho da Unidade de Negócio Vale do Paraíba da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp).

Denys Wilhan Perez ⁽³⁾

Engenheiro Químico (Faculdades Oswaldo Cruz), Especialização em Engenharia de Segurança do trabalho (Faculdades Oswaldo Cruz), MBA em Saneamento Ambiental (FESPSP). Engenheiro de Segurança do Trabalho do Departamento Técnico para Empreendimentos da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp).

Endereço ⁽¹⁾: Rua Costa Carvalho, 300 - Pinheiros – São Paulo - SP - CEP: 05429-900 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-9541 - e-mail: amribeiro@sabesp.com.br

RESUMO

O desmonte de rochas é uma atividade que possui riscos intrínsecos, e que demandam de ações de segurança operacional, de prevenção de falhas e acidentes que possam trazer prejuízos generalizados. Desta forma, este trabalho apresenta a norma técnica empresarial (NTS 336 - Práticas seguras para desmonte de rochas com tecnologia de expansão de gases com acionamento elétrico, sem uso de explosivos), que tem por finalidade auxiliar, alertar, esclarecer e fornecer procedimentos e requisitos essenciais para as atividades associadas ao desmonte de rochas com a tecnologia, sem uso de explosivos em obras lineares de infraestrutura hidráulica de empreendimentos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Trata-se de sua primeira versão, e tem por objetivo principal, prover medidas visando a segurança de seus operadores, dos moradores e pessoas que circulam no entorno da área de operação e do meio ambiente. A tecnologia empregada não é classificada como explosivo e sim como artifício pirotécnico. Para sua elaboração, foram convidados os profissionais com especialização em segurança do trabalho e com larga experiência em obras que demandam o uso desta tecnologia, para compartilhar conhecimento técnico e experiências no tema. Acima de tudo, é uma norma técnica que está na vanguarda do setor de saneamento, e preenche mais uma lacuna de grande importância, podendo ser utilizada também por diversos outros setores, que também tem susceptibilidades a riscos semelhantes em suas atividades. Por ser uma primeira versão em 2021, passará por um período de depuração, podendo ainda agregar outras abordagens e ter seu conteúdo enriquecido em sua próxima edição. Esta norma é um convite à prática de atividades seguras privilegiando a prevenção.

PALAVRAS-CHAVE: Desmonte de rocha, expansão de gases, blaster.

1. INTRODUÇÃO

O desmonte de rochas é uma prática corriqueira e necessária, utilizada em atividades de mineração ou em obras lineares de infraestrutura hidráulicas quando são encontradas rochas no maciço, tornando-se empecilhos para dar continuidade aos serviços e, portanto, necessitando de sua fragmentação.

Existem diferentes técnicas para o desmonte de rochas, tais como:



- Desmorte a frio: uso de massa expansiva, que ocorre pela reação química de uma mistura, provoca a expansão do material e não produz impacto e conseqüentemente, se utilizada corretamente é muito segura, porém possui baixa produtividade;
- Desmorte Manual: realizado com ferramentas manuais, mas também a produtividade é baixa, além do risco de lesões aos trabalhadores;
- Desmorte hidráulico: por meio de jatos de água com alta pressão;
- Desmorte Mecânico: com uso de tratores e máquinas em rochas que possuem baixa resistência;
- Desmorte com Explosivos: uso de explosivos, que proporciona alta produtividade, porém os riscos e as conseqüências em caso de falha podem atingir maiores proporções;
- Desmorte por expansão de gases: a técnica que possui uma capacidade de fragmentação menor, ao se comparar com as que se utilizam de explosivos e de forma controlada.

Esta última, objeto deste artigo, embora possua capacidade menor que com o uso de explosivo, é viável e recomendada para algumas atividades, principalmente em áreas urbanas, próximo à áreas sensíveis tais como: residências, trânsito de pessoas e veículos, rodovias e ferrovias, tuneis e galerias, áreas de proteção ambiental, etc.

A desfragmentação de rochas com expansão de gases é caracterizada assim não apenas por possuir menor impacto que o uso de explosivos, mas também pela velocidade de reação (queima) que é menor e a caracteriza como material pirotécnico e desta maneira possui pouca regulamentação de seu uso em obras de infraestrutura de forma geral e mineração, diferente do explosivo que é altamente regulamentado.

O desmorte de rochas é uma atividade bastante presente em obras de saneamento, quer sejam em obras lineares ou em obras localizadas como por exemplo nas estações elevatórias ou de tratamento de esgoto, dentre outras.

Entretanto, o desmorte de rochas é um processo complexo e envolve a adoção de medidas bastante cautelosas que deve ter cada uma de suas atividades bem planejadas, desde o transporte dos produtos, na operação, até sua conclusão, além da destinação dos rejeitos. Trata-se de um conjunto de etapas, que traz riscos, não somente para seus operadores, mas para a comunidade do entorno.

A busca contínua das empresas por mais segurança em suas atividades, na gestão de seus riscos é cada vez maior. A técnica de desmorte de rochas com uso expansão de gases, também conhecida como artifício pirotécnico gerador de gás instantâneo, agrega um conjunto de elementos que compõe um processo técnico de desmorte, que se tornou precursor, uma vez que reduz os impactos à população do entorno, ao meio ambiente, e bastante focada na segurança e eficiência operacional.

A técnica traz vantagens e desvantagens.

Dentre as vantagens estão: baixo nível de ruídos, vibrações, gases e poeiras; bastante apropriado para ambientes confinados; pode-se usar em rochas sem face livre; faz o arranque da rocha do maciço e sua fragmentação, facilitando desta forma a remoção e o transporte, com capacidade produtiva maior que os desmontes de rochas a frio e com menor impacto, riscos e vibrações que o explosivo.

Dentre as desvantagens estão: possui produtividade menor que a de explosivos, e pouca regulamentação, o que permite a aplicação do produto, por pessoas não habilitadas/treinadas, colocando vida dos trabalhadores e moradores do entorno em risco. Apesar da energia liberada ser menor que o explosivo, boa parte da energia contida nos produtos é transferida para o ambiente circundante, podendo causar uma série de reações prejudiciais, como por exemplo: vibrações que são transmitidas para os terrenos e estruturas vizinhas, ruídos, gases e poeiras, projeção de fragmentos e partículas, e a deterioração do maciço remanescente, com o risco de dar origem a instabilidade, como por exemplo, a queda de blocos em taludes.

O cenário pode se agravar ainda mais, quando se trata de áreas urbanas, onde reveste-se de grandes problemas e dificuldades, exigindo maior domínio das atividades por parte de seus executores.

Dentre os principais problemas enfrentados na execução de desmorte de rocha estão relacionados a acidentes,



que, além de afetarem a saúde dos trabalhadores, podem causar danos às instalações da obra e afetar os vizinhos do empreendimento, podendo inclusive acarretar processos indenizatórios, acionamentos legais cíveis e criminais, o que demandam ações preventivas, com ênfase na segurança operacional.

A prevenção consiste na adoção de um conjunto de medidas de proteção, para que a segurança seja efetiva. Sendo assim, é necessário que toda a equipe de profissionais envolvida esteja preparada, comprometida e com uma mentalidade preventiva, conhecendo os riscos associado em cada uma das etapas, no atendimento das normas e regulamentações, bem como as recomendações dos fabricantes dos produtos.

Com base nas pesquisas realizadas, foram identificados os principais agentes de risco e suas consequências para os trabalhadores:

- Agentes de riscos Físicos: ruídos; vibrações; radiações não ionizantes (solar, UVA, UVB); frio; calor; umidade;
- Agentes de riscos Químicos: poeira; produtos químicos;
- Agentes de risco Ergonômicos: levantamento e transporte de cargas; exigência de postura inadequada; Imposição de ritmos excessivos; jornadas de trabalho prolongadas.
- Agentes de risco de Acidentes: máquinas e equipamentos; incêndios e explosões; desestabilidade de encostas e taludes; quedas; animais peçonhentos;

Dentre os riscos bastante inconvenientes e de bastante gravidade estão os que decorrem de picadas de animais peçonhentos, tais como: escorpiões, aranhas, serpentes, vespas, formigas, lagartas, abelhas e em função da gravidade do envenenamento, sintomas como dores locais, vômitos, náuseas, sudoreses, dentre outros.

No que se referem aos acidentes, os mais críticos são os incêndios e explosões que estão atrelados à possibilidade da presença de cartuchos de gases não expandidos ou acessórios não detonados, além de combustíveis inflamáveis utilizados para o funcionamento do compressor.

Nas encostas, o desmonte pode desestabilizar o maciço, causando escorregamentos e desprender blocos de rochas, e conseqüentemente atingir pessoas ou equipamentos.

Portanto, deve-se proporcionar proteção individual e coletiva prevendo, todo o fornecimento de material, mão de obra, máquinas e equipamentos necessários, de forma adotar medidas que evitem a ocorrência de escorregamentos, projeção de materiais, choques, descargas, acidentes e a sinalização obrigatória de advertência, por meio de cones, fitas, cavaletes, placas de advertência, grades de proteção, tapumes, etc.

2. OBJETIVO

Apresentar os principais aspectos da Norma Técnica Sabesp - NTS 336, relacionados à segurança e procedimentos fundamentais para as atividades associadas ao desmonte de rochas com tecnologia de expansão de gases, sem uso de explosivos.

3. METODOLOGIA

A elaboração da NTS 336, versão 01, foi conduzida seguindo o Procedimento Empresarial de Elaboração, Revisão, e Cancelamento de Normas Técnicas SABESP PE-PD0006 que dá instruções gerais sobre o processo e está alinhado às diretrizes normativas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que consiste em três principais etapas:

- a) formação da comissão de estudos (com representantes de diversas diretorias);
- b) desenvolvimento da norma (elaboração); e
- c) encerramento (publicação e comunicação).

A elaboração desta norma originou-se da demanda de uma das superintendências da Sabesp, em razão de riscos de acidentes em obras que necessitam da execução de deflagração de rochas. Sendo assim, foi criada uma Comissão de Estudos (CE) formada por engenheiros e técnicos representantes de diretorias operacionais (Metropolitana-M e Sistemas Regionais-R) e corporativas (Corporativa-C e Tecnologia, Empreendimentos e Meio Ambiente - T), com notável experiência em obras e segurança do trabalho. Também foi realizada uma ampla revisão de referências normativas para subsidiar seu conteúdo.



O texto-base resultou de pesquisas de empresas que executam o desmonte de rochas com expansão de gases em suas obras, e de fabricantes dos produtos. A Comissão de Estudos analisou o texto e apresentou contribuições que foram ajustadas ao longo das reuniões. Foi fundamental para o desenvolvimento do trabalho a expertise das unidades de negócio que possuem experiência no tema, indicando as principais premissas e pontos de atenção, considerando o grande peso na questão da segurança do trabalho.

4. RESULTADOS

A tecnologia de expansão de gases, não é considerada como uma explosão tradicional, e sim como um artigo pirotécnico e é homologada pelo Exército, porém exige poucos controles e a legislação pertinente não faz menções sobre treinamentos e conhecimento mínimo exigido pelo profissional que fará uso do material, promovendo espaço para que pessoas despreparadas operem o produto proporcionando consideráveis riscos às pessoas e ao empreendimento.

A norma é considerada essencial para a segurança nas atividades das obras da Sabesp, que precisam fazer deflagração de rochas, tendo como principais tópicos:

Objetivo: estabelecer os requisitos essenciais e os padrões mínimos de segurança operacional para as atividades associadas ao desmonte de rochas com tecnologia de expansão de gases com acionamento elétrico, sem uso de explosivos. O objetivo principal é prover medidas visando principalmente a segurança de seus operadores, de terceiros e do meio ambiente.

Definições: dentre as definições mais importantes adotadas para a norma estão: acionador elétrico; área operacional; blaster; desmonte de rocha e plano de fogo.

Requisitos: este capítulo está bastante focado na segurança das atividades, de forma a não causar danos aos trabalhadores, a terceiros e ao meio ambiente. Também enfatiza: a necessidade de que as atividades devem observar as recomendações do fabricante; da proteção individual e coletiva dos trabalhadores; das medidas preventivas quanto a falhas humanas, de equipamentos ou até mesmo de procedimentos quanto aos riscos que possam se materializar e causar acidentes; do isolamento do local das deflagrações, limpeza e desobstrução, bem como os sinais de alerta e de advertência; monitoramento de cada etapa de trabalho, em especial quanto a gases gerados em espaço confinado (postos de gasolina, escolas, hospitais, linhas de trem e metrô, etc.); da necessidade de elaboração do “plano de fogo” e de profissional habilitado (blaster); das condições atmosféricas adequadas para as detonações acidentais por descargas elétricas; transporte, armazenamento dos produtos e acessórios; e do descarte adequado dos resíduos.

Procedimento de Segurança: Neste item, são apresentados os principais tópicos:

- **Transporte:** São citadas: a Resolução ANTT nº 5.947/2021 que foca os pontos de atenção máxima quanto transporte de produtos perigosos; o impedimento de transporte de passageiros alheios aos serviços; aspectos e exigências regulamentares; limites de velocidades, ficha de emergência do produto; cuidados com intempéries.
- **Armazenamento:** Dentro dos preceitos apresentados estão: a necessidade de manter os produtos em suas embalagens originais; isolamento adequado do local e que este seja coberto, ventilado, seco e arejado; quanto ao armazenamento de diferentes tipos de substâncias conforme o grupo de compatibilidade – de acordo com o Anexo D – Portaria n. 3 COLOG de 10 de maio de 2012, conforme ABNT NBR 14725-4; empilhamento adequado das caixas e tempo de armazenando.
- **Obrigações:** No que se referem às obrigações, são apresentados aspectos tais como: reaproveitamento de materiais explosivos não acionados; no cumprimento das disposições legais e regulamentares sobre Segurança e Medicina do Trabalho; no zelo pela segurança e saúde de outras pessoas que possam ser afetadas por ações ou omissões de trabalho; na exigência quanto à habilitação e tipo de profissional;
- **Competências:** São apresentados os profissionais responsáveis pelas deflagrações, suas responsabilidades e atribuições, em especial quanto à elaboração do “Plano de Fogos”.
- **Análise Preliminar de Riscos:** Etapa fundamental no planejamento da atividade, visando observar os riscos e principalmente as medidas de controles que devem ser adotadas e que devem estar alinhadas ao plano de fogo, reduzindo ou eliminando situações passíveis de causar acidentes.



- **Mapeamento das Interferências:** Este tópico faz menção sobre a necessidade previa de certificar-se da existência ou não de redes de água, esgoto, tubulação de gás, cabos elétricos e de telefone, antes de dar início às atividades. Dentre os destaques apresentados estão a necessidade do mapeamento das interferências; a análise dos cadastros atualizados e é recomendado o uso das NTSs 324 e 329 como referências.
- **Isolamento e sinalização de segurança:** Trata-se de um conjunto de medidas preventivas e de proteção onde será executada a fragmentação, voltados ao isolamento da área de risco e comunicação aos órgãos envolvidos com base nas indicações do Engenheiro de Minas ou Blaster.
- **Segurança na aplicação e manuseio das cápsulas e acendedores:** É apresentado um roteiro e o planejamento das etapas a serem seguidas, em especial com os produtos a serem utilizados, que deve seguir as recomendações do fabricante. Elenca pontos importantes de atenção desde o início do manuseio do acendedor e das capsulas, até a montagem das conexões, tamponamento e realização de testes de resistência elétricas.
 - **Fragmentação e pós fragmentação:** São tópicos de elevada importância, que merece especial atenção do blaster e demais trabalhadores, a fim de seguir rigorosamente as recomendações, e evitar falhas e acidentes, principalmente na avaliação quanto a confirmação de cápsulas não deflagradas.
 - **Confirmada a existência de cápsulas não deflagradas:** Apresenta tópicos necessários voltados a prevenção de acidentes de forma a evitar acionamento acidental de cápsulas não deflagradas.
- **Situações de Emergência:** Em todo o processo da execução dos serviços do desmonte de rochas, é obrigatório que a empresa responsável pela atividade, esteja preparada para atender situações de emergência e ter ciência dos possíveis cenários, tais como desmoronamentos e deslizamentos de terra, projeção de fragmentos, espaços confinados, atividades em altura e incêndios. Devendo, portanto, possuir pessoal treinado para execução da atividade e também para atender situações de emergência, possuir materiais, Equipamentos de Proteção Individual e de Proteção Coletiva adequados, Plano de Emergência, além de atender recomendações e orientações dos fabricantes e das legislações a normas aplicáveis.

4. CONCLUSÕES

A necessidade da expansão de obras de infraestrutura e em especial na área de saneamento, no Brasil impulsionada pelo novo marco do saneamento, influenciam o desenvolvimento de novas tecnologias para o melhor atendimento das necessidades criadas, mas é importante salientar que tal desenvolvimento deve caminhar em paralelo com as medidas preventivas quanto a eventuais falhas ou acidentes, com foco na segurança dos envolvidos.

A criticidade maior do desmonte por expansão de gases é sua otimização, na qual envolve aspectos da perfuração, expansão de gases nos furos e da deflagração em si. Neste sentido, é fundamental que um plano de fogo seja bem completo, a fim de evitar falhas e acidentes. Acima de tudo, os profissionais envolvidos devem ser capacitados e treinados adequadamente.

Preocupados, em especial com a questão da segurança operacional do desmonte de rochas, a NTS 336 faz uma abordagem ampla sobre a necessidade de um blaster (cabo de fogo) treinado e certificado.

Embora a tecnologia seja bastante segura e utilizada em muitos setores da construção civil, para se obter o máximo retorno, é preciso investir na capacitação e na melhoria dos recursos humanos, em especial no conhecimento das normas aplicáveis na execução de serviços onde há riscos de grande magnitude associados. A NTS 336 é inovadora no tema na técnica aqui apresentada para obras de infraestrutura de saneamento, e normatiza, com ênfase a segurança.

O diferencial entre as empresas não será apenas o nível tecnológico e sim, na associação entre os três principais pilares: tecnologia, procedimentos (normas) e pessoas, em especial em ter recursos humanos mais preparados no “como fazer” e “fazer com segurança”, que é a proposta desta norma.



A Sabesp possui uma série de normas técnicas que tratam de temas associados a execução de atividades de obras com especial destaque na segurança, sendo fundamental o alinhamento da prática e teoria, para evitar a materialização de riscos e suas consequências.

O setor de saneamento está aquecido e tem passado por constantes atualizações de regulamentação e, portanto, há um número crescente de inovações surgindo para as obras. Serão observadas e testadas as tecnologias que apresentem melhor desempenho e segurança nos serviços de desmonte de rochas, motivando futuras atualizações da NTS 336.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 14725-4- Produtos químicos — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente Parte 4: Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ)
2. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. NTS-324. Instalação de redes de distribuição, adutoras e linhas de esgoto em polietileno por meio de Método Não Destrutivo do tipo Perfuração Horizontal Direcional (HDD)
3. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. NTS-329. Instalação de redes de distribuição e adutoras em polietileno por meio de Método Não Destrutivo do tipo Substituição de Tubos por Arrebetamento (*Pipe bursting*).
4. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. NTS-336. Práticas seguras para desmonte de rochas com tecnologia de expansão de gases com acionamento elétrico, sem uso de explosivo.
5. PORTARIA n 03-COLOG, de 10 de maio de 2012 - aprova as normas relativas às atividades com explosivos e seus acessórios.
6. RESOLUÇÃO ANTT N° 5.947/2021 - Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e aprova suas Instruções Complementares, revogando, a partir de 1º de julho de 2021, as Resoluções ANTT n° 5.848/19 e n° 5.232/16.
7. SECRETARIA ESPECIAL DO TRABALHO – GOVERNO FEDERAL. Normas Regulamentadoras-NR.