

Boas Práticas na Instalação de Proteções Fixas com Chumbador Mecânico de Expansão por Torque Controlado

Federação de Esportes de Montanha do Estado do Rio de Janeiro — FEEMERJ

Documento: FEEMERJ: n.º STM-2025-01

Tipo: Segurança e Técnica de Montanhismo (STM)

Autor: Diretoria Técnica

Local: -

Data criação: 31/05/2025

Revisão: Primeira emissão

N.º da revisão: 0

N.º Páginas: 60

Data da revisão: -

Nota: Documento em constante evolução.
Aprovado pelo Conselho Técnico em 20/05/2025

Entidades filiadas: Centro Excursionista Brasileiro (CEB), Centro Excursionista Friburguense (CEF), Centro Excursionista Guanabara (CEG), Centro Excursionista Petropolitano (CEP), Centro Excursionista Rio de Janeiro (CERJ), Centro Excursionista Teresopolitano (CET), Clube Excursionista Carioca (CEC), Clube Excursionista Light (CEL), Clube Niteroiense de Montanhismo (CNM) e Grupo Excursionista Agulhas Negras (GEAN).

Filiada à:



**CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA
DE MONTANHISMO E ESCALADA**



A Federação de Esportes de Montanha do Estado do Rio de Janeiro (FEEMERJ) tem por missão organizar e difundir o montanhismo e a escalada, bem como promover sua prática responsável e sustentável no Estado do Rio de Janeiro. Conscientes de seu papel não só na organização do esporte, mas também como entidade envolvida na busca de um meio ambiente ecologicamente equilibrado e na manutenção do patrimônio cênico natural fluminense, a FEEMERJ tem empreendido esforços de conservação, mínimo impacto ambiental e manejo da visitação em áreas

naturais.

Criada em 2000, a FEEMERJ é composta por dez entidades, é membro fundador e participa ativamente da Confederação Brasileira de Montanhismo e Escalada (CBME), que por sua vez é registrada no Ministério dos Esportes e é filiada à União Internacional de Associações de Alpinismo (UIAA¹), a entidade internacional de regulação das práticas de montanhismo.

A FEEMERJ faz parte, atualmente, de Conselhos Consultivos em diversas unidades de conservação, como: os Parques Nacionais da Tijuca, de Itatiaia e da Serra dos Órgãos; Monumento Natural do Arquipélago das Cagarras; Parques Estaduais dos Três Picos, da Pedra Selada, da Serra da Tiririca, e da Pedra Branca; e do Monumento Natural dos Morros do Pão de Açúcar e da Urca, entre outras.

¹ Union Internationale des Associations d' Alpinisme

Sumário:

1. PREÂMBULO

2. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

3. INTRODUÇÃO

4. O CONHECIMENTO ATUAL EM PROTEÇÕES FIXAS

4.1. DURABILIDADE DA INSTALAÇÃO

4.2. CAPACITAÇÃO PARA A INSTALAÇÃO

5. APLICAÇÃO DO CHUMBADOR MECÂNICO

5.1. FUNCIONAMENTO DO MECANISMO DE FIXAÇÃO

5.2. SOBRE O MERCADO NACIONAL DE CHUMBADORES MECÂNICOS

5.3. FUNDAMENTOS E PREPARAÇÃO

5.4. ANTES DO FURO - CRITÉRIOS BÁSICOS

5.4.1. SOBRE O COMPRIMENTO DO CHUMBADOR

5.4.2. SOBRE A POSIÇÃO DAS PROTEÇÕES

5.5. DURANTE O FURO - CRITÉRIOS DE PERFURAÇÃO

5.5.1. QUALIDADE E DIÂMETRO DO FURO

5.5.2. DESGASTE DA BROCA

5.5.3. ATENDENDO À ESPECIFICAÇÃO DO FABRICANTE PARA O DIÂMETRO DE CORTE

5.5.4. COMPRANDO BROCAS - POLEGADAS Vs MILÍMETRO

5.5.5. ATENÇÃO À VARIABILIDADE DO DIÂMETRO DE CORTE

5.5.6. RISCO DO USO DE BROCAS FORA DE TOLERÂNCIA

5.5.7. ADEQUANDO O DIÂMETRO DE CORTE AO CHUMBADOR ESCOLHIDO

5.5.8. COMPRIMENTO IDEAL DA BROCA

5.6. DEPOIS DO FURO - LIMPEZA E TORQUE

5.6.1. CRITÉRIO DE LIMPEZA DO FURO PARA A INSTALAÇÃO

5.6.2. A IMPORTÂNCIA DO TORQUE DE INSTALAÇÃO

5.6.3. QUAL TORQUE DE INSTALAÇÃO IDEAL?

5.6.4. CHAVE MANUAL COMPLEMENTADA COM TORQUÍMETRO

5.6.5. SOBRE OS TIPOS DE TORQUÍMETROS

5.6.6. FAIXA DE TORQUE ÚTIL PARA USO DO TORQUÍMETRO

5.7. MENÇÃO IMPORTANTE - PERDA DA PRÉ-TENSÃO E CHAPELETAS GIRANDO

6. SEGURANÇA (EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI)

6.1. LUVAS DE VAQUETA

6.2. ÓCULOS

6.3. MÁSCARA DE PÓ

7. SOBRE A IMPORTÂNCIA DAS REFORMAS DE VIAS

7.1. IDENTIFICAÇÃO DO RISCO

7.2. RISCO OCULTO

7.3. TAXA DE CORROSÃO DO AÇO CARBONO

7.4. GRAU DE AGRESSIVIDADE CORROSIVA SEGUNDO A ISO 9223

7.5. SOBRE A SELEÇÃO DE MATERIAIS

7.6. SOBRE O USO DE MATERIAIS DISSIMILARES

7.7. MENÇÃO AO SCC

8. CRITÉRIOS PARA UMA BOA INSTALAÇÃO

8.1. PERFURAÇÃO DA ROCHA

8.1.1. EMPUNHADURA CORRETA DO MARTELE ROTATIVO (FURADEIRA)

8.1.2. COMO NÃO EMPUNHAR

8.1.3. PROFUNDIDADE DE PERFURAÇÃO

8.2. LIMPEZA DO FURO

8.2.1. ETAPA 1 - LIMPEZA INICIAL

8.2.2. ETAPA 2 - LIMPEZA POR ESCOVA

8.2.3. ETAPA 3 - LIMPEZA FINAL

8.3. SELEÇÃO DE MATERIAL PARA INSTALAÇÃO

8.4. INSTALAÇÃO DO CHUMBADOR

8.4.1. USO DE MARTELO COMPATÍVEL COM INOX

8.4.2. USO DE CHAVE COMPATÍVEL COM INOX

8.4.3. EXEMPLO DE PROTEÇÃO CONTAMINADA

8.4.4. POSIÇÃO IDEAL DA PORCA PARA A INSTALAÇÃO DO CHUMBADOR

8.5. APLICAÇÃO DO TORQUE

8.5.1. INICIO COM CHAVE

8.5.2. FINALIZAÇÃO COM TORQUÍMETRO

8.5.3. REVISÃO POSTERIOR DO TORQUE

8.5.4. BÔNUS - USO DE BATEDORES MANUAIS

9. RECUPERAÇÃO DA ROCHA NO LOCAL DA PROTEÇÃO REMOVIDA

9.1. MATERIAL

9.2. REMOÇÃO

9.3. LIMPEZA

9.4. APLICAÇÃO DO ADESIVO SOBRE O FURO

9.5. RESULTADO

10. REFERÊNCIAS

11. INDICAÇÃO DE INFORMAÇÃO COMPLEMENTAR

Boas Práticas na Instalação de Proteções Fixas com Chumbador Mecânico de Expansão por Torque Controlado

(Torque-Controlled Expansion Anchor — TCE)

Federação de Esportes de Montanha do Estado do Rio de Janeiro (FEEMERJ)

STM — Série Técnica de Montanhismo (STM 2025-01_v0)

Contato: tecnica@feemerj.org

Resumo

Este artigo foi criado para orientar e estabelecer um padrão de instalação de alta qualidade para proteções fixas que utilizam chumbadores mecânicos de expansão por torque controlado, servindo como complemento ao manual específico das ancoragens e dos chumbadores que compõem a proteção fixa. Trata-se de um compêndio de boas práticas, fundamentadas em conceitos amplamente reconhecidos na indústria e na escalada, que visam promover uma instalação eficiente e segura. Cada etapa do processo é detalhada — da escolha do diâmetro da broca até a aplicação do torque final — visando transmitir princípios técnicos essenciais ao instalador, destacando tanto a importância de seguir os procedimentos com precisão quanto às possíveis limitações na execução rigorosa de todos os detalhes.

Isenção de Responsabilidade

Este artigo tem caráter estritamente informativo e não substitui o manual do fabricante da ancoragem ou chumbador. Seu objetivo é complementar a documentação já existente, oferecendo boas práticas para a instalação de proteções fixas que utilizem chumbadores mecânicos.

Recomenda-se priorizar as instruções originais do fabricante e orientar-se pelo amplo conhecimento disponível nas normas técnicas. Em caso de dúvida, interrompa o processo e busque esclarecimentos por meio dos canais de comunicação oferecidos pela FEEMERJ.

A federação não se responsabiliza por eventuais danos, falhas ou acidentes decorrentes do uso das informações apresentadas neste documento. O conteúdo aqui disponibilizado não tem a intenção de impor regras obrigatórias, mas sim de compartilhar orientações e boas práticas, cabendo ao leitor a análise individual e o uso responsável dos procedimentos, em consonância com as recomendações dos fabricantes e normas de produtos.

PARTE I — CONCEITOS FUNDAMENTAIS

1. INTRODUÇÃO

A instalação de proteções fixas com **chumbadores mecânicos de expansão por torque controlado** (Figura 1) requer atenção a cada etapa do processo. Desde a seleção criteriosa do local ideal na rocha, passando pela precisão e qualidade do furo, a limpeza adequada, até a aplicação exata do torque de instalação, cada detalhe é essencial.

Erros aparentemente pequenos podem comprometer seriamente a segurança da instalação. Entre os problemas mais comuns estão: furos mal posicionados ou com diâmetro maior que o especificado, presença de poeira ou detritos no interior do furo, contaminação por partículas de ferro provenientes do martelo e torque aplicado incorretamente. Esses deslizes, muitas vezes imperceptíveis após a instalação, podem reduzir a resistência da fixação, antecipar manutenções antes do horizonte ideal de 50 anos e dificultar a avaliação posterior da ancoragem.

Este artigo, que complementa o manual técnico do fabricante, apresenta um conjunto de boas práticas amplamente reconhecidas tanto na indústria quanto na escalada, oferecendo orientações claras e seguras para garantir um procedimento de instalação eficiente e, acima de tudo, reproduzível.

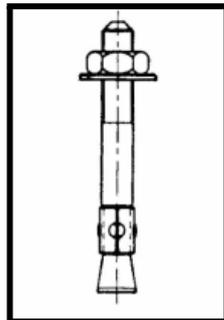


Figura 1 – Chumbador mecânico de expansão por torque controlado. Adaptado da Figura 4(c) da ABNT NBR 14918.

2. PAPEL DA FEEMERJ

A FEEMERJ não busca exercer autoridade reguladora sobre a prática da escalada, nem estabelecer leis obrigatórias. Em vez disso, oferece recomendações baseadas na ética vigente e condena publicamente qualquer violação desses princípios. A federação desempenha um papel educativo e conciliador, buscando persuadir por meio do diálogo, e não pela imposição.

Para mais informações acesse: <https://feemerj.org/biblioteca/nossas-publicacoes/#etica>

Importante: A segurança nas vias de escalada depende de todos. Quem instala uma proteção fixa deve assumir o compromisso de usar materiais adequados e seguir boas práticas de instalação. Já quem escala precisa avaliar criticamente as condições da via, compreender os riscos e saber que nenhuma proteção é infalível. Cabe a cada um adotar uma postura responsável, prezando pela própria segurança e pela de outros escaladores.

3. REFERÊNCIAS E NORMAS COMPLEMENTARES

Nota ao leitor:

Este artigo é destinado a praticantes com algum conhecimento prévio sobre a instalação de chumbadores mecânicos. Caso este seja seu primeiro contato com o tema, recomenda-se buscar materiais introdutórios junto à Diretoria Técnica da FEEMERJ, aos clubes de montanhismo filiados ou aos manuais técnicos dos fabricantes. Esses materiais costumam oferecer orientações básicas, cartilhas e cursos que facilitam a compreensão dos fundamentos abordados neste documento.

Para garantir a qualidade e a segurança nas práticas de escalada, este artigo se baseia em diversas normas e documentos complementares, incluindo:

- **UIAA 123 V4 Rock Anchor:** International Climbing and Mountaineering Federation (UIAA).
- **EN 959 Metal Anchors – Mechanical Expansion Anchors:** European Committee for Standardization (CEN).
- **FEEMERJ Nº ADM-2003/02:** Explicando o Direito Autoral. Federação de Esportes de Montanha do Estado do Rio de Janeiro, 2003.
- **FEEMERJ Nº STM-2016/01:** Fundo de incentivo ao manejo de trilhas e vias de escalada.
- **ABNT NBR 14918:** Chumbadores Mecânicos Pós-Instalados em Concreto - Avaliação do Desempenho.
- **Recomendação ABECE 007:2022:** Projeto de fixações com chumbadores mecânicos pré-instalados e pós-instalados em elementos de concreto.
- **ETAG 001:** Guideline for European Technical Approval of Metal Anchors for Use in Concrete – Part Two: Torque-Controlled Expansion Anchors. European Technical Approval Guidelines, 2010.
- **ISO 9223:2012:** Corrosão de metais e ligas — Corrosividade de atmosferas — Classificação, determinação e estimativa.
- **To Bolt or Not to Be (UIAA, 2000)** - Tradução disponível em https://feemerj.org/wp-content/uploads/femerj_to_bolt_or_not_to_be.pdf
- **DAV -Bolting Guide –2025**
<https://www.theuiaa.org/documents/safety/DAV-UIAA-BoltingGuide-2025.pdf>

4. UMA INICIATIVA GLOBAL PELA PRESERVAÇÃO DA ROCHA

Em 2024, a UIAA, representando 72 federações ao redor do mundo, lançou o folheto destacado abaixo (Figura 2), produzido pela Safety Commission da UIAA ([Comissão de Segurança da UIAA](#)), visando promover a durabilidade de proteções fixas para escalada. Essa iniciativa visa conscientizar organizações e escaladores sobre a importância de escolher ancoragens certificadas, projetadas para resistir à corrosão por até mesmo 100 anos, garantindo segurança e sustentabilidade do esporte em todos os ambientes.

O [folheto](#) oferece orientações essenciais sobre as classes de corrosão para proteções testadas e certificadas pela última versão da consagrada norma UIAA 123, reforçando a necessidade de seguir padrões globais para evitar falhas, reduzir o impacto de reformas e preservar a prática da escalada a longo prazo.

International Climbing and Mountaineering Federation  **UIAA**
UNION INTERNATIONALE DES ASSOCIATIONS D'ALPINISME

ANCORAGENS SEGURAS QUE DURAM UM SÉCULO!

Os instaladores de ancoragens e as organizações têm a responsabilidade de escolher ancoragens de alta qualidade, do tipo correto para o tipo de rocha e com uma vida útil esperada de 50 anos ou mais, em relação à corrosão. O desgaste ainda será um fator, mas geralmente é mais fácil de monitorar do que a corrosão.

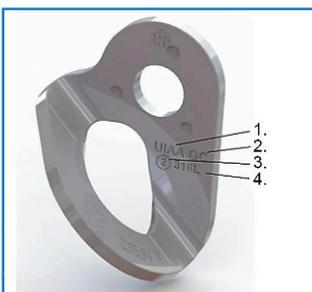
Uma ancoragem ou um sistema de ancoragem deve ser facilmente acessível e passível de modificação caso seja necessário substituição ou reparo.



Escolha uma ancoragem com o selo de segurança da UIAA para garantir que as ancoragens foram fabricadas de acordo com os mais altos padrões de segurança e que foram testadas para uma classe de corrosão! Apenas informar o material de que a ancoragem é feita não é suficiente!

O material não é uma maneira adequada de definir a resistência à corrosão. Portanto, a UIAA desenvolveu um teste de corrosão em três níveis, que é obrigatório para todas as ancoragens certificadas pela UIAA. O selo de segurança UIAA garante produtos de alta qualidade com resistência à corrosão testada!

As classes de corrosão da UIAA 123:
SCC (Fragilização por corrosão sob tensão, do inglês *Stress Corrosion Cracking*): Alta SCC e resistência geral à corrosão.
 Alta resistência contra SCC.
 Alta resistência contra corrosão geral.
GC (Corrosão Geral, do inglês *General Corrosion*): Resistência geral à corrosão.
 Sem resistência contra SCC.
 Alta resistência contra corrosão geral.
LC (Baixa corrosão, do inglês *Low Corrosion*):
Baixa resistência à corrosão.
 Sem resistência contra SCC.
 Resistência média contra corrosão geral.



1. A sigla UIAA mostra que o produto está certificado de acordo com o padrão de segurança da UIAA.
2. A classe de corrosão do produto, exemplo GC = Corrosão geral.
3. A classe do material de acordo com a EN 959:2019 (1, 2 ou 3).
4. O material de que o componente é fabricado.

Figura 2 - Folheto de promoção da importância quanto a durabilidade das ancoragens.

Link: https://www.theuiaa.org/documents/safety/Letter%20to%20boltersV1_PT_UIAA.pdf

5. PRÁTICAS ATUAIS E TECNOLOGIAS EM PROTEÇÕES FIXAS

Nas últimas décadas, a comunidade de escalada, através de suas organizações, vem acumulando um vasto conhecimento técnico sobre o uso de proteções fixas na escalada em rocha [1].

Atualmente, a metodologia mais acessível e prática, com resistência comprovada à corrosão geral, utiliza chapeletas de aço inoxidável em conjunto com chumbadores mecânicos de expansão controlada por torque (TCE, do inglês *torque-controlled expansion bolts*), também fabricados em aço inoxidável.

As soluções de ancoragem baseadas em chumbadores possuem uma longa trajetória de desenvolvimento, sendo amplamente reconhecidas e consolidadas. Desde a década de 1950, esses sistemas de fixação têm sido aprimorados, com o surgimento de modelos de expansão cada vez mais sofisticados, que culminaram nos sistemas modernos amplamente utilizados atualmente (Figura 3).

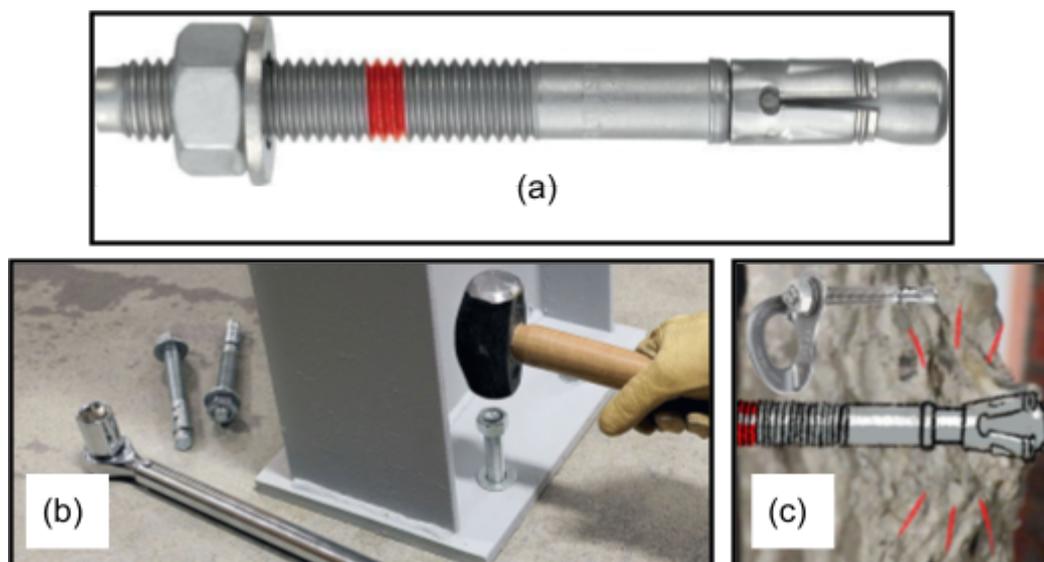


Figura 3: (a) chumbador Hilti HST3-R Stainless Steel A4 Wedge Anchor, homologado com certificações ETA, Fire, FM (Factory Mutual) e Seismic. (b) exemplo de montagem em infraestrutura industrial. (c) ilustração do chumbador combinado com uma chapeleta, destacando o mecanismo de expansão.

5.1. DURABILIDADE DA INSTALAÇÃO

Independentemente das variações de material ou de processos de fabricação — cuja avaliação exige conhecimentos específicos e está fora do escopo deste documento — é fundamental destacar que a correta instalação da proteção fixa é o principal fator determinante para sua eficiência e segurança.

Uma instalação criteriosa assegura um excelente histórico de segurança e preservação da rocha, reduzindo a necessidade de reformas. Embora existam variações específicas em cada situação, uma vez que o instalador domine esses aspectos, o processo torna-se altamente reproduzível.

5.2. TREINAMENTO PARA A INSTALAÇÃO

Todo método de instalação requer o treinamento adequado do instalador, independentemente da técnica empregada. Seja o método tradicional de fixação por martelamento com interferência ou os métodos modernos, como fixação por expansão mecânica ou fixação química, o conhecimento do instalador é essencial para garantir a segurança e a eficácia da instalação.

A correta instalação de chumbadores mecânicos requer alguns conhecimentos específicos, como:

- empunhadura correta da furadeira para minimizar a ovalização do furo,
- seleção de brocas e identificação do desgaste nas bordas de corte da broca
- qualidade da limpeza
- uso adequado do torquímetro.

No entanto, isso não representa uma limitação para os escaladores que não dispõem desse conhecimento técnico inicial. Observando os requisitos necessários, o treinamento e a prática possibilitam a execução de instalações seguras e de alta qualidade.



Figura 4: Treinamento de instalação segura de proteções fixas promovido pela UIAA em Bariloche, com participação da CBME (pela Comissão de Segurança da UIAA) e da FASA – Federación Argentina de Ski y Andinismo.

Assim, seja por meio de treinamento prévio ou específico, a competência necessária para a correta instalação dos chumbadores pode ser alcançada com excelência em pouco tempo. Para isso, basta investir em treinamento e dedicar-se ao aprendizado.

PARTE II — SOBRE O CHUMBADOR MECÂNICO DE EXPANSÃO POR TORQUE CONTROLADO

6. USO DO CHUMBADOR

Este capítulo oferece uma visão geral sobre os principais aspectos da instalação e uso de chumbadores mecânicos. Serão apresentados conceitos de fixação, requisitos de conhecimento para assegurar uma instalação adequada e as variáveis que influenciam o desempenho do conjunto (como tipo de rocha, profundidade e qualidade do furo).

A compreensão desses pontos garante maior segurança e durabilidade do sistema, evitando falhas de instalação que podem comprometer a durabilidade da proteção. A seguir, são detalhados os fundamentos e a preparação necessários para o correto emprego do chumbador mecânico.

6.1. FUNCIONAMENTO DO MECANISMO DE FIXAÇÃO

O sistema de fixação com chumbador mecânico de expansão por torque controlado fundamenta-se no controle do torque aplicado para a correta expansão do mecanismo da presilha, fixando o chumbador na rocha por interferência (Fig. 4).

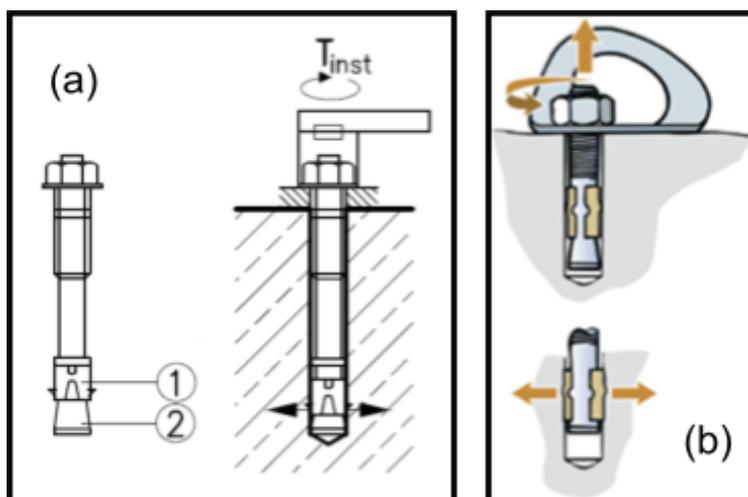


Figura 5: (a) componentes do chumbador mecânico de expansão por torque controlado: (1) presilha (ou cunhas) e (2) cone. (Fonte: ETAG 001 Guideline for European Technical Approval of Metal Anchors for Use in Concrete); (b) instalação de chapeleta e chumbador mecânico de expansão por torque controlado (Fonte: German Alpine Club (DAV) Bolt Booklet).

6.2. SOBRE A QUALIFICAÇÃO DE PROTEÇÕES FIXAS CONFORME UIAA-123v4 e EN-959:2018

Cada país possui normas industriais e qualificações específicas para chumbadores mecânicos de expansão por torque controlado. Esses produtos podem ser adquiridos separadamente pelos fabricantes de chapeletas por meio de fornecedores especializados ou podem ser fabricados pelos próprios fabricantes de chapeletas, formando assim o conjunto da ancoragem (chapeleta + chumbador).

A qualificação da UIAA 123 versão 4, determina que o conjunto da proteção fixa deve ser comercializado pelo fabricante como um produto completo. Isso é especialmente importante para proteções destinadas à classe de corrosão mais severa, UIAA-SCC (*Stress Corrosion Cracking* ou fragilização por corrosão sob tensão, em português), um fenômeno que ocorre em ambientes ricos em cloretos, envolvendo materiais específicos suscetíveis e a presença de tensões residuais provenientes da fabricação ou da instalação.

Nessa classe (UIAA-SCC) a norma UIAA-123v4 determina que a qualificação seja realizada no conjunto completo (chapeleta, chumbador, arruela e porca) sob condições de carga de serviço, visando verificar a resistência à corrosão das partes submetidas ao estresse mecânico durante a instalação.

Já para as outras duas classes disponíveis, a UIAA-LC (Low Corrosion / Baixa Resistência a Corrosão) e a UIAA-GC (General Corrosion / Resistência a Corrosão Geral), as chapeletas podem ser consideradas um dos componentes do conjunto que será submetido ao teste de corrosão da ancoragem, dispensando o teste sob carga de serviço, uma vez que o teste é de corrosão geral, sem verificação de resistência a SCC.

A Tabela 1 da UIAA 123 V4 resume as classes de proteção contra corrosão e os ambientes típicos, ajudando a escolher a classe certa para cada via de escalada.

Tabela 1: UIAA 123 V4_2020 Classes e Características Ambientais

Classes UIAA 123	Significado	Resistência SCC	Resistência Corrosão Geral	Características Ambientais	Considerações Importantes
SCC	Alta resistência à SCC e à Corrosão Geral	Alto	Alto	SCC em evidência, por exemplo (mas não só): alta concentração de cloreto, temperatura acima de 30 °C, umidade entre 20% a 70%, sal marinho e/ou outros sais de cloreto e/ou ambiente ácido.	Embora a SCC seja comumente associada a falésias à beira-mar, ela também pode ocorrer no interior e em outros locais, por exemplo, piscinas cobertas.
GC	Resistência à Corrosão Geral	Nenhuma (não especificado)	Alto	Nenhuma SCC em evidência e nenhuma suspeita, alguns agentes de corrosão.	
LC	Baixa Resistência à Corrosão	Nenhuma (não especificado)	Médio	Nenhuma SCC em evidência e nenhuma suspeita.	Ancoragens em academias internas e nas proximidades de áreas industriais, piscinas ou o mar podem exigir o uso de ancoragens classe SCC

Em inglês SCC: Stress Cracking Corrosion, GC: General Corrosion e LC: Low Corrosion.

Já a norma EN-959 permite a comercialização separada de chapeletas e chumbadores uma vez que esta norma não requer os rigorosos testes de corrosão estipulados pela UIAA-123v4 para o conjunto.

Assim, no caso de aquisição de **componentes vendidos separadamente, a responsabilidade pela escolha do chumbador e pela compatibilidade entre as partes recai inteiramente sobre o comprador**. É fundamental prestar atenção ao material de cada parte, pois isso pode impactar diretamente a segurança e a durabilidade da instalação. Por exemplo, é importante verificar se todos os componentes, incluindo arruelas e porcas, formam um conjunto homogêneo, marcados como AISI 304 e A2 ou no caso do 316 e A4.

Evite usar componentes que não possuam gravação indicando o material.

6.3. SOBRE O MERCADO NACIONAL DE CHUMBADORES MECÂNICOS

No Brasil, além dos produtos disponíveis no mercado local, há acesso a uma ampla gama de opções provenientes dos mercados americano e europeu, diversificando as possibilidades para os instaladores.

Adquirir materiais fora do mercado brasileiro exige planejamento e a viabilidade de compras em volume. Esse desafio pode ser superado por meio de aquisições conjuntas em grandes lotes, financiadas por fundos de incentivo, como o Fundo de Incentivo ao Manejo de Trilhas e Escaladas (FIM-TE) da FEEMERJ, ou organizadas por coletivos de escaladores. Avalie as opções e escolha a que melhor atende às suas necessidades. Em caso de dúvidas procure a federação local pela listagem da CBME em <https://cbme.org.br/novo/entidades-filiadas>.

No mercado nacional, a ABECE (Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural) representa a indústria de fixadores destacando algumas marcas de qualidade reconhecida (Figura 6).



Figura 6: Exemplo de marcas associadas a ABECE.

Nota de isenção: As marcas eventualmente mencionadas neste documento são citadas somente como referência técnica, com base no reconhecimento público de sua qualidade e uso consolidado na comunidade de escalada. Não há nenhuma relação comercial entre os fabricantes citados, os autores deste documento ou a FEEMERJ.

Nota técnica: Observa-se uma tendência comercial e de produção local alinhada ao mercado americano, exigindo atenção ao uso do sistema de unidades em polegadas fracionárias, especialmente na escolha de chaves e brocas para se alinhar aos critérios dimensionais dos chumbadores. Este tema será explorado em maior profundidade ao longo deste artigo.

6.4. FUNDAMENTOS E PREPARAÇÃO

Nesta subseção, abordamos os requisitos iniciais indispensáveis para a aplicação do chumbador mecânico. Trata-se de entender como o mecanismo de fixação atua na rocha e quais condições devem ser atendidas antes do início da instalação. Uma vasta coletânea de artigos em inglês pode ser acessada em: <https://www.theuiaa.org/safety/rockanchors/>

Com base nesse conhecimento, os critérios mais importante serão descritos a seguir, com ênfase em:

- Diâmetro da broca e qualidade do furo.
- Comprimento do chumbador.
- Limpeza do furo.
- Aplicação de torque.

6.5. ANTES DO FURO — CRITÉRIOS BÁSICOS

A escolha do local é tão importante quanto a perfuração para o bom desempenho do chumbador mecânico. Nesta subseção, são tratados fatores como profundidade e localização do furo, além de referências normativas.

6.5.1. SOBRE O COMPRIMENTO DO CHUMBADOR

O comprimento do chumbador mecânico deve ser ajustado às características da rocha para garantir segurança e durabilidade:

- No granito, uma rocha densa e resistente, chumbadores de 75 mm (aproximadamente 3") são amplamente utilizados como padrão.
- Já no arenito, por ser menos resistente e mais frágil, costuma-se adotar chumbadores mais longos, de 95 mm (aproximadamente 3 3/4"), para melhor distribuir as forças de ancoragem e compensar a menor capacidade de carga da rocha.

Independentemente do diâmetro do chumbador, seu comprimento deve manter uma proporção adequada. Nos exemplos acima, usamos medidas para chumbadores de 3/8" (cerca de 9,5 mm) ou M10 (10 mm). Para diâmetros maiores, como 1/2" (12,7 mm) ou M12 (12 mm), é importante manter essa relação proporcional.

Uma regra prática é multiplicar o diâmetro por 7 no granito e por 10 no arenito. Isso ajuda a garantir que o chumbador tenha boa resistência ao arrancamento, mesmo em rochas de diferentes qualidades.

É importante destacar que a norma UIAA 123 estabelece um comprimento mínimo equivalente a 5 vezes o diâmetro do chumbador (Figura 7). No entanto, esse valor representa somente o limite mínimo exigido nos testes de arrancamento realizados em laboratório, visando certificar o produto com o selo de segurança (*Safety Label*).

Na prática, os fabricantes disponibilizam chumbadores em diversos comprimentos, permitindo ao instalador escolher o comprimento mais adequado às características da rocha. Portanto, é essencial definir cuidadosamente o comprimento conforme o local de instalação. Muitas vezes, será necessário adotar medidas superiores ao mínimo normativo para garantir a segurança e o desempenho.

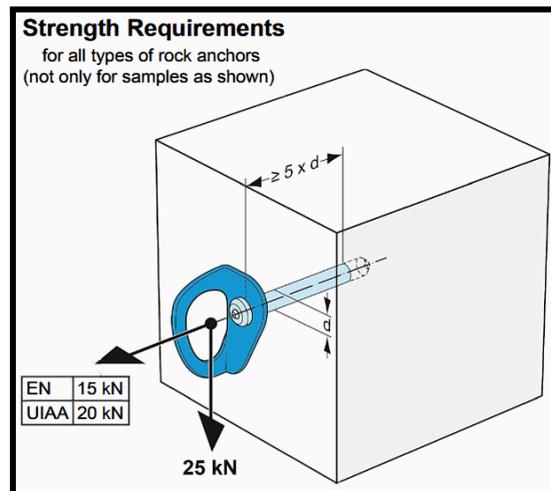


Figura 7: parte do pictorial da UIAA 123 e EN-959, indicando os requisitos de carregamento para tração (20 kN conforme UIAA) e cisalhamento (25 kN). [Link para a ilustração.](#)

6.5.2. SOBRE A POSIÇÃO RELATIVA ENTRE DUAS PROTEÇÕES

Nos códigos de projeto para a instalação de chumbadores, o cálculo da resistência é baseado nas condições de instalação, incluindo a resistência do concreto (ou rocha) e o espaçamento entre as ancoragens (Figuras 8 e 9). Para facilitar a compreensão deste assunto, a UIAA abordou resumidamente a questão do espaçamento em:

<https://www.theuiaa.org/uiia-safecom-answers-your-questions-bolts-near-edges>.

A Diretoria Técnica da FEEMERJ participa desse debate por meio da representação da CBME na Comissão de Segurança da UIAA, que contribuiu para a elaboração deste texto, traduzido a seguir:

“É melhor ser conservador em caso de dúvida. Uma boa diretriz geral, fácil de lembrar, é que um chumbador não deve ser instalado a menos de 3 vezes a profundidade de embutimento (parte na rocha) de qualquer outro chumbador ou descontinuidade da rocha, acima ou abaixo, como fissuras, bordas, fraturas ou concavidades. Essa distância pode ser reduzida para 1,5 vezes a profundidade de embutimento em relação a características da rocha ao lado. É possível obter uma instalação suficientemente forte com uma distância menor, dependendo do tipo de rocha e dos chumbadores, mas, nesse caso, quem faz a instalação deve ter conhecimento sobre diversos fatores que influenciam a resistência do chumbador.”

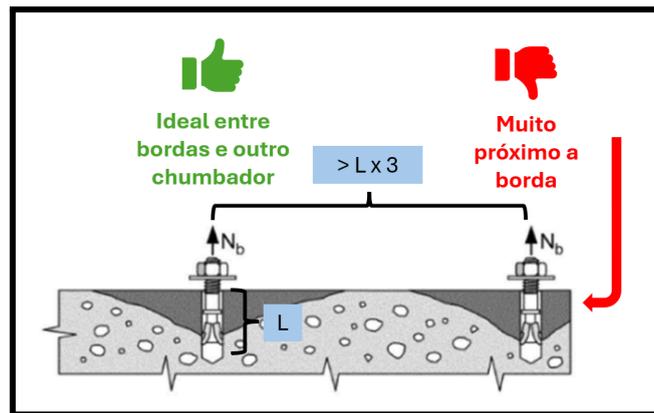


Figura 8: Imagem editada sobre a ilustração contida em: ACI Committee 349, Code Requirements for Nuclear Safety-Related Concrete Structures (ACI 349-13) and Commentary, American Concrete Institute (2013).

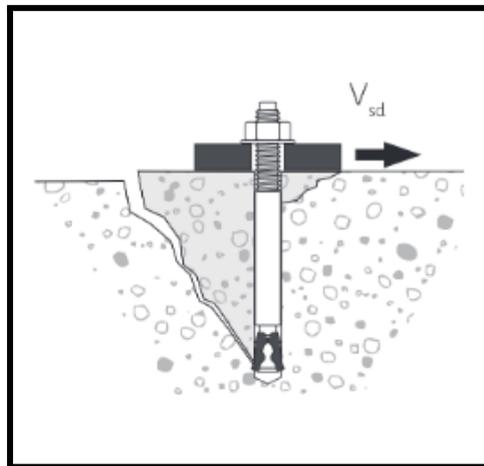


Figura 9: Tipo esperado de falha, quando a carga atinge o limite da rocha e ocorre o "corte no substrato", ilustração adaptada de ABECE 007:2022 figura 4.2 (c).

Importante: Como boa prática em reformas, é fundamental considerar que tensões residuais podem estar presentes na própria rocha ao redor do chumbador que será removido. Por isso, respeitar a distância mínima recomendada para o novo furo é essencial para evitar sobrecarga na rocha e garantir a segurança da instalação nova.

Outra recomendação interessante de posicionamento aplicado à forma especial da proteção é sobre o modelo PinGo, da Bonier. Conforme apresentado no exemplo abaixo (Figura 10), a posição relativa de cada ancoragem em uma parada dupla é otimizada para facilitar a recuperação da corda, além de incluir aspectos de segurança obrigatórios a serem seguidos.

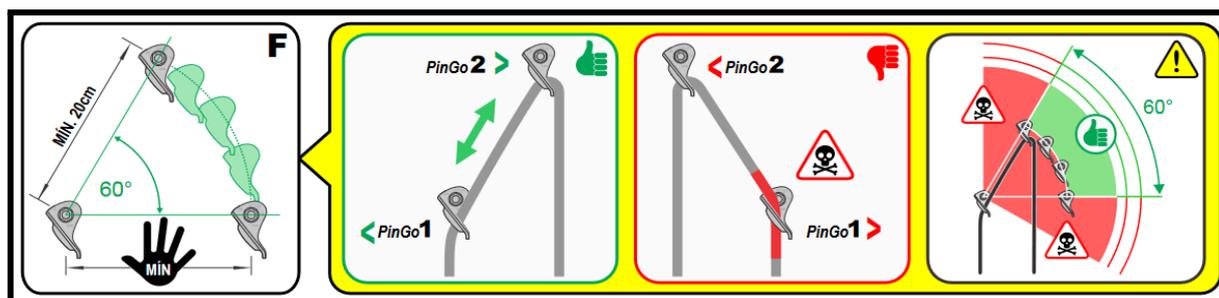


Figura 10: Extrato do manual da PinGo - Bonier.

Na imagem acima, o fabricante indica a posição correta de duas chapas rapeláveis, orientando para a corda passar pelo bordo projetado especificamente para essa finalidade.

6.6. DURANTE O FURO — CRITÉRIOS DE PERFURAÇÃO

A precisão na perfuração é determinante para o bom desempenho do chumbador mecânico. Nesta subseção, são tratados fatores como diâmetro e limpeza do furo, além da escolha e da conservação das brocas utilizadas.

6.6.1. QUALIDADE E DIÂMETRO DO FURO

Importante: chumbadores de expansão por torque controlado devem ser instalados em furos feitos com brocas de tolerância compatível, exigindo atenção especial na escolha do diâmetro adequado.

Para chumbadores com rosca em padrão UNC² 3/8", recomenda-se o uso de brocas com diâmetro nominal de 3/8 polegadas (9,5 mm), conforme o padrão fracionado em polegadas (imperial). Por sua vez, chumbadores com rosca métrica, por exemplo, M10, demandam furo compatível com broca de 10 mm.

Tomando como exemplo um furo com broca de 10 mm, é essencial observar que as bordas de corte são ligeiramente maiores que 10 mm. Esse ajuste compensa os efeitos do corte no concreto, como pequenas irregularidades e deslizamentos do material durante a perfuração, que podem afetar o diâmetro final do furo. Com essa leve folga de instalação, o furo resultante aproxima-se do diâmetro nominal do chumbador M10, permitindo que ele se expanda corretamente e garantindo uma fixação ideal. No entanto, os fabricantes geralmente não especificam as tolerâncias exatas de instalação, assumindo somente que o instalador entenda sobre o uso da broca correta para o modelo de chumbador indicado, conforme suas instruções.

Os limites esperados de tolerância para o furo de instalação no qual o chumbador será testado são apresentados na tabela abaixo, extraída da norma, NBR 14918 — *Chumbadores Mecânicos Pós-Instalados Em Concreto — Avaliação Do Desempenho*.

² A rosca UNC é um tipo de rosca "grossa" do sistema americano (Unified Thread Standard).

Tabela 3 - Diâmetros para brocas, com ponta de metal duro, para furadeira de impacto

Diâmetro nominal		Faixas de tolerância		
Mm	pol	$d_{min.}$	d_m	$d_{máx.}$
	3/16 *)	4,83 – 4,93	5,03 – 5,10	5,18 – 5,23
5 *)		5,05 – 5,15	5,20 – 5,30	5,35 – 5,40
6 *)		6,05 – 6,16	6,20 – 6,30	6,35 – 6,40
	1 / 4 *)	6,40 – 6,50	6,60 – 6,68	6,76 – 6,81
7		7,05 – 7,20	7,25 – 7,35	7,40 – 7,45
8 *)		8,05 – 8,20	8,25 – 8,35	8,40 – 8,45
	5/16 *)	8,10 – 8,20	8,30 – 8,41	8,46 – 8,51
	3 / 8 *)	9,68 – 9,78	9,91 – 9,98	10,06 – 10,11
10 *)		10,10 – 10,20	10,25 – 10,35	10,40 – 10,45
11		11,10 – 11,20	11,25 – 11,35	11,45 – 11,50
	7/16 *)	11,38 – 11,48	11,63 – 11,73	11,81 – 11,89
12 *)		12,10 – 12,20	12,25 – 12,35	12,45 – 12,50

Figura 11: Extrato da NBR 14918 sobre a tolerância do diâmetro das brocas para testes de avaliação de desempenho de chumbadores mecânicos. Conforme a norma, o diâmetro tido como nominal do furo para um chumbador de 3/8" deve estar entre 9,91 mm e 9,98 mm. Nota-se que essa especificação nunca será atendida ao utilizar uma broca nominal de 10 mm, como será detalhado mais adiante no artigo.

Importante: Compreender o conceito de diâmetro nominal é essencial, ao representar uma medida padrão sujeita a pequenas variações devido às tolerâncias de fabricação. Essas variações devem estar em limites específicos para garantir o desempenho adequado do chumbador.

6.6.2. ATENDENDO À ESPECIFICAÇÃO DO FABRICANTE PARA O DIÂMETRO DE CORTE

Abaixo, apresentamos um exemplo de chumbador da Hilti que ilustra essa relação: o nominal bit diameter indica o diâmetro de corte da broca, enquanto o nominal anchor diameter corresponde ao diâmetro do chumbador, ambos expressos em polegadas fracionárias.

INSTALLATION PARAMETERS								
Table 1 — Hilti KB-TZ2 setting information for installation in concrete and grout-filled concrete masonry units (CMU) ¹								
Setting information	Symbol	Units	Nominal anchor diameter (in)					
			1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1
Nominal bit diameter	d_c	in.	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1

Figura 12: instrução de instalação, fabricante Hilti.

Outro exemplo do mercado nacional, chumbador da marca Âncora modelo PBA, indicando furo com diâmetro igual ao do chumbador, no caso 3/8" com furo também de 3/8" (9,5 mm).

 HOME EMPRESA SERVIÇOS PRODUTOS CONTATO TRABALHE CONOSCO CATÁLOGO													
Código (4)	Diâmetro da rosca (pol.)	Comprimentos		Furo		Embutimento hef	Distâncias * (mm)		Espessura máxima a fixar (mm)	Chave (pol.)	Torque de aperto (kgf.m)	Cargas últimas ² (kgf)	
		Chumbador (pol.)	Rosca mín. (mm)	Diâmetro (pol. - mm)	Profundidade ¹ (mm)		Fixador Fixador	Fixador Borda				Tração	Corte
14134C	1/4"	1.3/4"	19	1/4" - 6,5	40	35	105	52	3	7/16"	0,7	920	707
14214C		2.1/4"	26										
14314C		3.1/4"	48										
56200C	5/16"	2"	19	5/16" - 8	50	40	120	60	3	1/2"	1,7	1610	1162
56314C		3.1/4"	43										
56414C		4.1/4"	66										
38214C	3/8"	2.1/4"	21	3/8" - 9,5	55	45	135	67	3	9/16"	3	2.210	1.703
38234C		2.3/4"	27										
38300C		3"	28										
38312C		3.1/2"	41										
38334C		3.3/4"	48										
38500C		5"	75										

Figura 13: instrução de instalação, fabricante Âncora.

Ao comparar dois fabricantes nacionais, Âncora e Walsywa, constatou-se que a documentação técnica deste último não apresenta a indicação específica do diâmetro de corte recomendado. Assim, presume-se que a recomendação siga os parâmetros estabelecidos pela NBR 14918, com base na tabela de teste de qualificação na faixa de diâmetro médio "d_m" (Figura 11).

Em termos práticos:

- Brocas de 10 mm são adequadas para chumbadores M10 no padrão métrico.
- Brocas de 3/8" (9,5 mm) são adequadas para chumbadores 3/8" no padrão em imperial (polegadas).

Importante: É essencial testar e validar o diâmetro do furo do modelo de chumbador para a rocha específica, garantindo a melhor instalação possível. Essa atenção à escolha da broca contribui para uma instalação mais precisa e segura, reduzindo problemas comuns, como o giro do chumbador durante a aplicação do torque.

6.6.3. COMPRANDO BROCAS — POLEGADAS CONTRA MILÍMETRO

Na hora de adquirir as brocas, considerando os critérios de qualidade do furo, é importante saber que grandes fabricantes oferecem opções específicas tanto para o padrão imperial (polegadas) quanto para o padrão métrico (milímetros). A escolha da ferramenta certa garante a compatibilidade com o chumbador utilizado, seja ele em polegadas ou em milímetros.

No mercado brasileiro, muitas vezes busca-se uma "equivalência" entre esses sistemas de medida, e não é raro que vendedores sugiram que 10 mm seja o mesmo que 3/8" (9,5 mm). Porém, conforme mostrado na comparação a seguir, não existe uma equivalência nominal exata entre essas dimensões (Figura 14). Essa diferença, embora pareça pequena, pode impactar diretamente a precisão e a qualidade da instalação.

Millimeters	Fractional Inch
16 mm	5/8"
15mm	
14mm	9/16"
13 mm	1/2"
12mm	
11 mm	7/16"
10mm	
9mm	3/8"

Figura 14: relação não exata em polegadas fracionárias e milímetros.

Exemplo de broca com indicação em polegada (imperial):

- No mercado nacional: Hilti 3/8" x 6" TE-CX (SDS Plus) Broca de impacto imperial³

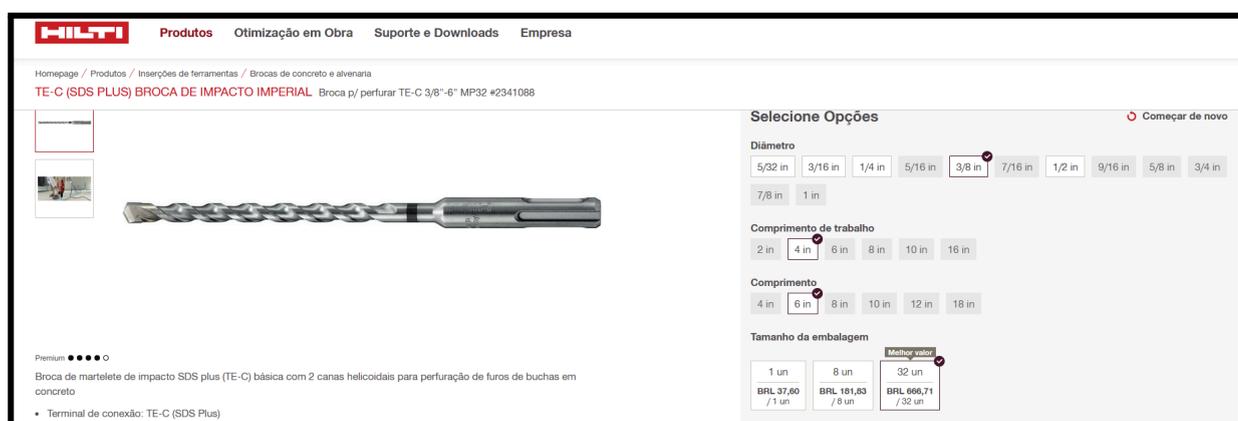


Figura 15: imagem meramente ilustrativa do site da Hilti, em 21/02/2025, broca imperial 3/8" de alta qualidade, preço unitário de R\$ 32. (Consultado em 15/abril/2024)

Exemplo de broca com indicação em milímetro (métrica):

- No mercado nacional: Hilti 10 x 170 TE-CX (SDS Plus) Broca de impacto métrica⁴

6.6.4. ATENÇÃO À VARIABILIDADE DO DIÂMETRO DE CORTE

Ao tomar como exemplo três brocas disponíveis no mercado nacional (importante citar: de fabricantes sem renome) com diâmetro de 10 mm, é importante observar a variação no diâmetro do elemento de corte em cada uma delas, mesmo sendo todas novas e sem uso.

Importante: essas brocas são às vezes vendidas como sendo 3/8", porém, no corpo está gravado claramente Ø10 mm, fato confirmado pelas medições mostradas abaixo (Figura 16):

³ Link de exemplo para o produto:

https://www.hilti.com.br/c/CLS_POWER_TOOL_INSERT_7126/CLS_CONCRETE_MASONRY_DRILL_BITS_7126/r16355985

⁴ Link de exemplo para o produto:

https://www.hilti.com.br/c/CLS_POWER_TOOL_INSERT_7126/CLS_CONCRETE_MASONRY_DRILL_BITS_7126/r4429



Figura 16: exemplos de diâmetro de várias brocas vendidas como 3/8", porém são brocas com diâmetro de corte de 10 mm nominal.

Agora, a comparação entre dois chumbadores, ambos medidos no cone, desconsiderando a folga da presilha (Figura 17):

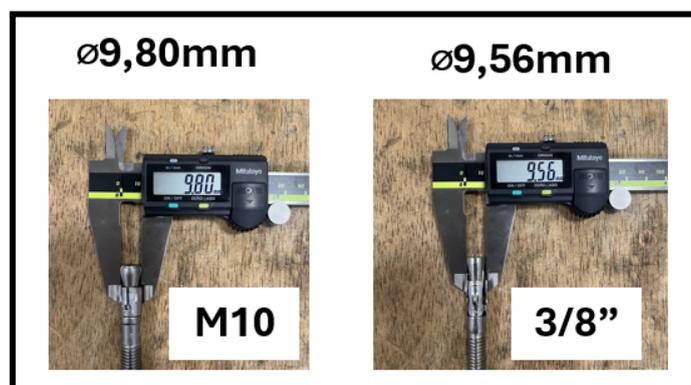


Figura 17: À esquerda: Fisher FBN II 10/10 R (rosca M10), com diâmetro nominal de 10 mm. À direita: Walsywa WB 3/8" (rosca UNC 3/8"), com diâmetro nominal de 3/8" (9,5 mm).

6.6.5. RISCO DO USO DE BROCAS FORA DE TOLERÂNCIA

Buscando uma instalação adequada, é importante entender que o uso de brocas fora da tolerância do diâmetro de corte especificada para a instalação de chumbadores pode comprometer a fixação.

Brocas subdimensionadas (com diâmetro de corte menor que o necessário) podem danificar as presilhas do chumbador, impedindo sua expansão completa durante a aplicação do torque. Problema relatado nos EUA, onde as brocas são vendidas majoritariamente em polegadas e chegam esporadicamente chumbadores em conjunto com chapeletas de fabricantes europeus que utilizam milímetro.

Por outro lado, brocas com diâmetro de corte maior que o especificado podem causar folga excessiva entre o chumbador e a rocha, impedindo a fixação adequada.

Para fins ilustrativos e sem qualquer rigor científico, apresentamos a seguir o efeito da folga de instalação em um furo perfurado com uma broca nominal de 10 mm (medida efetiva de 10,3 mm), em combinação com dois diâmetros diferentes de chumbadores (Figura 18):

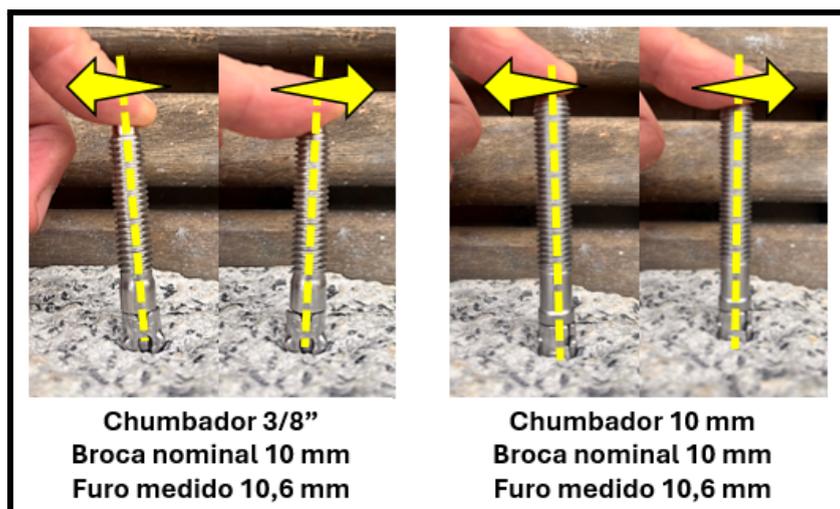


Figura 18: comparação do efeito da folga entre o furo e o chumbador.

Por exemplo, ao perfurar com uma broca de diâmetro nominal de 10 mm—cujo diâmetro efetivo de corte é frequentemente entre 10,3 mm e 10,5 mm—para instalar um chumbador de 3/8" (9,5 mm), pode-se gerar uma folga excessiva.

Isso ocorre porque o furo resultante é maior do que o necessário para o chumbador, comprometendo a fixação. A falta de atenção ao diâmetro de corte, com um furo com diâmetro acima do ideal, favorece o "deslizamento de torque", um efeito no qual o chumbador gira no furo sem se expandir corretamente. Além disso, esse efeito é agravado pela limpeza inadequada do furo, tema abordado mais adiante.

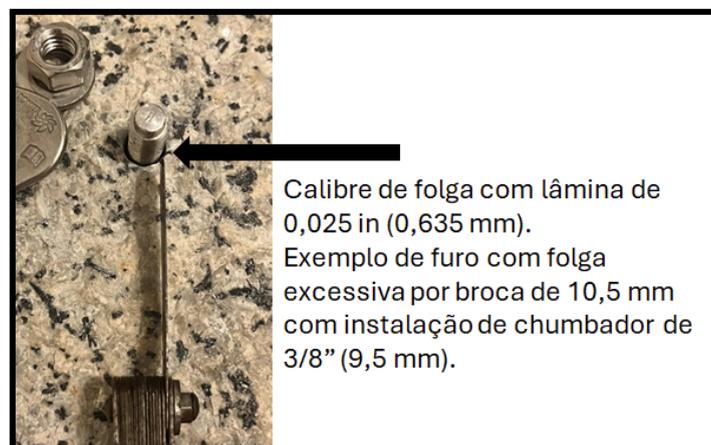


Figura 19: exemplo de medição de folga com calibre de lâmina para estudo dos efeitos de broca com dimensões de corte maior que o recomendado.

Em uma instalação realizada conforme os valores de furo da NBR 14918, a imagem abaixo (Figura 20) ilustra o início do processo de colocação de um chumbador Walsywa de 3/8" utilizando uma broca Bosch do mesmo diâmetro em 3/8". É possível observar a interferência adequada entre o chumbador e o furo, garantindo uma fixação correta.



Figura 20: furo de 3/8" para chumbador de 3/8", inserção justa no furo, atenção com a acomodação da presilha durante o martelamento.

Importante: como discutido, a escolha da broca adequada para cada chumbador deve considerar um diâmetro de corte que esteja nos limites especificados (Figura 11) e devidamente testado para o tipo de rocha em questão. **A seleção correta da broca é uma responsabilidade fundamental do instalador.**



Figura 21: broca em polegada, diâmetro de corte levemente acima do nominal 9,5 mm, correto para um chumbador de 3/8".

6.6.6. ADEQUANDO O DIÂMETRO DE CORTE AO CHUMBADOR ESCOLHIDO

Mesmo com atenção à escolha da broca, observa-se que, em algumas marcas, o chumbador, apesar de possuir uma rosca nominal de 3/8", apresenta dimensões superiores na região da presilha. Por isso, o uso de uma broca com diâmetro na faixa "dm" especificada pela norma NBR 14918 pode gerar um furo muito justo em rochas duras, dificultando o martelamento do chumbador e podendo causar danos à presilha.

Esse cenário reforça a necessidade de validar o desempenho do chumbador na rocha específica onde será instalado. No caso do modelo Âncora PBA, a experiência com granito demonstra que a instalação tende a ser mais eficiente em furos com diâmetro próximo ao limite superior indicado na Tabela 3 da

NBR 14918 (ver Figura 11) , na coluna “dmax”, ou seja, até 10,11 mm. Lembrando que uma broca comprada como 10 mm pode ter uma grande variação entre fabricantes.

Resumo:

Como ponto de partida, de forma geral, a broca deve ter o diâmetro nominal igual ao do chumbador, por exemplo:

Chumbador escolhido	Diâmetro da broca (esperado)
Em polegada fracionária (imperial). Exemplo: 3/8” (9,5 mm)	Nominal: 3/8” (9,5 mm) Corte ideal: entre 9,9 mm e 10,0 mm
Em milímetro (métrico). Exemplo: M10 (10 mm)	Nominal: 10 mm Corte ideal: entre 10,25 mm e 10,35 mm

Nota: O termo “corte” refere-se ao valor típico medido nos bordos de corte, destacando, como já mencionado, que o diâmetro do furo deve estar nos limites estabelecidos pelas normas aplicáveis aos chumbadores.

6.6.7. SOBRE O DESGASTE DA BROCA E REDUÇÃO DO DIÂMETRO DE CORTE

Além disso, o desgaste no elemento de corte da broca reduz o diâmetro do furo, notado pelo aumento do esforço necessário para martelar o chumbador. Quando o desgaste se torna significativo a ponto de reduzir o diâmetro do furo abaixo da capacidade de inserção do chumbador, o martelamento excessivo pode danificar a presilha, comprometendo o funcionamento adequado do sistema e apresentando risco de baixa resistência à carga de arrancamento.

Alinhado com esse conceito, observa-se na redação da NBR 14918, item 6.2.2.1, uma preocupação explícita durante a fase de testes de avaliação de desempenho: a verificação do diâmetro da broca a cada 10 operações:

6.2.2.1 O diâmetro de corte das brocas de perfuração deve estar de acordo com o especificado na tabela 3 e deve ser verificado a cada 10 operações para assegurar a conformidade.

Da mesma forma, em ambientes industriais, onde se busca um alto padrão de qualidade, é prática comum exigir nos procedimentos a inspeção e medição do diâmetro de corte da broca após um número ainda menor de operações.

Na escalada, prevalece o bom senso e a experiência prática do instalador, que deve avaliar, furo a furo, quando a inserção do chumbador começa a apresentar dificuldades excessivas ou se torna inadequada pelo diâmetro de corte já inferior ao mínimo requerido.

6.6.8. COMPRIMENTO IDEAL DA BROCA

A escolha adequada do comprimento da broca na instalação de chumbadores é um fator determinante para a qualidade e a precisão do furo. Brocas mais longas do que o necessário aumentam significativamente o risco de desvio e ovalização, comprometendo tanto a eficiência quanto a resistência do chumbador às cargas aplicadas. Por isso, é essencial que o comprimento da broca esteja alinhado com as especificações de embutimento do chumbador e as características do tipo de rocha a ser perfurada.

No caso do granito, onde chumbadores de 3/8" ou M10 com 70 mm (2.3/4") ou 75 mm (3") de comprimento são amplamente utilizados, brocas de 150 ou 160 mm de comprimento total (100 mm de comprimento útil) são uma escolha ideal (Figura 22). Esse comprimento permite realizar a perfuração com precisão, garantindo uma margem suficiente para alcançar a profundidade necessária sem ultrapassar o recomendado.

Alternativamente, podem ser usadas brocas mais curtas, mas isso exige maior cuidado para evitar danos ao mandril de engate rápido do tipo SDS, que pode ser comprometido pela proximidade excessiva entre a furadeira e a superfície da rocha.

Já em rochas menos resistentes, como o arenito, onde chumbadores de 95 mm são frequentemente empregados, a mesma broca, com comprimento total de 160 mm, é ainda preferida. Esse comprimento permite manter ainda um furo estável, considerando as propriedades mais macias e friáveis desse tipo de rocha, que demandam maior controle durante a perfuração.

O uso de brocas excessivamente longas, como as de 300 mm, deve ser evitado. Além de aumentar o risco de desvios significativos durante a perfuração, as brocas longas podem gerar furos desalinhados ou ovalizados, comprometendo a integridade e segurança da ancoragem.

O comprimento excessivo impõe ainda uma maior alavanca entre a parte da broca já no furo e o esforço na ponta, sobrecarregando a furadeira, reduzindo a eficiência da bateria e acelerando o desgaste de componentes internos, como o mandril e os mecanismos de impacto.

Portanto, a seleção do comprimento correto da broca vai muito além de uma questão de conveniência ou preferência, é um requisito técnico.

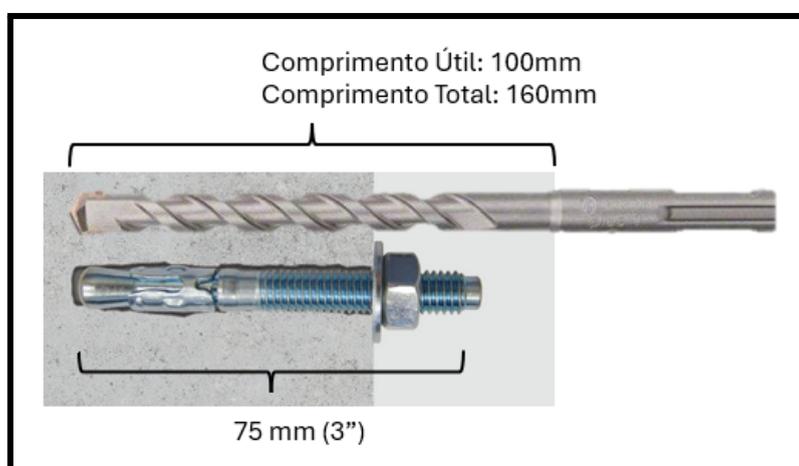


Figura 22: ilustração de broca de 160 mm para furo com chumbador de 3/8" ou M10.

6.7. DEPOIS DO FURO — LIMPEZA E TORQUE

Para garantir a adequada fixação do chumbador mecânico e evitar riscos de falha ou desgaste precoce, é indispensável empregar o torque adequado.

Nesta subseção, apresentamos as principais ferramentas — como chaves manuais e torquímetros — e os cuidados necessários para atingir valores corretos de aperto, aumentando a confiabilidade do sistema e a segurança dos usuários.

6.7.1. CRITÉRIO DE LIMPEZA DO FURO PARA A INSTALAÇÃO

Novamente, buscando uma instalação ideal, a execução correta do furo e sua posterior limpeza são essenciais para o funcionamento adequado do mecanismo ao aplicar o torque de instalação.

Esses cuidados asseguram a fixação eficaz do chumbador à rocha e evitam problemas de instalação como o “deslizamento de torque”, situação em que a porca gira juntamente com todo o conjunto—fato amplamente documentado na literatura técnica sobre esse tipo de produto com o termo em inglês “*anchor rotation*” ou “*torque slippage*”, ver referência [2].



Figura 23: À esquerda, ilustração da zona crítica de limpeza; à direita, exemplo da qualidade esperada para a limpeza de um furo.

6.7.2. A IMPORTÂNCIA DO TORQUE DE INSTALAÇÃO

É importante documentar que o torque de instalação correto gera a carga ideal de pré-tensão e expansão do mecanismo de fixação do chumbador, que somada à carga de trabalho resultante dos esforços de queda, rapel ou posicionamento em paradas sobre a proteção, faz com que ela permaneça nos limites estabelecidos pela norma de construção para chumbadores e conforme as normas para proteções fixas, como as chapeletas especificadas pela UIAA 123 ou EN 959.

Embora o torque de instalação não seja considerado no cálculo da resistência ao arrancamento pelo código de projeto (ver ETAG-001), o torque aplicado pode influenciar consideravelmente o desempenho do chumbador.

Esse efeito pode ser descrito da seguinte forma:

1. A tensão inicial gerada no chumbador é calculada com base na relação entre o torque aplicado, o diâmetro do chumbador e as características de sua rosca.
2. Ao aplicar o torque, uma tensão inicial é gerada, transferindo uma força de aperto para a ancoragem. Essa tensão inicial atua como uma pré-carga no sistema de ancoragem, sendo diretamente influenciada pelo torque aplicado, o que, por sua vez, impacta a rigidez do chumbador fixado à rocha. Daí a importância do controle de torque.

Nota: texto baseado no original conforme referência [2].

Uma indicação de torque está disponível para referência abaixo (Figura 24), porém, serve somente como orientação. Para informações precisas sobre o torque recomendado, consulte o manual do fabricante, sendo ele o documento de referência principal.

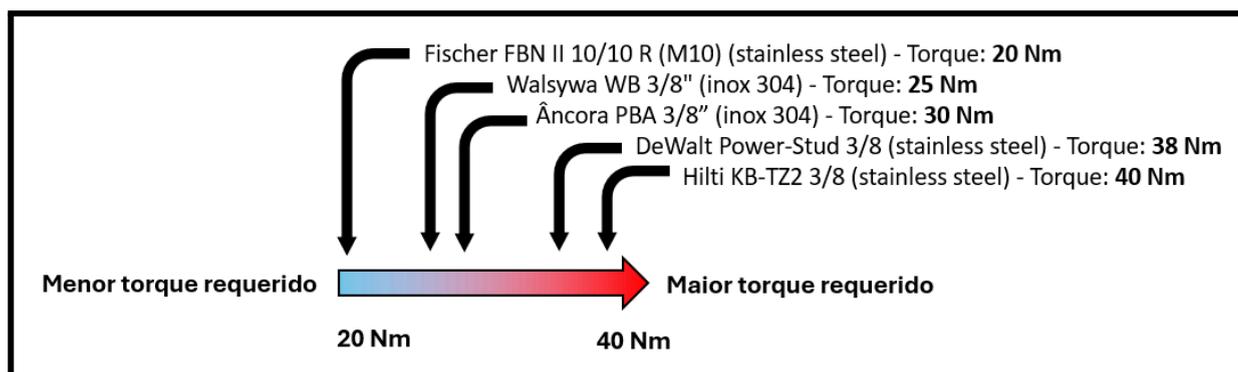


Figura 24: Ilustração comparando diferentes marcas e seus respectivos torques. Observe como o torque varia entre os fabricantes, destacando a importância de sempre seguir os valores especificados no manual de cada fabricante para garantir a instalação correta e segura.

6.7.3. QUAL TORQUE DE INSTALAÇÃO IDEAL?

Se um projetista mecânico for questionado sobre a existência de uma faixa “adequada” para o torque de instalação, a resposta correta seria: não existe uma faixa genérica. O torque recomendado deve ser sempre o valor almejado, e qualquer desvio deve estar nos limites permitidos pelas boas práticas de calibração e exatidão do torquímetro utilizado.

Mas como aplicar esse conceito industrial ao universo da escalada?

É aqui que entram os testes e a qualificação dos produtos. Normas de certificação, como as utilizadas em chumbadores certificados no mercado europeu pela ETA pela ETAG 001⁵ e similar no Brasil pela NBR 14918 — *Chumbadores Mecânicos Pós-Instalados Em Concreto — Avaliação Do Desempenho*, submetem os produtos a testes rigorosos que cobrem uma faixa de torque que varia de 0,5x a 1,3x o valor de torque de instalação recomendado. Estes testes garantem que os chumbadores possam suportar condições fora do ideal.

A tabela abaixo, extraída da ETAG 001, ilustra os valores de teste em relação ao torque recomendado (documentado no manual), com os valores de referência destacados para facilitar a interpretação. Este processo de teste e qualificação de produto é um exemplo de como os padrões industriais podem ser adaptados para atender às demandas de segurança na escalada.

⁵ ETAG 001, Guideline for European Technical Approval of Metal Anchors for Use in Concrete, Parte 2: Torque-Controlled Expansion Anchors, edição de 1997, com a 1ª emenda em novembro de 2006 e a 2ª emenda em abril de 2013.

5.1.3 Tests for admissible service conditions

The test conditions are given in Part 1, 5.1.3 and Annex B. They are summarized in Table 5.4 of Part 1. Table 5.4 applies to anchors to be used in cracked and non-cracked concrete according to Option 1.

Table 5.1 Suitability tests for torque-controlled expansion anchors to be used in cracked and non-cracked concrete

Purpose of test	Concrete	Crack width Δw (mm)	Drill bit	Applied torque T/T_{inst}	Minimum number of tests for anchor size (1)					Criteria	Remark	Test procedure described in Annex A	
					s	i	m	i	l				
1 Installation safety - (a) anchorage intensity	C50/60	0,3	$d_{cut,m}$	0,5	5	5	5	5	5	Part 1, 6.1.1.1	$\geq 0,8$ (4)	(5), (6)	5.2.1
3 Functioning in low strength concrete	C20/25	0,5	$d_{cut,max}$	1,0/0,5 (7)	5	5	5	5	5		$\geq 0,8$	(5), (6)	5.2.1
4 Functioning in high strength concrete	C50/60	0,5	$d_{cut,min}$	1,0/0,5 (7)	5	5	5	5	5		$\geq 0,8$	(5), (6)	5.2.1
5 Functioning in crack-movements	C20/25	0,1 - 0,3	$d_{cut,max}$	1,0/0,5 (7)	5	5	5	5	5	Part 1, 6.1.1.1 and 6.1.1.2 (a)	$\geq 0,9$	(5), (6)	5.5
6 Functioning under repeated loads	C20/25	0	$d_{cut,m}$	1,0/0,5 (7)	-	-	3	-	-	Part 1, 6.1.1.1 and 6.1.1.2 (b)	$\geq 1,0$	(8)	5.6
7 Maximum torque moment	C50/60	0	$d_{cut,m}$	$\geq 1,3$	5	5	5	5	5	-	(9)	(10)	5.10

Notes: see page 5

Figura 25: Extrato dos testes exigidos para a qualificação de chumbadores segundo a ETAG 001. Na linha 1, referente à Installation Safety (Segurança de Instalação), item (a) anchorage intensity (intensidade de ancoragem), e na linha 7, referente ao Maximum Torque (Torque Máximo), destaca-se em amarelo a coluna Applied Torque (Torque Aplicado), que apresenta a razão entre o torque aplicado e o torque requerido — indicando a margem ou proximidade em relação ao valor especificado.

Neste caso, como já debatido, um chumbador certificado pelo ETAG apresenta uma garantia de segurança embasada em testes. Por exemplo, para um torque nominal de 25 Nm, isso significa que o chumbador foi testado para suportar 80% da carga máxima de trabalho quando instalado com 50% do torque nominal. Adicionalmente, ao ser instalado com 130% do torque nominal, o chumbador não deve atingir o limite de tensão que provocaria o escoamento do material, garantindo, assim, sua integridade estrutural e confiabilidade em uso. Similarmente à NBR 14918, a variação da carga última de tração, em qualquer série de ensaios, deve ficar em limites específicos da norma.

Extrato sobre os testes requeridos para qualificação de chumbador pela NBR 14918:

6.2.3.2.2 Para ensaios realizados com aplicação de torque de instalação parcial (ensaio 3 da tabela 1 e ensaio 5 da tabela 2), aplicar somente $0,5 T_{inst}$. Esse valor de torque não deve ser reduzido.

Importante: A presença de valores de teste sob torque de instalação, tanto acima quanto abaixo do recomendado nas normas ETAG 001 ou NBR 14918, não indicam necessariamente uma ampla margem de instalação. Eles somente refletem que fabricantes de qualidade realizam testes com uma faixa de tolerância na instalação, considerando possíveis erros ou variações no torque aplicável. Existem diversas outras normas para testes em chumbadores mecânicos, e não é objetivo deste artigo analisar as especificidades de cada uma.

6.7.4. CHAVE MANUAL COMPLEMENTADA COM TORQUÍMETRO

Embora o uso de um torquímetro não seja muito prático, ele é indispensável para assegurar uma instalação correta. No entanto, como é incomum que guias de cordada em uma primeira ascensão carreguem um torquímetro, torna-se essencial realizar um trabalho cuidadoso nesta etapa. Essa atenção adicional é crucial para evitar o sobre torque, que pode submeter o chumbador a uma carga de instalação superior à prevista no projeto.

Para a instalação durante uma primeira ascensão, recomenda-se o uso de uma chave estriada com alavanca curta, adequada para esse tipo de situação (ver Figura 26). Com prática, é possível aplicar o torque inicial necessário usando ferramentas manuais e seguir com a escalada normalmente.

ATENÇÃO: é fundamental ter treinado previamente a força aplicada com um torquímetro e utilizar consistentemente a mesma chave. Esse processo, comumente chamado de “calibrar a mão”, assegura maior precisão e uniformidade na aplicação do torque.

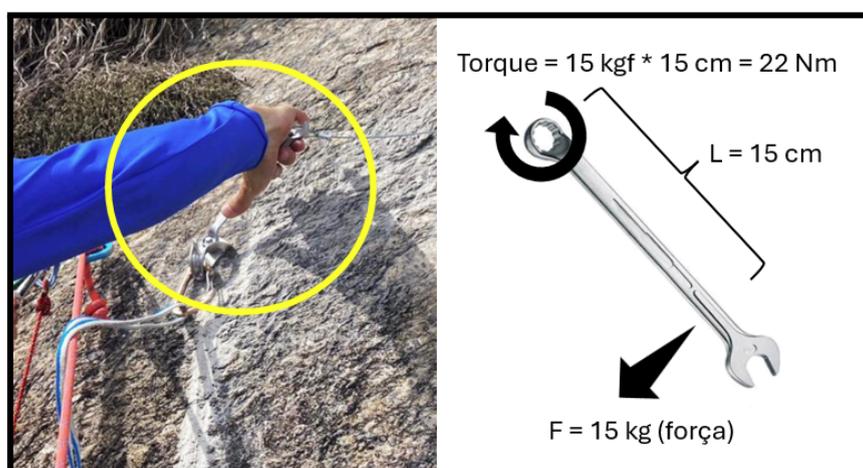


Figura 26: Exemplo demonstrando como o comprimento da alavanca, combinado com a força aplicada, gera o torque necessário para a instalação.

Então, durante o rapel ou na primeira repetição da via, é o momento ideal para fazer paradas rápidas em cada proteção e revisar o torque de instalação. Nessa etapa, o participante pode levar um torquímetro e verificar o aperto ainda durante a primeira ascensão. Esse cuidado ajuda a garantir que o chumbador atinja sua instalação ideal com mais precisão e segurança.

6.7.5. SOBRE OS TIPOS DE TORQUÍMETROS

Todos os tipos de torquímetros podem ser utilizados com sucesso; no entanto, dois tipos se destacam pela confiabilidade no controle de torque e pela robustez necessária para o uso em ambientes verticais de montanha, especialmente em condições adversas:

<p>Torquímetro de estalo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelo de exemplo: VONDER • Encaixe: quadrado 1/2" • Resolução escala: 0,25 Nm • Faixa de torque: de 10 até 60 Nm 	
<p>Torquímetro de vareta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marca de referência: GEDORE • Encaixe: quadrado: 3/8" • Faixa de torque: de 12 a 60 Nm 	

Notas:

1) Newton-metro ou Newton metro (sem hífen) é a unidade de momento do Sistema Internacional de Unidades. Sua unidade é representada por Nm.

2) Torquímetros digitais também podem ser usados com absoluto sucesso, porém são mais sensíveis à poeira, sol, calor, umidade e outras intempéries que podem comprometer o investimento a longo prazo.

6.7.6. FAIXA DE TORQUE ÚTIL PARA USO DO TORQUÍMETRO

Importante: não confundir a faixa de torque útil do torquímetro com a faixa de torque de instalação do chumbador. Para o chumbador, conforme o manual, não existe uma faixa de torque, somente o valor específico de torque de instalação recomendado, como já debatido anteriormente neste artigo.

Especialmente para o torquímetro de estalo, a faixa de torque ideal deve situar-se entre 10% e 90% dos limites especificados para a faixa de operação. Esse intervalo garante a melhor durabilidade do equipamento (instrumento), minimizando o risco de sobrecarga e evitando o uso nas zonas de maior incerteza.

Explicando a ilustração abaixo: para um chumbador com requisito de torque de instalação de 25 Nm, utilizando um torquímetro de estalo com faixa de torque entre 10 e 60 Nm, aplicando o intervalo recomendado entre 10% e 90%, temos:

- Limite inferior: $10 + ((60 - 10) \times 10\%) = 10 + 5 = \mathbf{15 \text{ Nm}}$
- Limite superior: $10 + ((60 - 10) \times 90\%) = 10 + 45 = \mathbf{55 \text{ Nm}}$

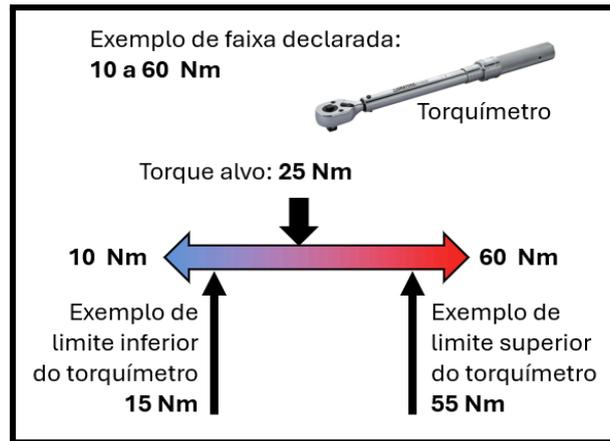


Figura 27: ilustração da faixa útil de torque para um dado modelo de torqueímetro.

Dessa forma, a faixa de torque ideal do instrumento seria entre 15 Nm e 55 Nm, mostrando que esse instrumento é ideal para a instalação de chumbadores tipicamente no torque requerido para chumbadores de 3/8" ou 10 mm.

6.8. MENÇÃO IMPORTANTE — PERDA DA PRÉ-TENSÃO E CHAPELETAS GIRANDO

Durante a instalação, quando o escalador permanece conectado à proteção por um período prolongado — seja para descansar ou organizar equipamentos — pode ocorrer o relaxamento da pré-tensão aplicada ao chumbador.

Em intervalos mais longos, como após 24 horas, há relatos de perdas significativas, com a pré-tensão podendo cair até 50% em alguns casos. Testes realizados por fabricantes como a Hilti indicam que esse fenômeno pode ocorrer em diversos tipos de ancoragens, independentemente do mecanismo de fixação. Sem medidas corretivas, a força residual pode ser reduzida para 30% a 50% do valor inicial ao longo do tempo. Por isso, recomenda-se realizar o reaperto após os primeiros dias de instalação (ver referência [3]).

Essa perda é frequentemente notada quando a chapeleta gira com facilidade, sinal de que o aperto da porca já não garante mais atrito suficiente entre a peça e a rocha. Apesar disso, essa condição não representa um risco imediato, pois a segurança da fixação depende principalmente do torque de instalação, que ativa o mecanismo de expansão do chumbador.

Ainda assim, sempre que possível, recomenda-se verificar o torque com um torqueímetro durante a primeira repetição da via, como medida preventiva de manutenção.

Vale lembrar que, quando instalada corretamente, uma chapeleta certificada conforme a UIAA-123 deve suportar até 25 kN em cisalhamento (transversal) e 20 kN em tração (axial), conforme ilustrado a seguir (Figura 28). Esses valores referem-se a ensaios realizados em blocos de concreto, conforme o padrão de teste da norma. Na prática, a resistência pode ser significativamente maior quando a instalação é feita em rocha de boa qualidade — que costuma apresentar desempenho superior ao do concreto. Por outro lado, em rochas fraturadas ou de baixa coesão, a capacidade pode ser consideravelmente reduzida.

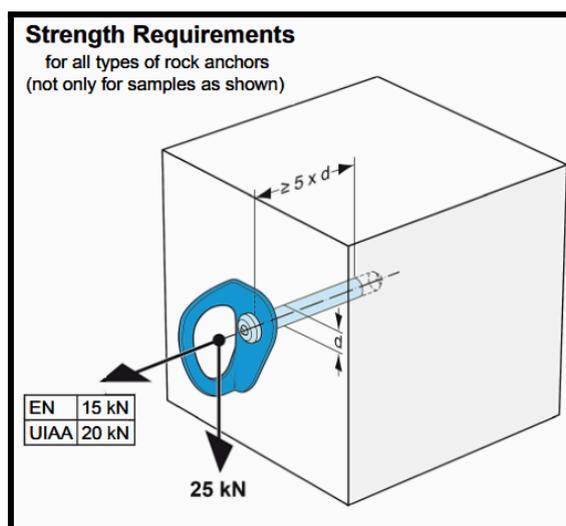


Figura 28: ilustração das cargas de teste.

Caso a chapeleta esteja girando livremente em decorrência da perda completa da pré-tensão de instalação, convém avaliar a folga entre ela e a rocha, certificando-se de que haja rosca suficiente no chumbador para engajar plenamente a porca — em geral, cerca de três filetes de rosca salientes além da porca são adequados.

Se esse requisito estiver acertado, a chapeleta não apresentará folga excessiva e permanecerá paralela à rocha em função de uma boa fixação do chumbador, basta apertar a porca cuidadosamente até atingir novamente o torque de instalação, sem ultrapassar o valor recomendado.

Contudo, se diversas proteções da mesma via apresentarem problemas como perda de pré-tensão, chapeletas girando, rocha fraturada ou folgas excessivas, é recomendável realizar uma avaliação mais detalhada.

Nesses casos, o ideal é entrar em contato com a federação local para considerar a substituição dos chumbadores, utilizando o formulário oficial⁶.

De modo geral, se a chapeleta somente gira, mas a rosca permanece engajada e a rocha se encontra em boas condições, não há risco iminente. Ainda assim, é fundamental corrigir a folga com uma revisão de torque para garantir a segurança de todo o conjunto.

Nota 1: o uso de uma arruela de pressão (Figura 28) em conjunto com a arruela plana pode prevenir o afrouxamento mantendo a pré-tensão adequada do sistema durante a fase inicial de relaxamento. Esse cuidado adicional pode reduzir o risco de afrouxamento prematuro e, potencialmente, evitar que a chapeleta gire ou apresente folga já nas primeiras 24h. Entretanto, ainda não há evidências documentadas de que a arruela de pressão exerça efetivamente esse papel a longo prazo, quando o mecanismo de afrouxamento é resultado do carregamento lateral sobre a ancoragem. Somente com mais tempo de uso será possível avaliar se o método é realmente eficiente. De toda forma, o torque de revisão, aplicado 24h após o relaxamento, é a melhor solução.

⁶ Formulário de contato disponível no site da FEEMERJ.

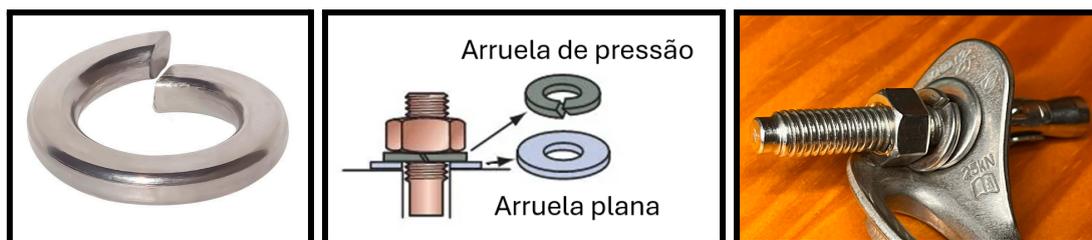


Figura 28: Esquerda: arruela de pressão; centro: posição correta; direita: montagem do conjunto com chapeleta e chumbador.

Nota 2: o uso de porca autoblocante (Parlock), o material de trava usado em porcas Parlock (Figura 29), como o náilon ou polímeros semelhantes, tem uma resistência limitada à exposição prolongada ao sol (radiação UV). A radiação UV pode causar a degradação do material ao longo do tempo, tornando-o quebradiço e menos eficaz como trava mecânica.



Figura 29: porca Parlock.

Nota 3: o uso de trava química (Figura 30) consiste em aplicar um adesivo anaeróbico específico na rosca do conjunto (chumbador e porca) para evitar a perda de pré-tensão. Contudo, ao reapertar a porca em sistemas com adesivos de alto torque ("High Strength"), o adesivo se rompe e perde sua função de travamento; já nos adesivos de torque médio ("removable medium strength"), ainda que seja possível um leve aperto, a perda de pré-carga geralmente permanece. Isso ocorre porque o relaxamento do sistema decorre, sobretudo, do acomodamento do chumbador e dos esforços exercidos pelos mosquetões na chapeleta (principalmente em movimentos no sentido horário), e não somente do afrouxamento da porca em si. Por essa razão, a trava química pouco contribui em aplicações que demandam ou permitem manutenção e reapertos periódicos, pois não ataca a verdadeira causa do relaxamento.



Figura 30: Loctite 222 - baixa resistência; 242 - média resistência e feito para repor torque ou remover; 264 - alta resistência; 290 - média resistência com ação capilar entre os filetes da porca e parafuso.

PARTE III — SEGURANÇA NA INSTALAÇÃO

7. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL — EPI

Cuide sempre da sua segurança. Lembre-se: você é responsável por ela.

7.1. LUVAS DE VAQUETA

Em condições de reforma, o uso de luvas de vaqueta, devido à sua espessura e estrutura rígida, apresenta menor risco de se prenderem na broca ou mandril em comparação com luvas finas de fibra, sendo mais suscetíveis a se engancharem em partes móveis. A resistência e durabilidade das luvas de vaqueta tornam-nas uma boa opção para proteção durante a perfuração, oferecendo segurança contra abrasões e fragmentos de rocha, sem o mesmo risco que as luvas de fibra mais finas podem apresentar. Use-as com cautela, mas considere que, em operações de reforma envolvendo múltiplos furos, as luvas de vaqueta também ajudam a reduzir significativamente a fadiga por vibrações do martetele.



7.2. ÓCULOS

A perfuração de rocha durante a escalada, especialmente em posições instáveis, representa riscos significativos para os olhos devido à possibilidade de fragmentos de rocha serem lançados em direção ao rosto. Sob condições de vento, esses fragmentos finos e afiados podem atingir diretamente os olhos, causando desde irritações e pequenos arranhões até lesões mais graves na córnea. A instabilidade do escalador dificulta o posicionamento adequado. Portanto, o uso de óculos de proteção — preferencialmente homologados como Equipamento de Proteção Individual (EPI) — é essencial para prevenir lesões oculares e garantir maior segurança durante a perfuração.



7.3. MÁSCARA DE PÓ

Proteja-se e cuide da sua saúde para evitar os erros do passado. A inalação de poeira de rocha durante a perfuração, seja na instalação inicial ou em reformas de vias de escalada, apresenta riscos elevados, especialmente em condições desfavoráveis, como ventos fortes que podem redirecionar a poeira para o rosto do escalador, e posições corporais instáveis que dificultam o ajuste do ângulo de perfuração.



Essa poeira pode conter partículas de sílica, um mineral comum em rochas, cuja exposição prolongada pode levar à silicose — uma doença pulmonar crônica que provoca cicatrizes nos pulmões e compromete seriamente a função respiratória.

Para minimizar esse risco, é indispensável o uso de máscaras adequadas, como respirador tipo N-95, além de adotar um posicionamento estratégico em relação ao vento. O pó fino, gerado pela perfuração, nem sempre pode ser visto sob forte luz do sol. A foto abaixo, com flash e fundo escuro, exemplifica os riscos (Figura 31):



Figura 31: Esquerda: exemplo correto de uso em ambiente industrial, note o fundo escuro sob luz de flash para indicar como é grande a zona com poeira suspensa (Fonte: Hilti), ver [Risco de contaminação por poeira em obras](#). Direita: postagem em mídia social alertando para os risco da exposição a poeira da perfuração.

PARTE IV — REFORMAS DE VIAS

8. SOBRE A IMPORTÂNCIA DAS REFORMAS DE VIAS

Tradicionalmente, os que primeiro instalaram as proteções e viabilizaram a escalada da via são responsáveis por essa manutenção, porém, essa não é uma obrigação exclusiva deles — ver documento: FEEMERJ N° ADM-2003/02 *Explicando o Direito Autoral: Quem mantém as vias?*

As vias de escalada são patrimônio cultural do montanhismo e sua manutenção deve ser viabilizada de forma comunitária, uma vez que todos se beneficiam delas. Qualquer escalador que deseje contribuir pode fazê-lo de forma voluntária, se possuir experiência e conhecimento técnico adequados.

Esse princípio foi amplamente debatido na carta da UIAA de 2020, *To Bolt or Not to Be* — traduzida pela federação e disponível em nosso site —, que reforça a importância da responsabilidade coletiva na preservação das vias, sem impor obrigações ou atribuir responsabilidades formais a indivíduos, ou grupos.

As federações e demais entidades do montanhismo organizado, como curadoras deste patrimônio cultural, e por sua filiação às entidades mundiais do montanhismo, possibilitam a troca e atualização constante de informações de qualidade, possuindo condições de analisar, orientar e buscar as opções mais seguras e eficientes conforme o conhecimento disponível.

A reforma de vias deve ser feita sempre respeitando a história, ética local e o direito autoral que recai sobre aqueles que detêm a curadoria da via.

Reformas de vias históricas devem ser sempre feitas com cuidado redobrado e com amplo diálogo com a comunidade e entidades locais.

A alteração do tipo proteção das vias é outro item que merece ser tratado com atenção, respeitando sempre a ética local. A reforma de vias sobrepõe conhecimento técnico e ética, sendo preciso dar igual atenção às duas coisas. Para acessar os documentos sobre ética no montanhismo visite a biblioteca de nosso site.

8.1. IDENTIFICAÇÃO DO RISCO

A necessidade de manutenção das proteções em vias de escalada começa com a avaliação feita pelos próprios escaladores.

No entanto, identificar falhas ocultas, como corrosão interna e problemas de fabricação, representa um desafio considerável. É preciso encontrar um equilíbrio entre a reforma, que inevitavelmente causa impacto ao adicionar uma nova proteção, e o risco oculto para a comunidade, ao se escalar em vias onde proteções em mau estado não são identificadas.

8.2. RISCO OCULTO

Embora algumas proteções aparentem estar em bom estado visual, sua localização — como em pontos de parada que podem passar anos sem suportar quedas — pode mascarar fragilidades que só se revelam sob cargas maiores. Isso aumenta o risco de acidentes, mesmo sem cargas dinâmicas ou de choque, como o peso do escalador em movimento.

Por exemplo, em 31 de julho de 2018, no Parque Nacional de Itatiaia, próximo ao Abrigo Rebouças, ocorreu a quebra de um grampo 'P' durante a prática de "top rope". Este incidente foi causado

exclusivamente pelo peso do escalador, evidenciando como falhas aparentemente discretas podem representar sérios riscos à segurança.

Outro exemplo de risco envolve grampos 'P' artesanais de aço inox, que apresentam riscos conhecidos de sensitização⁷ no processo de soldagem, com acidentes registrados (p.ex., acidentes ocorridos em Guaratiba na década de 2000).

O grampo 'P' em inox tem um histórico duvidoso de qualidade na solda, sendo estas realizadas sem os requisitos mínimos de atenção ao delicado processo de solda de metais austeníticos. Um exemplo utilizado como referência neste artigo é o grampo 'P' em inox na segunda parada da via "Ainda Não" no Morro da Babilônia, Urca, Rio de Janeiro (Figura 32). Inspeccionado em 05/11/2024, essa proteção em inox forma a parada P2 com um grampo 'P' em aço carbono, que já apresenta um avançado estado de corrosão. Ou seja, esta parada é composta por um grampo 'P' corroído e outro grampo 'P' com risco oculto.

Da mesma forma, chapeletas instaladas com chumbadores de expansão em aço carbono representam uma das formas mais preocupantes de instalação.

Diferentemente do grampo 'P' de aço carbono — onde a corrosão é visível na superfície — a corrosão no chumbador de expansão ocorre no furo, permanecendo completamente oculta e inviável de ser detectada por inspeções visuais. Além disso, essa corrosão interna pode progredir até o ponto de falha súbita sob uma carga desconhecida, sem qualquer sinal prévio que permita identificar ou mitigar o risco.



⁷ Sensitização é um fenômeno que ocorre em aços inoxidáveis austeníticos quando são submetidos a determinadas condições de temperatura. Esse processo resulta na formação de carbonetos de cromo, o que pode levar à corrosão intergranular.

Figura 32: Parada da P2 com grampo P de inox abaixo e grampo P de carbono corroído acima, situação antes da reforma em novembro de 2024.

8.3. TAXA DE CORROSÃO DO AÇO CARBONO

A corrosão do aço carbono varia conforme fatores ambientais, como proximidade do litoral, áreas urbanas com poluentes, ventos, reduzida insolação e outros parâmetros definidos com apoio da ISO 9223.

Em especial na via “Ainda não” (Morro da Babilônia, Urca, Rio de Janeiro) tema deste tópico, alguns elementos criam um ambiente especialmente agressivo para o aço carbono originalmente usado nas proteções da via (Figura 33):

- a proximidade do mar;
- a presença de vegetação;
- linhas de água após chuvas;
- sombra constante.



Figura 33: Segunda proteção da via “Ainda Não” antes da reforma em novembro de 2024, exibindo severa deterioração por corrosão ambiental na região de contato com a rocha. A gravidade da corrosão no furo permanece incerta.

8.4. GRAU DE AGRESSIVIDADE CORROSIVA SEGUNDO A ISO 9223

A corrosão de materiais metálicos em ambientes externos é fortemente influenciada pelas condições atmosféricas, como a presença de poluentes, níveis de umidade e proximidade de fontes de cloretos, como o mar.

Para padronizar a avaliação das condições ambientais, a norma ISO 9223:2012 estabelece categorias de corrosividade com base em características típicas do ambiente.

Essas categorias, quando utilizadas com cautela e atenção, permitem alinhar a expectativa de agressividade da corrosão, orientando tanto a aplicação das classes LC, GC e SCC da UIAA-123v4 (tabela 1 da UIAA-123v4) quanto a escolha entre os materiais comprados avulso para chumbadores (AISI 304 / A2 e 316 / A4) para uso com chapeletas pela EN 959, em especial a Classe 2 desta norma.

Abaixo, são apresentadas as categorias de corrosividade, conforme a ISO 9223:2012, e exemplos de ambientes típicos para garantir o melhor entendimento sobre esse conceito:

- Categoria C1 (Muito baixa): Inclui zonas secas ou frias, com poluição atmosférica muito baixa e tempo de molhamento⁸ mínimo, como certos desertos, o Ártico central ou a Antártida.
- Categoria C2 (Baixa): Refere-se a zonas temperadas com baixa poluição (SO_2 inferior a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), como áreas rurais ou pequenas cidades, e também a zonas secas ou frias com curto tempo de molhamento, como desertos ou regiões subárticas.
- Categoria C3 (Média): Abrange zonas temperadas com poluição moderada (SO_2 entre 5 e $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ou com algum efeito de cloretos, como áreas urbanas ou costeiras com baixa deposição de cloretos. Inclui também zonas subtropicais e tropicais com baixa poluição.
- Categoria C4 (Alta): Caracteriza-se por zonas temperadas com alta poluição (SO_2 entre 30 e $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ou efeito significativo de cloretos, como áreas urbanas poluídas, industriais ou costeiras sem exposição direta ao spray de água salgada. Também inclui zonas subtropicais e tropicais com poluição moderada.
- Categoria C5 (Muito alta): Refere-se a zonas temperadas com poluição muito alta (SO_2 entre 90 e $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ou efeito significativo de cloretos, como áreas industriais, costeiras ou posições abrigadas na costa. Inclui também zonas subtropicais e tropicais com poluição moderada.
- Categoria CX (Extrema): Abrange zonas subtropicais e tropicais com tempo de molhamento muito alto e poluição atmosférica de SO_2 superior a $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, além de fatores industriais ou efeitos significativos de cloretos, como áreas industriais extremas, costeiras ou offshore, com contato ocasional com spray de sal.

8.5. SOBRE A SELEÇÃO DE MATERIAIS

As categorias de corrosão definidas pela ISO 9223 oferecem uma base inicial valiosa, embora ainda sejam limitados os estudos que estabelecem uma correlação direta e precisa entre cada classe de corrosão e os materiais de proteção disponíveis no mercado.

Em geral, é razoável que até a categoria C2, considera-se que o aço inoxidável AISI 304, ou ancoragem testada conforme a classe LC da norma UIAA-123v4, assegura a durabilidade pretendida de 50 anos — referência adotada por diversas federações, incluindo a CBME (nossa representante na UIAA).

Para ambientes classificados como C3 ou superiores, é razoável objetivar o uso de aço inoxidável AISI 316, ou idealmente ancoragem testada para a classe UIAA-GC da UIAA-123v4 para garantir a já citada esperada durabilidade.

Além disso, em regiões com histórico de corrosão sob tensão (SCC), torna-se imprescindível a adoção de ancoragens que atendam obrigatoriamente aos requisitos da classe UIAA-SCC da mesma norma, sob risco de falha catastrófica.

Cabe ao instalador compreender a classe de corrosividade do local, utilizando diferentes fontes de informação. Isso pode incluir dados oficiais divulgados por órgãos governamentais sobre índices de poluição ambiental, ou por entidades privadas como a [EDI](#), proximidade com zonas costeiras e, principalmente, o conhecimento acumulado pela comunidade de escaladores local, considerando a

⁸ Tempo de molhamento é o período durante o qual a superfície de um material permanece úmida, sendo um dos principais fatores que influenciam a taxa de corrosão atmosférica.

experiência com a região e a frequência de reformas anteriores nas proteções na mesma face. Em caso de dúvidas, consulte a Federação local ou entre em contato com a CBME.

Um exemplo notório é a Parede dos Coloridos, na Urca, Rio de Janeiro. Historicamente, proteções em aço carbono nesse local sofrem corrosão de forma extremamente acelerada. Reformas realizadas com aço inox AISI 304 (ou classe UIAA-LC) também têm demonstrado baixa durabilidade, com pontos de corrosão visíveis após somente alguns anos.

Idealmente, esse é um ambiente que demanda soluções mais resistentes, como o uso de aço inox AISI 316. A preferência deve ser por materiais qualificados para a classe UIAA-GC, nos quais a chapeleta ou o grampo — incluindo a geometria final e eventuais soldas — tenha sido testado como produto acabado em ensaios de câmara ambiental com névoa salina (Neutral Salt Spray Test), conforme definido na UIAA-123 versão 4.

Nota: o International Molybdenum Association (IMOA) possui uma valiosa coleção de artigos e recomendações sobre a seleção de aços inoxidáveis, cuja leitura é recomendada. No caso específico da Parede dos Coloridos, a metodologia do IMOA indica o uso do AISI 316, validando essa percepção.

Para mais informações:

<https://www.imoa.info/molybdenum-uses/molybdenum-grade-stainless-steels/architecture/stainless-steel-selection-system.php>

8.6. SOBRE O USO DE MATERIAIS DISSIMILARES

Este documento não pretende explorar exaustivamente as possibilidades de materiais em função do grau de corrosividade do ambiente. No entanto, é sempre necessário manter uma instalação homogênea, evitando a utilização de metais diferentes e conseqüentemente a galvânica⁹.

Por exemplo, se as chapeletas forem em AISI¹⁰ 304, recomenda-se utilizar também chumbadores em AISI 304, assim como porca em grau A2-70¹¹ (equivalente ao AISI 304 na norma específica) e arruela equivalente. E especialmente com o uso de chapeletas em AISI 316, deve-se sempre aplicar chumbadores em AISI 316, assim como porca em grau A4-80 e arruela equivalente, para garantir o mesmo grau geral de proteção à corrosão.

Importante: ainda que o risco de corrosão galvânica entre diferentes classes de aço inox austenítico seja geralmente baixo, em ambientes mais agressivos e sob determinadas condições (tensões mecânicas, danos na camada passivadora por H₂S resultado de bactérias redutoras de sulfato (SRB) em ambiente rico em sulfato¹², etc.), pode haver uma aceleração localizada do processo corrosivo. Por isso,

⁹ Corrosão galvânica é um processo eletroquímico que ocorre quando dois metais diferentes entram em contato e estão em presença de um eletrólito, como a água salgada ou a umidade. Também é conhecida como corrosão bimetálica ou corrosão de metais dissimilares.

¹⁰ AISI é a sigla para American Iron and Steel Institute, uma norma americana que classifica aços.

¹¹ ISO 3506-1 - Fasteners — Mechanical properties of corrosion-resistant stainless steel fasteners — Part 1: Bolts, screws and studs with specified grades and property classes.

¹² H₂S refere-se ao sulfeto de hidrogênio, um composto gasoso altamente corrosivo que pode comprometer a camada passivadora do aço inoxidável, acelerando processos corrosivos em

optar por componentes do mesmo tipo de aço inoxidável é uma medida conservadora, mas eficaz, para reduzir ao máximo qualquer possibilidade de corrosão galvânica ao longo do tempo.

Nota: É fundamental destacar que, embora a combinação inadequada entre chapeletas de aço inoxidável e chumbadores de aço carbono zincado (ou vice-versa) seja um erro técnico amplamente conhecido e evitável com formação adequada e leitura atenta dos manuais, ainda são registrados casos dessa prática. Essa incompatibilidade compromete seriamente a durabilidade da ancoragem, criando um risco oculto no interior do furo na rocha — um ambiente propício à corrosão devido à presença de umidade e à impossibilidade de inspeção visual. Nessas condições, o chumbador de aço carbono atua como ânodo e sofre corrosão acelerada, enquanto a chapeleta de aço inoxidável funciona como cátodo, intensificando o processo de corrosão galvânica. O desgaste ocorre silenciosamente e sem sinais externos visíveis, tornando imprevisível o momento em que a fixação deixará de ser segura ou sob qual carga poderá falhar — representando um risco crítico à segurança dos escaladores.

8.7. MENÇÃO AO SCC

O aço inoxidável AISI 304 é altamente vulnerável ao SCC, enquanto o AISI 316, embora um pouco mais resistente, também apresenta limitações em condições severas. E a fixação por chumbadores mecânicos de expansão não é adequada para ambientes sujeitos à corrosão sob tensão (SCC — *Stress Corrosion Cracking*), uma forma de corrosão que combina tensões mecânicas e ações químicas, comprometendo gravemente a integridade das proteções fixas.

A UIAA, em seu artigo de apoio à norma UIAA-123v4 de 2020, destaca a importância de materiais certificados para a classe SCC em ambientes com risco elevado, recomendando materiais avançados que oferecem resistência superior ao SCC, indo além das limitações dos aços inoxidáveis tradicionais.

https://www.theuiaa.org/documents/safety/2020_UIAAclimbinganchorsupdate_PT-BR.pdf

A informação e atualização constantes são fundamentais para a instalação e correta manutenção de proteções fixas. Mantenha-se atualizado e busque informações de qualidade por entidades e órgãos responsáveis como as entidades filiadas à CBME e UIAA.

determinadas condições. Já SRB significa bactérias redutoras de sulfato, micro-organismos anaeróbicos que, ao reduzir sulfatos, produzem H₂S, potencializando a corrosão localizada, especialmente em ambientes ricos em sulfato e sob tensões mecânicas ou danos na camada protetora.

PARTE V — BOAS PRÁTICAS

9. CRITÉRIOS PARA UMA BOA INSTALAÇÃO

Esta seção reúne um conjunto de recomendações para a instalação de chumbadores mecânicos de expansão por torque controlado, abrangendo tanto vias novas quanto a reforma de vias já existentes. Baseadas em experiências práticas e normas amplamente reconhecidas, essas diretrizes visam padronizar procedimentos para maximizar a segurança e a durabilidade das proteções, desde a escolha dos materiais até o aperto final do chumbador.

9.1. SELEÇÃO DA BROCA

Conforme já discutido, para a aplicação com chumbador de 3/8", utilizou-se uma broca comercial verdadeiramente gravada como 3/8" e não de 10 mm (que faria um furo largo), de modo a atender à tolerância exigida pelo furo, compatível com o chumbador de mesma dimensão.

9.2. PERFURAÇÃO DA ROCHA

Nesta subseção, apresentamos o passo a passo detalhado para uma instalação adequada, destacando o caso da via "Ainda Não", onde a FEEMERJ — através do Fundo de Incentivo ao Manejo de Trilhas e vias de Escalada o FIM-TE — executou a manutenção da parada P2 e da segunda proteção da via, em estado deteriorado de corrosão.

As fotografias registradas durante esse trabalho ilustram as técnicas recomendadas, evidenciando a importância de um furo bem-feito, da seleção correta de brocas e de uma limpeza cuidadosa. Esses fatores são determinantes para o desempenho e a longevidade do chumbador, garantindo a segurança de todos os escaladores da via.

9.2.1. EMPUNHADURA CORRETA DO MARTELETE ROTATIVO (FURADEIRA)

Nesta foto abaixo, destaca-se a técnica de empunhadura, com o dedo anelar posicionado estrategicamente no gatilho da furadeira, permitindo que o dedo indicador, em arco com o polegar e apoiado sobre a pega da furadeira, fique alinhado com o eixo da broca.

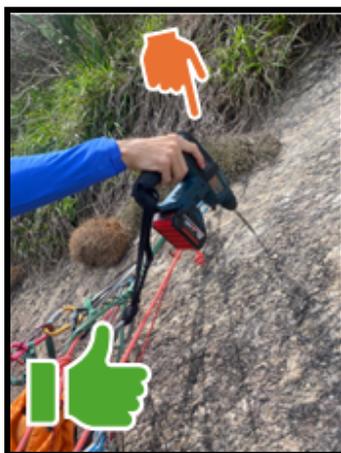


Figura 34: posicionamento ideal da empunhadura.

Esse posicionamento facilita a aplicação de força axial (ao longo do eixo da broca), resultando em um furo alinhado e regular, minimizando a ovalização causada por desvios. A estabilidade adicional

contribui para manter o ângulo correto e reduzir oscilações durante a perfuração, garantindo um furo uniforme e adequado para a instalação do chumbador.

Nas fotos seguintes, a empunhadura correta vista por outros exemplos:



Figura 35: outro exemplo de empunhadura ideal.

Algumas ferramentas, destinadas ao uso industrial, já são projetadas para oferecer a empunhadura correta e possuem a protuberância para o arco da mão já alinhada com o gatilho e eixo da broca, como ilustrado abaixo:



Figura 36: furadeiras já devolvidas para empunhadura ideal.

9.2.2. COMO NÃO EMPUNHAR

A imagem abaixo demonstra uma forma incorreta de empunhar a furadeira. Embora o ambiente seja ideal e a mão esquerda utilize a manopla de apoio, a mão direita aplica força fora do eixo da broca, resultando em um furo frequentemente desviado. Esse tipo de empunhadura inadequada é comumente exibido em catálogos e materiais de marketing — muitas vezes sem os EPIs corretos — e geralmente protagonizado por atores, ao invés de profissionais qualificados.



Figura 37: erro na empunhadura, risco de furo desviado.

9.2.3. PROFUNDIDADE DE PERFURAÇÃO

Recomenda-se sempre perfurar com uma profundidade equivalente ao comprimento total do chumbador (L, na Figura 22), e não somente ao comprimento de embutimento (parte que fica na rocha).

Isso permite que, em caso de erro ou abandono, o chumbador seja martelado completamente para o interior do furo, já que ele agora comporta todo o comprimento do chumbador — e não somente a parte embutida —, facilitando seu descarte seguro. Em seguida, o furo pode ser preenchido com massa ou adesivo do tipo vinil éster, em uma técnica de “maquiagem” explicada mais adiante neste artigo, que visa minimizar o impacto visual, contribuindo para a preservação ambiental e estética da rocha.

Além disso, essa profundidade extra garante que o soprador alcance o fundo do furo, expelindo o pó acumulado, pois sempre há um possível resíduo na extremidade. Assim, o fundo do furo não interfere na instalação, contribuindo para uma fixação mais confiável e segura.

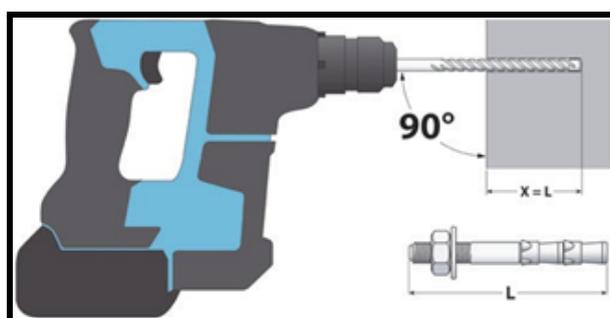


Figura 38: Profundidade do furo X deve ser igual ao comprimento do chumbador (L). (exemplo retirado do DAV Bolt Booklet)

9.3. LIMPEZA DO FURO

Como discutido anteriormente neste documento, a qualidade do furo e sua posterior limpeza são fundamentais para garantir o correto funcionamento do chumbador. Sem uma limpeza criteriosa, diversos riscos são introduzidos ao processo de instalação, todos eles completamente evitáveis com práticas adequadas.

9.3.1. ETAPA 1 - LIMPEZA INICIAL

A foto abaixo (Figura 39) demonstra o uso da bomba manual de ar, e ao lado ilustra o modelo utilizado, bem como a alternativa de um mini soprador elétrico a bateria para uma limpeza ativa e eficaz do furo, crucial para remover completamente resíduos de poeira e detritos antes das próximas etapas de limpeza.

Importante: o uso da técnica de sopro com mangueira para limpeza de furos apresenta riscos significativos e limitações. A potência insuficiente compromete a remoção completa do pó, além de expor o escalador ao risco de inalação de partículas finas, aumentando o potencial para doenças respiratórias como a silicose. Em resposta a essas limitações, muitos escaladores têm adotado métodos mais seguros e eficientes, como o soprador elétrico para novas vias (Figura 40) e a bomba de ar manual em reformas (Figura 39).



Figura 39: equipamentos para limpeza do furo.



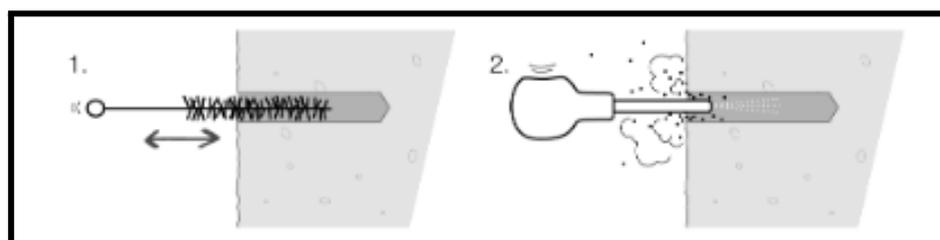
Figura 40: soprador a bateria de alta potência e pequena dimensão e peso.

Como exemplo, o fabricante de chumbadores Hilti, indica limpeza com ar a pressão de 6 bar, inatingível por sopro.



https://www.hilti.com.br/c/CLS_FASTENER_7135/CLS_MECHANICAL_ANCHORS_7135/r8863215

Outro exemplo, agora da Petzl para o conjunto chapeleta e chumbador COEUR BOLT STAINLESS indica limpeza com escova e com bomba manual, igualmente recomendada por demais fabricantes com bomba manual, e não por sopra.



<https://www.petzl.com/INT/en/Sport/Anchors/technical-content-product/COEUR-BOLT-STAINLESS>

9.3.2. ETAPA 2 - LIMPEZA POR ESCOVA

Seguindo a recomendação de diversos fabricantes, a segunda etapa envolve o uso de uma escova tubular específica para furos, que remove partículas de rocha ainda aderidas às paredes internas. Esse procedimento é indispensável para garantir que fragmentos soltos sejam eliminados, evitando problemas mecânicos na instalação do chumbador, como emperramento ou falha na fixação.



Figura 41: escova de furo.

9.3.3. ETAPA 3 - LIMPEZA FINAL (REPETIR USO DA BOMBA)

Sempre após o uso da escova, é necessária uma limpeza complementar do furo utilizando novamente a bomba manual de ar ou o mini soprador.

Esta etapa é essencial para remover quaisquer partículas remanescentes após a escovação, garantindo que o furo esteja completamente livre de detritos. A limpeza final assegura que nenhum resíduo interfira na inserção do chumbador ou nas partes móveis, prevenindo problemas como falhas na fixação.

9.4. UM EXEMPLO DE SELEÇÃO DE MATERIAL E TIPOS DE PROTEÇÕES

Esta seleção de materiais serve somente como referência para paredes com condições ambientais e geológicas semelhantes. Recomenda-se usar chapeletas maiores nas paradas, que dispensam argolas ao permitir a passagem direta da corda, e chapeletas menores e mais econômicas nas proteções intermediárias.

O comprimento de embutimento adotado considera rochas com resistência à compressão de pelo menos 100 MPa, como o granito.

Adotou-se o aço inox AISI 304 devido ao histórico favorável no Morro da Babilônia e ao custo menor comparado ao AISI 316. Proteções em 304 instaladas há anos no local não apresentam corrosão por cloretos nem perda da camada passiva, enquadrando-se na classe UIAA-LC.

Entretanto, a região da Urca pertence à classe 3 da ISO 9223 (macroclima urbano costeiro); para uma vida útil de 50 anos, o ideal seria utilizar proteções de classe UIAA-GC.

Para a reforma da via "Ainda Não", foram instaladas as proteções fixas descritas a seguir:

Na reforma da P2: foi utilizada uma chapeleta projetada para permitir a passagem direta da corda no rapel, com espaço amplo para mosquetões adicionais. O chumbador empregado é ligeiramente mais longo que o de costume, garantindo uma maior capacidade de manter a pré-tensão da instalação. Isso se deve ao aumento do estiramento elástico sob tração, que distribui melhor as forças aplicadas pelo torque na porca, reduzindo a possibilidade de afrouxamento ao longo do tempo.

- Chapeleta: Bonier modelo DuPla (304).
- Chumbador tipo TCE: Marca Âncora, modelo PBA 3/8" x 3.3/4" A2-70 (304).
- Acessórios: arruela plana + arruela de pressão (304) e porca A2 (304) para chave 9/16" (15 mm).



Na reforma da segunda proteção da via: também um tipo de chapeleta para passagem direta da corda para rapel e chumbador com comprimento tipicamente usado no granito.

- Chapeleta: Bonier modelo PinGo EN-959 CLASS 2 (304).
- Chumbador tipo TCE: Mara Walsywa, modelo WB 3/8" x 3" A2-70 (304).
- Acessórios: arruela plana (304) + arruela de pressão (304) e porca A2-70 (304) para chave 9/16" (15 mm).



9.5. INSTALAÇÃO DO CHUMBADOR

Nesta subseção, abordamos os procedimentos para instalar o chumbador na rocha. Serão apresentados cuidados quanto ao uso de ferramentas compatíveis com aço inoxidável, exemplos de contaminação em proteções, além de orientações sobre a posição ideal da porca para o alcance do torque apropriado.

9.5.1. USO DE MARTELO COMPATÍVEL COM INOX

Na etapa de inserção do chumbador (Figura 42), que exige martelamento, é essencial garantir uma instalação de alta qualidade e durabilidade, evitando contaminações de aço carbono no chumbador em inox.

A fonte de contaminação é geralmente o martelo, que, por ser comumente fabricado em aço carbono forjado e sem tratamento superficial, pode transferir partículas metálicas para o chumbador. Essa transferência de ferro compromete a resistência à corrosão do chumbador.

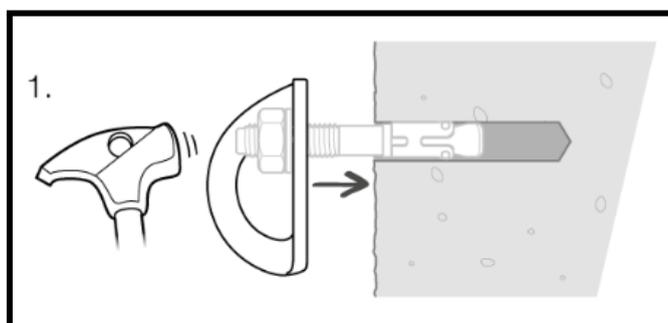


Figura 42: martelamento necessário para inserção do chumbador.

Uma solução simples, eficaz e de baixo custo é colar uma pequena chapa de inox sobre a face do martelo, utilizando epóxi ou outro adesivo industrial (Figura 43). A mesma abordagem pode ser aplicada em um martelo tipo bola de 200 gramas, considerado ideal para instalações com chumbadores 3/8" ou M10.



Figura 43: Esquerda, martelo preparados para evitar contaminação por ferro no inox do chumbador. Centro martelo inadequado com oxidação. Direita, martelo em inox.

9.5.2. USO DE CHAVE COMPATÍVEL COM INOX

Outro ponto de atenção, embora de menor risco, é o contato da chave com a porca do chumbador.

Chaves feitas de aço cromo-vanádio (Figura 44) geralmente não apresentam problema devido à camada protetiva e ao tratamento superficial dessas ferramentas. Ainda assim, é importante evitar o uso de chaves desgastadas, especialmente aquelas com sinais de corrosão e formação de óxido de ferro, por poderem introduzir partículas contaminantes na porca e comprometer a segurança da instalação.



Figura 44: chave de estria (estrela) em cromo vanadium, ideal para a aplicação inicial de torque antes do uso final do torquímetro.

9.5.3. EXEMPLO DE PROTEÇÃO CONTAMINADA

A foto abaixo (Figura 45), somente como exemplo do risco, mostra partes contaminadas em uma instalação em AISI 316 com porca A4-80 (316). Essa contaminação pode ser tratada diretamente na peça com produtos de decapagem e a passivação de inox, como da marca Avesta, referência PAA01 conforme normas ASTM A-380¹³. Ou E-Nox Clean da Walter que é mais fácil de aplicar e limpar que o gel. Além de ser menos tóxico, por ser fabricado a base de ácido fosfórico (Figura 46).

¹³ ASTM A380/A380M-17 Standard Practice for Cleaning, Descaling, and Passivation of Stainless Steel Parts, Equipment, and Systems.



Figura 45: Proteção instalada sem atenção ao martelo: à esquerda em AISI 316L e porca A4, e à direita AISI 304 e porca A2, ambas com sinais de corrosão por contaminação.



Figura 46: Produtos de limpeza tipicamente utilizados.

9.5.4. POSIÇÃO IDEAL DA PORCA PARA A INSTALAÇÃO DO CHUMBADOR

Tomando como exemplo o manual de instalação da chapeleta PinGo da Bonier (esquerda) e do chumbador (direita), marca Âncora modelo PBA, a inserção do chumbador com a porca deve iniciar de forma que o torque aplicado permita uma margem adequada de movimento do chumbador para fora do furo durante a expansão da presilha.

Na fase inicial de torque, é essencial garantir que a quantidade de filetes de rosca expostos além da porca, esteja conforme as especificações recomendadas, ou seja, quase ocultos pela porca. Esse posicionamento assegura a margem necessária para a tração do chumbador e a expansão do mecanismo na rocha, promovendo uma fixação segura (Figura 47).

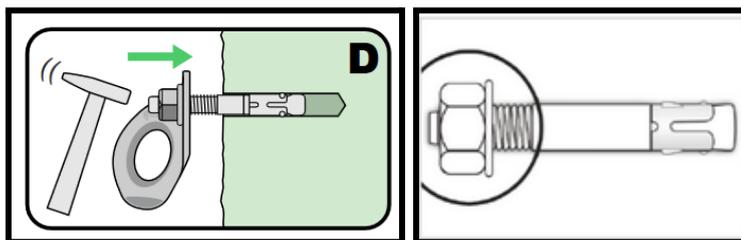


Figura 47: posição ideal da porca em relação ao chumbador no momento de inserção do conjunto.

Esse entendimento sobre o impacto da posição final da porca pode ser ilustrado pelo modelo Petzl COEUR BOLT STAINLESS, mostrado na imagem abaixo (Figura 48). Nela, percebe-se que a falta de atenção à posição inicial da porca resultou em uma protuberância excessiva do chumbador em relação à porca após a aplicação do torque. Essa situação destaca a importância de um controle preciso durante a instalação, garantindo que a porca esteja corretamente posicionada desde o início. Isso é essencial para evitar a protuberância excessiva do chumbador e assegurar a fixação ideal do sistema, atendendo ao embutimento correto para o comprimento especificado do chumbador.

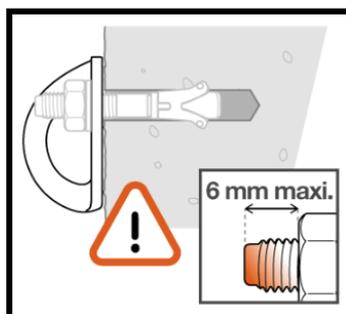


Figura 48: deslocamento excessivo do chumbador em relação à porca, reduzindo o comprimento de embutimento esperado para a aplicação.

9.6. APLICAÇÃO DO TORQUE

Nesta subseção, descrevemos os procedimentos adequados para dar o torque no chumbador mecânico, começando com a chave manual e finalizando com o uso do torquímetro. O objetivo é assegurar a pré-tensão correta, evitando o relaxamento prematuro que pode comprometer a durabilidade do sistema. Também são apresentadas orientações adicionais sobre batedores manuais e a importância de monitorar o relaxamento ao longo do tempo.

9.6.1. INÍCIO COM CHAVE

Conforme discutido anteriormente neste artigo, o torque é um elemento fundamental, como indicado pelo próprio nome, chumbador mecânico de expansão por torque controlado. Na foto abaixo, a instalação começa com o uso de uma chave de estria (Figura 49), permitindo aplicar o torque inicial necessário e monitorar o processo de expansão do chumbador, assegurando uma fixação eficiente.



Figura 49: instalação com chave manual para torque inicial, antes do uso do torquímetro.

9.6.2. FINALIZAÇÃO COM TORQUÍMETRO

Após a instalação inicial das proteções com o uso de uma chave manual, o torque é ajustado em seguida com um torquímetro adequado (Figura 50). Esse ajuste pode ser realizado durante a própria instalação — se possível no mesmo momento — ou durante o rapel da primeira ascensão. Outra forma é realizar o torque de instalação na primeira repetição. Seja quando for, o importante é respeitar o conceito de instalação por torque controlado.

Importante: vale destacar que os benefícios de uma instalação criteriosa nem sempre são evidentes no momento da execução. No entanto, ao adotar uma perspectiva de longo prazo, considerando um horizonte de 50 anos, o uso do torquímetro torna-se indispensável para garantir a durabilidade e a segurança da ancoragem ao longo do tempo.



Figura 50: aplicação do torque controlado com torquímetro.

9.6.3. REVISÃO POSTERIOR DO TORQUE

Como discutido no capítulo sobre a perda de pré-tensão, as revisões periódicas exigem atenção redobrada, especialmente ao reapertar o chumbador. É fundamental utilizar o torquímetro com precisão, aplicando somente o torque recomendado — nem abaixo, comprometendo a fixação, nem acima, o que pode reduzir a durabilidade e a confiabilidade do conjunto.

Experiências práticas indicam que variações térmicas podem, ao longo do tempo, causar o afrouxamento gradual dos chumbadores, exigindo reapertos — sobretudo até o terceiro ano, quando o sistema tende a se estabilizar.

Além disso, esforços externos, como em *crux* de vias esportivas e em paradas com proteções horizontais (onde o movimento na parada pode tracionar a proteção à direita no sentido horário, afrouxando a porca), reforçam a importância de criar o hábito de revisão da instalação.

9.6.4. BÔNUS — USO DE BATEDORES MANUAIS

Mesmo com um planejamento cuidadoso envolvendo furadeiras e múltiplas baterias, é praticamente impossível completar trechos extensos em grandes paredes — sobretudo quando há a necessidade de bivaque — sem recorrer a métodos alternativos às ferramentas elétricas.

Nesse contexto, o uso de batedores manuais desponta como a solução clássica e histórica, oriunda de uma época em que a preocupação com a durabilidade ao longo das décadas era consideravelmente menor.

Naquele período, pitons de furo ou forma similares como os grampos “P” em aço carbono (sem resistência à corrosão) eram a única forma acessível. De modo que questões de tolerância de instalação não tinham a mesma relevância das criteriosas instalações de hoje. Ainda assim, a perfuração manual exige extrema cautela e experiência.



Figura 51: batedor manual.

Pontos de atenção:

- **Perda de circularidade:** durante a perfuração por percussão, a circularidade do furo pode ser comprometida, especialmente se o batedor não for rotacionado constantemente.
- **Variação no diâmetro:** diferenças no diâmetro de corte entre brocas — seja por fabricante, desgaste ou pela dureza da rocha — aumentam o risco de instalação inadequada do chumbador.
- **Importância da prática:** a perfuração manual exige técnica apurada e prática constante, considerando as particularidades da broca e do tipo de rocha envolvido. Batedores manuais, quando utilizados por escaladores experientes, podem resultar em furos extremamente precisos.

Soluções alternativas: uma prática, algumas vezes adotada com batedores em vias longas, é o uso de parafusos de concreto de diâmetro reduzido (8 mm) como ancoragem provisória durante a abertura da via (Figura 52). Após a conclusão e a verificação de que as proteções estão em posições ideais para cada lance, removem-se esses parafusos (no rapel da primeira repetição). Em seguida, é possível realizar a perfuração definitiva com maior precisão no mesmo furo, utilizando a broca adequada, para então instalar o chumbador de expansão mecânica corretamente.

Importante: essa técnica não é adequada para o arenito, que não possui resistência mecânica para esse tipo de parafuso de concreto.

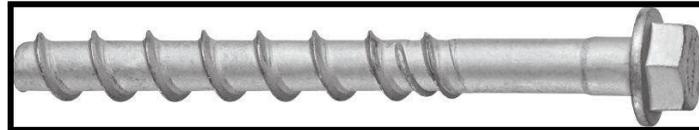


Figura 52: parafuso de concreto Hilti HUS4-HF 8 mm x 100 mm, usado de forma temporária e removível (nunca reutilizável).

Em resumo, o uso de batedores manuais é uma alternativa viável para grandes paredes, mas demanda experiência e atenção aos detalhes para garantir a segurança da instalação. O avanço de técnicas e práticas, como o uso de parafusos provisórios, está tornando esse processo mais confiável, especialmente em situações desafiadoras.

PARTE VI — REPARAÇÃO E FINALIZAÇÃO

10. RECUPERAÇÃO DA ROCHA NO LOCAL DA PROTEÇÃO REMOVIDA

Nenhum trabalho de reforma deve ser considerado concluído sem total atenção à recuperação da rocha em relação aos danos causados por instalações anteriores, seja pela remoção de resíduos de um tarugo de grampo “P” corroído ou pela correção de um chumbador mal instalado que exigiu a repetição do processo.

10.1. MATERIAL

Os seguintes materiais básicos são necessários:

- Adesivo do tipo viniléster (sem corante - cor natural).
- Aplicador.
- Saco tipo confeiteiro para mistura econômica sem gastar bico aplicador.
- Escova de aço.
- Soprador manual.
- Saco plástico e luvas.



Figura 53: bloco para prática de recuperação da rocha com cola e aplicador.

10.2. REMOÇÃO

No caso de um chumbador, pode-se martelá-lo para o interior do furo (desde que a perfuração tenha a profundidade adequada) ou cortá-lo, caso seja necessário. É possível também promover a extração com ferramentas especiais industriais.

Já no caso de um grampo “P”, ele pode ser removido por corte ou por fadiga, após repetidos golpes de marreta.



Figura 54: exemplo de danos na rocha.

10.3. LIMPEZA

Todas as áreas devem ser escovadas para a remoção de pó. No caso do grampo "P", é necessário remover o óxido de ferro (ferrugem) aderido à rocha, o método que se mostra mais prático é por escovação.



Figura 55: limpeza da rocha.

Complementada por sopro com bomba manual de ar; evitar utilizar mangueira de ar soprando, pois isso pode depositar saliva no local do adesivo.



Figura 56: expulsão de pó após limpeza.

10.4. APLICAÇÃO DO ADESIVO SOBRE O FURO

Utilizando um saco plástico, aplique a quantidade suficiente de adesivo, cuidando para remover igualmente o excesso de adesivo e o catalisador do tubo bicomponente. Misture com cuidado até obter uma homogeneização perfeita.



Figura 57: preparação da cola.

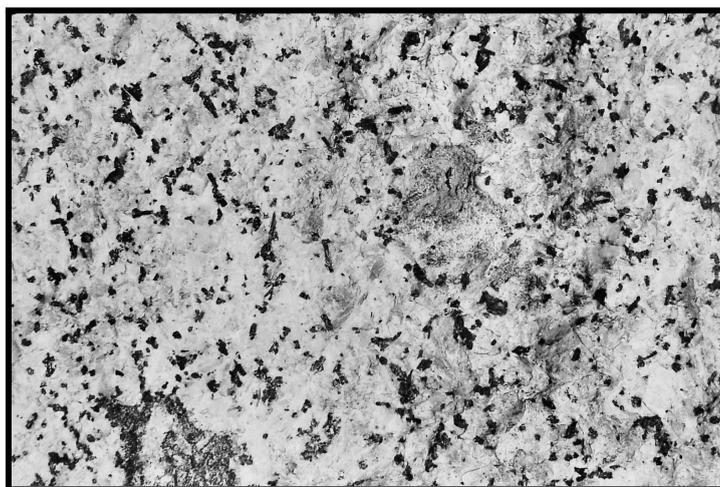
Aplique sobre o local, tentando manter uma textura similar à rocha.



Figura 58: aplicação da cola.

10.5. RESULTADO

Após aplicação do adesivo sobre o furo, e esperado o tempo de cura, o resultado é visualmente aceitável em rochas claras. Em rochas mais escuras, um jeito de aproximar a cor da rocha é guardar um pouco o pó do furo novo para misturar com o adesivo.



Figua 59: nesta foto há um reparo na pedra.

PARTE VII – REFERÊNCIAS E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

11. REFERÊNCIAS

[1] <https://www.theuiaa.org/uiaa-updates-standard-123-rock-anchors/>

[2] Jin Soo Bang, Yangsu Kwon, Jin-Hee Ahn, Hong Jae Yim, Pull-out behavior evaluation of torque-controlled expansion anchors under various installation conditions of concrete, Case Studies in Construction and materials, volume 16, 2022, e00796, ISSN 2214-5095, <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00796>.

[3] Dynamic design for anchors - HILTI.
https://www.hilti.cz/medias/sys_master/documents/h9a/h81/9484938903582/Dynamic-design-for-anchors-Brochure-ASSET-DOC-LOC-4772950.pdf

Indicação de informação complementar:

- **How Installation Torque Can Affect Expansion Anchors**, Richard T. Morgan, PE
<https://www.structuremag.org/article/how-installation-torque-can-affect-expansion-anchors/>
- **ETAG 001: Guideline for European Technical Approval of Metal Anchors for Use in Concrete** (Parte 2: Torque-Controlled Expansion Anchors, versão de 08/04/2013)
<https://www.eota.eu/sites/default/files/uploads/ETAGs/etag-001-part-2-torque-controlled-expansion-anchors-amended-2013-04-08.pdf>
- **Bolting Guide 2025**, DAV-UIAA (Guia técnico para ancoragens em rocha)
<https://www.theuiaa.org/documents/safety/DAV-UIAA-BoltingGuide-2025.pdf>
- **Recomendações de fabricantes de ancoragem esportiva**, Bonier
<https://bonier.com.br/ancoragem-esportiva/>
- **Segurança nas ancoragens fixas**, UIAA
<https://www.theuiaa.org/safety/rockanchors/>
- **Ensaio de extração de ancoragens fixas – Urca-RJ**, FEMERJ–STM (fev/2018)
<https://feemerj.org/wp-content/uploads/FEMERJ-STM-2018-02.pdf>
- **Panorama da Gestão de Riscos e Soluções para Corrosão em Ancoragens Fixas na Escalada em Rocha**, Frederico Campos (2024)
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4956925