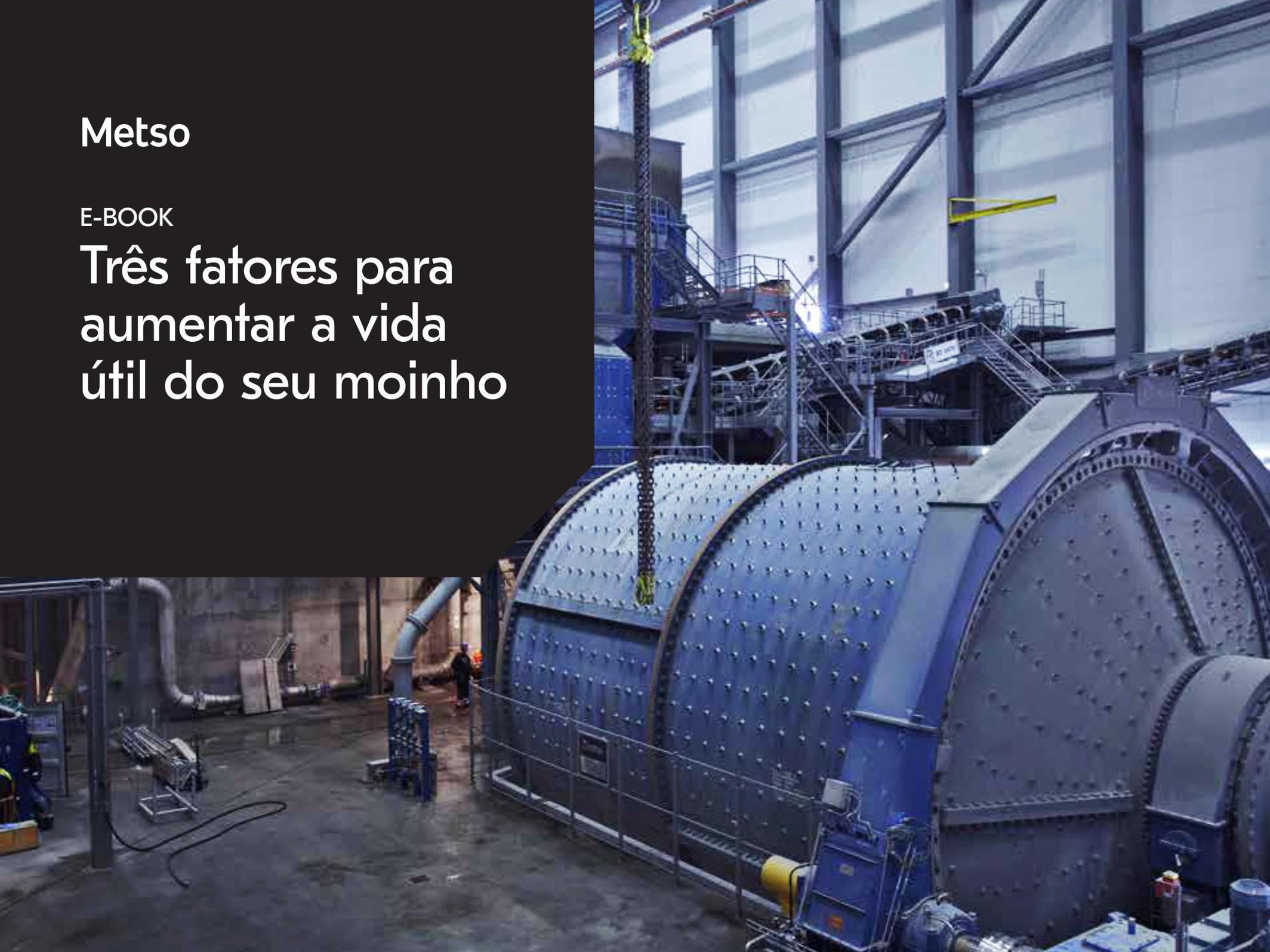


Metso

E-BOOK

Três fatores para  
aumentar a vida  
útil do seu moinho



# Introdução

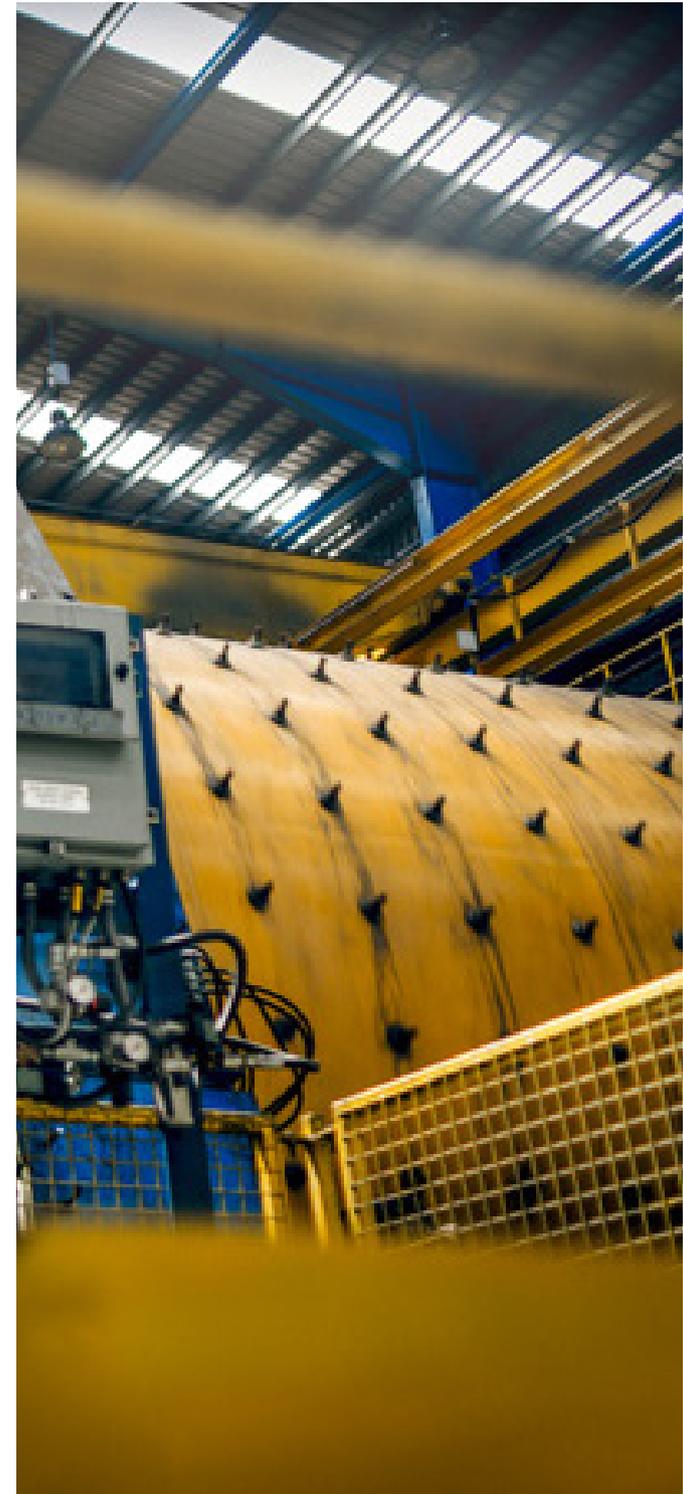
**Na mineração, o processo de moagem é uma das mais importantes etapas.**

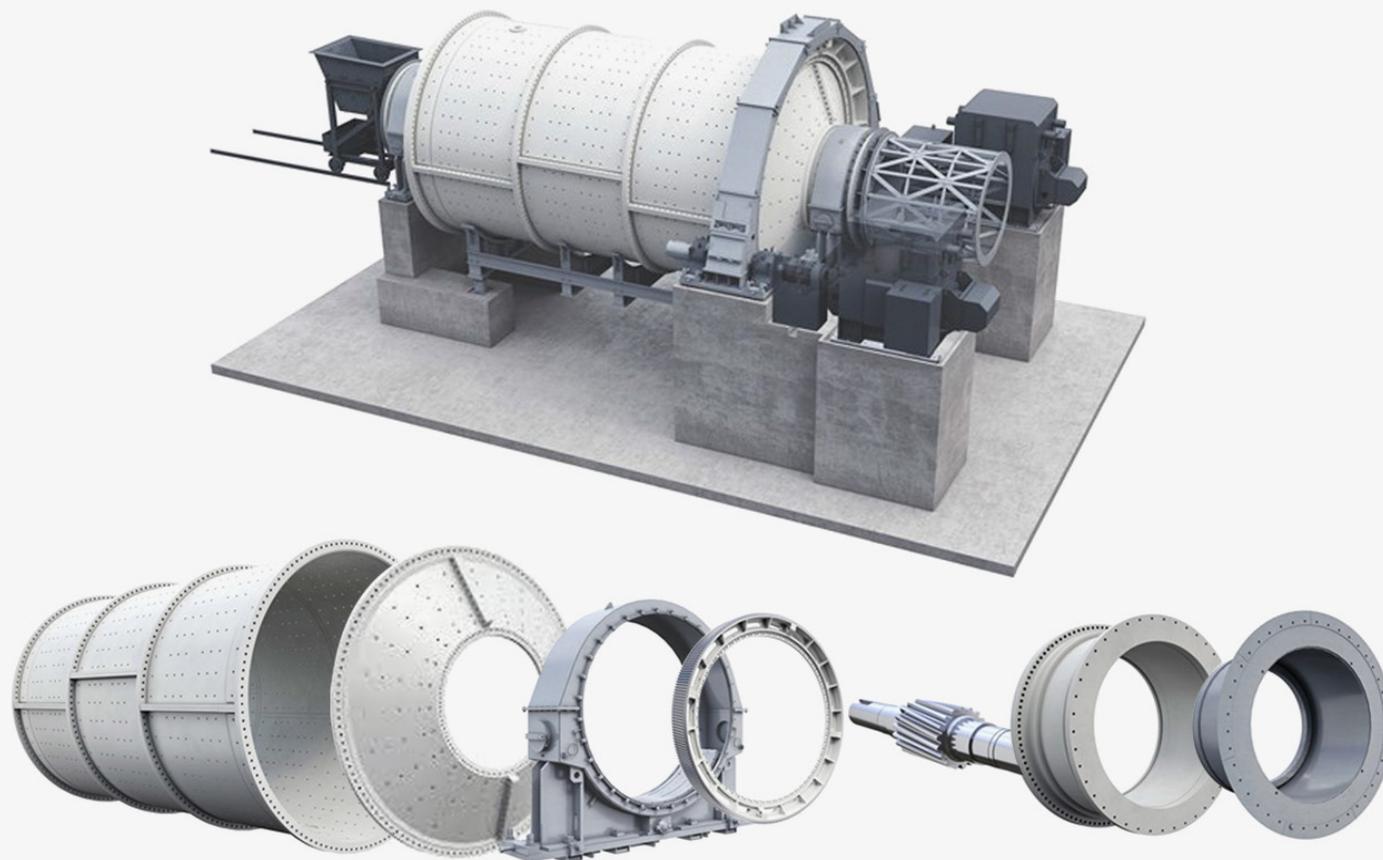
Junto com a britagem, esse procedimento compõe a cominuição da matéria-prima, ou seja, a quebra do minério bruto em partes reduzidas. Dessa maneira, a primeira etapa é a britagem, em que os materiais sofrem a primeira redução significativa de tamanho e, logo em seguida, vem a moagem.

A principal função da moagem, também chamada de fragmentação fina, é triturar as britas e facilitar os beneficiamentos futuros, em que o minério bruto será transformado em produto final. Nesse processo, os equipamentos de mineração fazem a redução das rochas por meio de técnicas de impacto, compressão, atrito e abrasão. E, para que essas forças sejam aplicadas e obtenha-se a fragmentação esperada, são utilizados os moinhos.



Junto com a britagem, a moagem compõe a cominuição da matéria-prima, ou seja, a quebra do minério bruto em partes reduzidas.





Os moinhos são de grande importância para a mineração e podem ser de diversos tipos, que são definidos conforme a aplicabilidade.

Eles são constituídos por uma **carcaça cilíndrica de ferro**, que, por meio do trabalho do **motor, eixo pinhão e engrenagem**, gira sobre mancais e possui em seu interior placas de revestimento e corpos moedores de ferro ou aço, que, ao entrarem em contato com o minério, farão a fragmentação.

É muito importante que a escolha do moinho e de seus componentes, e a forma de utilização estejam adequadas. Dessa maneira, será possível manter o bom funcionamento do equipamento. Neste e-book, você entenderá de que maneira fazer essa conservação e quais são os principais fatores para aumentar a vida útil do seu moinho.



# Escolha do perfil do revestimento

O primeiro ponto a ser levado em consideração para a preservação do moinho é a definição do melhor perfil de revestimento.

Ao escolher corretamente, garante-se que ele trabalhe de maneira eficiente e reduz-se, consideravelmente, as chances de problemas com desgaste prematuro ou quebras durante a operação.

É importante entender que a real função desse componente, além de proteger o cilindro e toda a parte estrutural do moinho, é agitar a carga. Isto é, transferindo a energia que vem do movimento de rotação do equipamento para o material, o revestimento faz com que a carga sofra os mecanismos de cominuição da moagem.

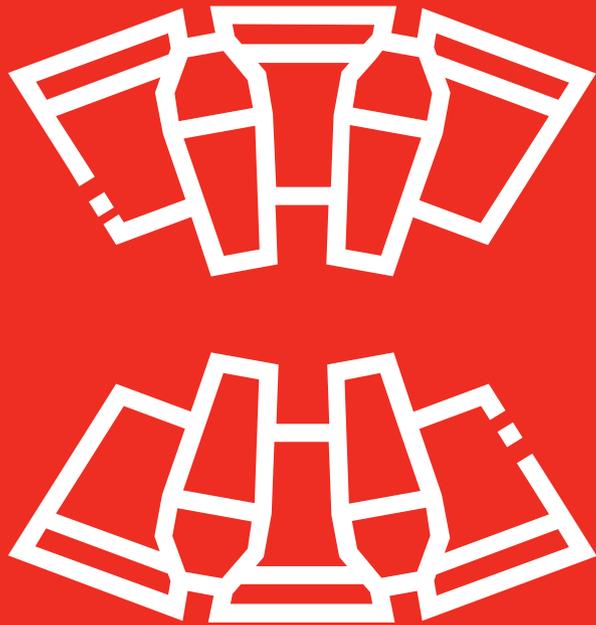
Sendo assim, listamos a seguir alguns fatores que devem ser avaliados para que se determine qual o perfil e material ideais para o revestimento.



# Tipo de moinho

A determinação do tipo de moinho depende do que se espera do equipamento — **mais impacto, mais atrito ou maior abrasão**. Isso, levando em consideração o grau de energia necessário para proporcionar o choque adequado entre o corpo moedor e a carga, de modo que se consiga o efeito desejado naquele tipo de trabalho.

Entendendo o resultado pretendido com o moinho, torna-se mais precisa a definição do revestimento, que deverá ter um **perfil adequado**, conforme os exemplos seguintes:



### **Moinho SAG**

**A diferença entre a altura da barra alta e da baixa do revestimento é maior que nos outros tipos**, sendo possível ter um grande volume de material dentro da área de transporte. Assim, quando se chega a uma determinada altura, essa carga cai causando maior impacto. Por isso, esse tipo de moinho é ideal para fragmentações mais grosseiras.

### **Moinho de Barras**

Nesse tipo de moinho, **o revestimento possui uma onda mais suave**, justamente para que as barras rolem umas sobre as outras e o minério passe entre elas, de forma que o próprio peso da barra proporcione energia suficiente para fazer a moagem um pouco mais fina.

### **Moinho de Bolas**

Nesse caso, **o perfil do revestimento também é suave, com curvas arredondadas e área de transporte menor**. Aqui, não é necessário carregar o minério a uma altura muito elevada. Na verdade, é preciso erguer a carga até uma altura que ela role, ocorrendo, assim, uma projeção de bolas com menos impacto que no moinho SAG, proporcionando mais abrasão.



O perfil do revestimento, como vimos, deve ser escolhido de acordo com o moinho em que ele trabalhará. Além disso, é necessário que seu **material de fabricação** seja apropriado. De forma resumida, temos:

### **Moinho SAG**

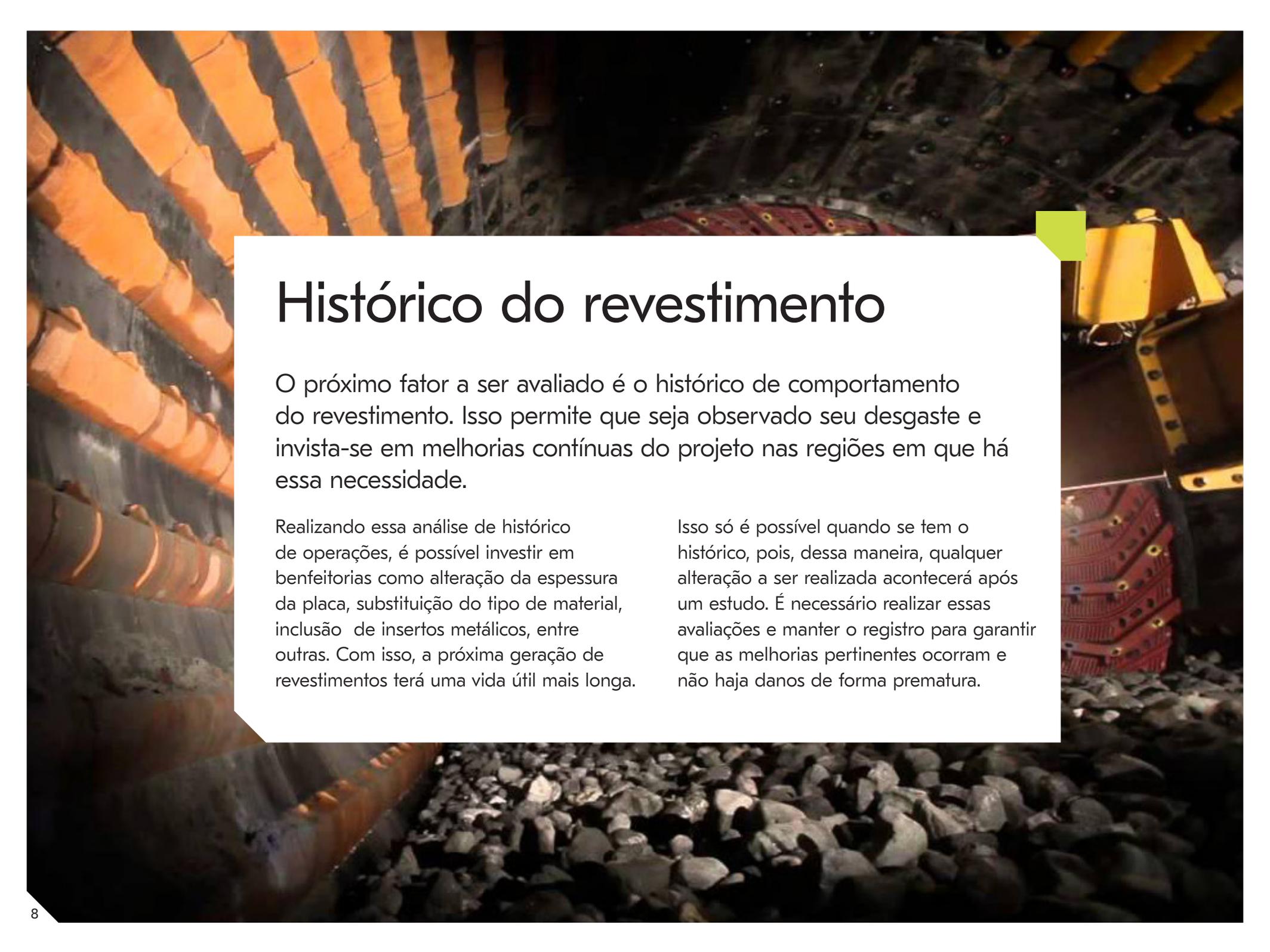
Por ter maior incidência de impactos, necessita ser fabricado com **ligas de menor dureza e maior resistência ao impacto**, para que não trinque ou quebre simplesmente com a operação normal.

### **Moinho de Barras**

Como a operação consiste no rolamento das barras, **há menos impacto e, por isso, o material pode ser com uma dureza intermediária.**

### **Moinho de Bolas**

Como não há grande impacto entre bolas e revestimento, pode-se trabalhar com **materiais de dureza maior, com maior resistência à abrasão.**



# Histórico do revestimento

O próximo fator a ser avaliado é o histórico de comportamento do revestimento. Isso permite que seja observado seu desgaste e invista-se em melhorias contínuas do projeto nas regiões em que há essa necessidade.

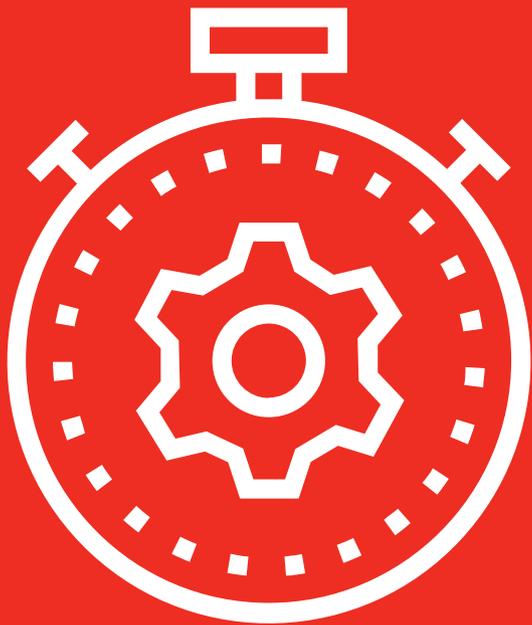
Realizando essa análise de histórico de operações, é possível investir em benfeitorias como alteração da espessura da placa, substituição do tipo de material, inclusão de insertos metálicos, entre outras. Com isso, a próxima geração de revestimentos terá uma vida útil mais longa.

Isso só é possível quando se tem o histórico, pois, dessa maneira, qualquer alteração a ser realizada acontecerá após um estudo. É necessário realizar essas avaliações e manter o registro para garantir que as melhorias pertinentes ocorram e não haja danos de forma prematura.



# Simulações

O terceiro ponto que merece atenção para definição do perfil é o resultado das simulações. Ela possibilita verificar se o revestimento está adequado para a aplicação ou se ocorrerá algum problema de operação.



As simulações podem ser as seguintes:

### **Simulação de trajetória**

Permite uma visualização planejada da movimentação da carga dentro do moinho, em que são testadas diversas possibilidades, alterando, por exemplo, a quantidade de carga ou o dimensionamento do material moedor.

### **Simulação de desgastes**

Com o histórico de campanhas anteriores, é possível calibrar o simulador e, com isso, estimar o processo de desgaste das novas gerações.

### **Simulação de descarga**

Possibilita entender como projetar uma descarga ou um sistema de grelha, para que seja possível perceber a ocorrência de estrangulação, restrição ou outros fatores que poderiam gerar um refluxo e diminuir a vida útil do revestimento.

# 2

## Inspeções adequadas

O segundo fator para garantir o aumento da vida útil do moinho é a realização de inspeções de forma correta e confiável.

Essas vistorias são de extrema importância, pois interferem diretamente na escolha do perfil e influenciam na durabilidade do revestimento. Além disso, revelam a necessidade de trocas de componentes, reformas, limpezas e alterações de projeto.

É preciso entender de que forma deve ser realizado esse trabalho. Para isso, alguns detalhes devem ser observados, como o que e como inspecionar, qual a frequência ideal, quais recursos utilizar, como registrar, entre outros aspectos.





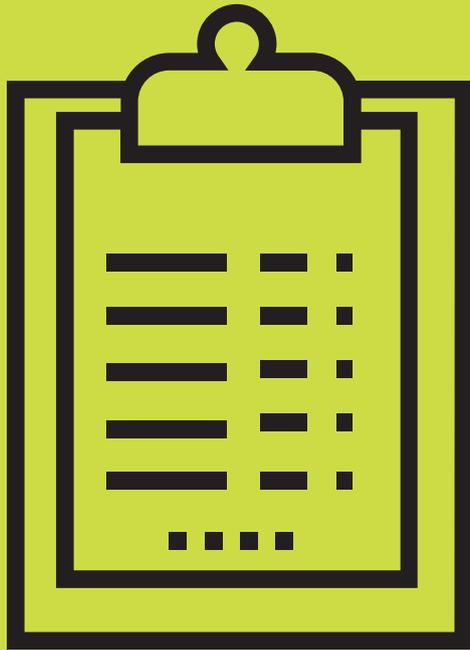
## O que avaliar durante as inspeções?

Ao realizar uma vistoria do moinho, deve-se observar todos os componentes, especialmente aqueles que entram em contato com o minério. **Alguns pontos que não podem ser esquecidos são:**

- Revestimentos;
- Anéis internos e externos;
- Grelhas;
- Levantador e descarregador de polpa;
- Insertos;
- Fixações;
- Lençóis de borracha;
- Componentes do cilindro;
- Tampas.

Sabendo quais itens devem ser vistoriados, é necessário entender quais são as situações críticas a serem procuradas, como desgastes preferenciais e prematuros, folga excessiva entre os revestimentos, trincas nas placas, fraturas, descolamento de insertos, marcas de impacto no revestimento e suas localizações, entre outras.

O momento ideal para realização das revisões dependerá da aplicação; no entanto, é importante que se tenha, pelo menos, quatro inspeções ao longo da via útil do revestimento. O cronograma com esse intervalo deve ser estipulado de acordo com a expectativa de vida do componente.



## Como realizar e registrar essas vistorias?

Há uma infinidade de meios que auxiliam na observação e medição nas inspeções, a principal forma é por meio de **escaneamento 3D** dos revestimentos. Porém uma **boa análise visual**, seguida de registro com fotos, também é muito importante e ajuda, de maneira muito prática, a entender melhor os desgastes. Nesses casos as indicações feitas com marcadores industriais são essenciais para facilitar a compreensão da real situação.

Todas as inspeções executadas precisam ser registradas. Isso possibilita que os profissionais responsáveis pelo desenvolvimento do projeto saibam quais pontos críticos precisam ser alterados nas próximas gerações. Dessa maneira, cada vez mais os componentes vão sendo melhorados e a durabilidade aumentada.

Além dessa avaliação visual feita pelo inspetor, é importante investir em uma previsão por meio de dados, ou seja, uma revisão preditiva. Dessa forma, torna-se mais fácil ter uma estimativa de até quando o revestimento e outros itens durarão.

A maneira apropriada para realização dessa avaliação preditiva é por meio do **escaneamento**. A ferramenta de scanner proporciona a identificação de fraturas que passaram despercebidas na inspeção visual. Além disso, com a varredura realizada, é possível observar a tendência de desgaste e prever quando será o fim da vida útil do revestimento.



# Operação dentro do padrão

O último tópico a ser tratado refere-se à forma como as operações são realizadas. Todos os procedimentos devem acontecer de modo a refletir o que foi pensado durante a escolha do perfil e desenvolvimento do revestimento. Variações no processo implicam diretamente em alterações na vida útil do revestimento.

Os dados estabelecidos durante a elaboração do projeto devem ser mantidos. Em caso de impossibilidade de mantê-los, é necessário revisá-los, para que as próximas gerações de revestimentos atendam ao que acontece na prática e mantenham uma durabilidade favorável.

Com isso, é fundamental acompanhar os dados para evitar essas variações e, também, um desgaste prematuro no componente.

Alguns dos diversos fatores que influenciam no desgaste e que, por isso, precisam ser observados são:



### **Energia gasta para quebrar o minério**

Conhecida como Work Index, ou simplesmente Wi, deve ser analisada a energia necessária para que a carga chegue ao tamanho pretendido, evitando uma energia superior.



### **Índice de abrasão**

É preciso avaliar, por meio de testes laboratoriais, quão abrasivo é o minério.



### **Formato da partícula**

É necessário conhecer o formato que a partícula assume ao ser fragmentada pois, o formato sendo mais arredondado ou laminar, pode influenciar no desgaste, sendo este último o mais severo ao desgaste.



### **Tamanho da partícula**

Deve-se também identificar se a dimensão das partículas poderá gerar um maior desgaste, visto que quanto maior o tamanho da partícula, maior será o desgaste.



### **Grau de enchimento**

É importante verificar esse fator, não fugindo do que foi estabelecido, pois se o enchimento (ou seja, a carga mais o corpo moedor) estiver abaixo do estipulado, começará a ter maior impacto contra o revestimento, prejudicando sua durabilidade.



### **Velocidade crítica**

Deve-se levar em consideração a velocidade que gerará mais impacto e poderá prejudicar o revestimento do moinho e procurar trabalhar de forma equilibrada, não se aproximando muito desse limite.

Como você pôde perceber, há diversos fatores que influenciam na vida útil do seu moinho, desde a escolha do perfil, interpretação adequada dos históricos, realização de inspeções até o cumprimento de processos dentro do padrão.

É necessário manter todos os fatores em ordem para aumentar a durabilidade do revestimento e do moinho como um todo. Dessa maneira, é possível aproveitar de forma eficiente a disponibilidade do equipamento.

**A Metso, além de oferecer uma linha completa de equipamentos para moagem, disponibiliza visita técnica para ajudar em seus processos e garantir uma vida útil maior para seu revestimento.**

Entre em contato com um de nossos especialistas e entenda qual a melhor opção para seu negócio.

metso.com

Metso