

**VULCO®**  
Revestimentos Antiabrasivos

Excellent  
Minerals  
Solutions

**WEAR**  
MINERALS

## Revestimento de Borracha para Moinhos



# A engenharia e os especialistas da Weir Minerals estão em contínuo desenvolvimento dos projetos para criar soluções de revestimentos de borracha para moinhos.

## Experiência e especialização em revestimento de borracha para moinhos.

A Weir Minerals tem larga experiência em projetos e fabricação de revestimentos de borracha para moinhos autógenos (AG), semi-autógenos (SAG), primários, secundários, remoagem, em moinhos de bolas e barras, diafragmas de descarga, trommels e trunnions.

Com a experiência em aplicações e programas de simulação, nossa equipe de engenheiros, projetistas e químicos analisam especificamente cada aplicação para propor o melhor projeto para o revestimento de moinho, objetivando o melhor custo benefício possível, até nas operações de moagens mais agressivas. Nosso processo de desenvolvimento e fabricação permitem total controle sobre a fabricação e aplicação do revestimento, satisfazendo as necessidades de nossos clientes e suas expectativas para melhor performance desejada do revestimento do moinho.

Antes que o projeto e material mais adequado possam ser definidos e recomendados, uma análise completa é conduzida para cada aplicação. Fatores como, por exemplo: dimensões do moinho, velocidade, potência, índice de moagem, tipo de minério, tamanho da partícula, carga de alimentação e descarga, densidade do minério e elementos moedores são consideradas.



**Acima:** Análise do projeto para operação com Diafragma de Descarga.

## Combinando projeto com ferramentas de pesquisas.

Como técnicas de projeto e desenvolvimento são usados modelos de laboratório em escala, dinâmica de fluidos "CFX" e análise de carga por método de elementos discretos (DEM). Combinados com sistemas CAD Unigraphics, estas ferramentas asseguram um excelente projeto para cada estudo de revestimento. A visualização 3D com "CAM" é necessária para definição da complexa geometria das grelhas de sistemas e descargas de polpa bem com a geração de novos perfis de revestimentos.

Após cuidadosa revisão de todos os dados, o projeto e materiais mais adequados são selecionados com o objetivo de oferecer a melhor performance de moagem possível, com o melhor custo benefício.

## Aprimoramento Contínuo e novos desenvolvimentos tecnológicos.

A experiência da Weir Minerals em sistemas de bombeamento de polpas abrasivas em processo mineral e no desenvolvimento de materiais para revestimentos antiabrasivos de alta performance, está associada com núcleos de pesquisa em processamento mineral de várias universidades de prestígio para atingir contínuas melhorias e novos desenvolvimentos na tecnologia dos revestimentos dos moinhos.

Nosso foco é na inovação e melhoria dos produtos para aplicação em moagens de moinhos de bolas, barras e SAG, especificamente nos setores de cilindro e descarga, onde o nosso grande conhecimento de fluxos dinâmicos de descarga é o fator principal do sucesso em nossos projetos.



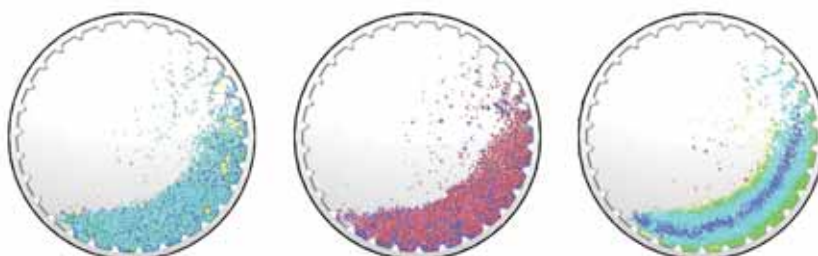
**Acima topo:** Diafragma de descarga.

**Acima baixo:** Novo sistema com placas SFL para aplicação em moinhos SAG.



**Acima:** Placas com "Cap" metálico VULCO patenteado, aplicado em serviços pesados com corpos moedores de diâmetros elevados (moinhos tipos AG e SAG).

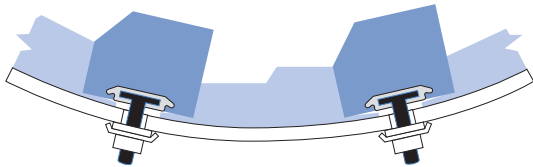
**Direita:** Simulador "DEM" mostrando níveis de energia, distribuição de bolas e partículas de minério.



# Revestimentos de moinhos VULCO ajudam a reduzir custos por tonelada de material processado.

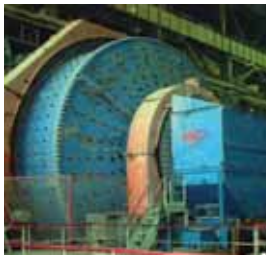
## A importância do projeto do revestimento.

A ênfase no projeto do revestimento para garantir a melhor eficiência de operação do moinho está crescendo, principalmente com o fato de que os moinhos aumentaram de tamanhos. A extensão para a qual o revestimento efetivamente protege o moinho, transmite energia e controla a carga, impactando diretamente no custo operacional para a empresa. De modo geral, quanto mais duro for o material alimentado no moinho, maior será a economia alcançada usando revestimentos de borracha.



**Acima:** Revestimento VULCO típico com barras elevadoras e placas tipo SIC/A com sistema de fixação embutidos.

**Direita:** Típico Moinho SAG.



**Abaixo:** Moinho AG em indústria de cobre com colaboradores do time de revestimentos da Weir Minerals.

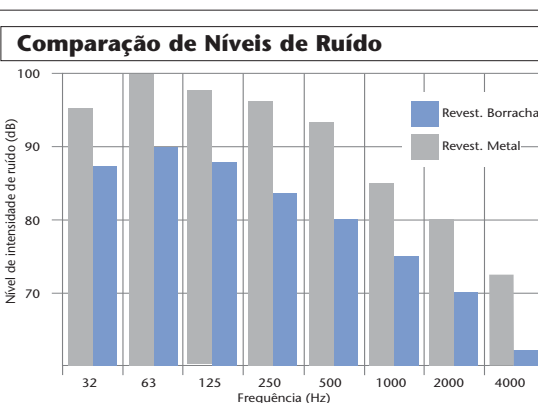


## Versáteis, econômicos e eficientes, os revestimentos de borracha e os revestimentos com cap's metálicos VULCO oferecem:

- **Baixo custo de instalação** – Pelo fato dos revestimentos de borracha, mesmo com cap's metálicos pesarem cerca de 80% menos que os revestimentos totalmente de aço, as montagens e manutenção são rápidas, fáceis e seguras.
- **Eficiência operacional** – Os compostos de borracha VULCO são especialmente formulados para a máxima resistência à abrasão, corte e alta resiliência, fatores que aumentam a durabilidade, reduzindo o tempo dos equipamentos parados. Os perfis dos revestimentos são desenvolvidos especificamente para atender à geometria e condições operacionais específicas em cada aplicação. Redução da massa do revestimento resulta em um aumento considerável na capacidade de alimentação, aumentando assim a produtividade.
- **Manutenção reduzida** – O baixo perfil do sistema T-track elimina a necessidade de inspeções freqüentes, reparos e reapertos. A perfeita adequação da borracha ao formato da superfície interna do moinho cria uma vedação que protege a carcaça do equipamento contra vazamentos e corrosões. Substituições rápidas e durabilidade do revestimento, com menos interrupções para manutenção, traduzem em grande disponibilidade e performance dos moinhos que recebem os revestimentos de borrachas VULCO.
- **Saúde e segurança** – Os revestimentos de borracha reduzem significativamente a geração e transmissão do nível de ruído associado à moagem. O risco de acidentes durante a instalação é reduzido, devido ao baixo peso do revestimento.



**Acima:** Revestimento de Borracha (região periférica).



Comparado com os revestimentos metálicos, os revestimentos de borracha podem reduzir os níveis de ruídos, associados com a moagem em até 10dB, equivalente a 50% de redução registrada pelos ouvidos.

- **Baixo Custo Operacional** – Próximo ao limite da eficiência, o custo do consumo energético representa um grande custo operacional na moagem. Comparado aos tradicionais revestimentos metálicos, dentre os benefícios dos revestimentos de borracha, incluem a redução do consumo de energia por tonelada moída.

# Desenvolvimentos especiais no campo de revestimentos de borracha surgiram como resultado da forte demanda por maiores equipamentos para moagem primária.

**A adequação do projeto e uso correto de materiais aplicados aos revestimentos de borracha levam ao aumento da vida útil do equipamento e sua disponibilidade operacional.**

O projeto dos revestimentos de moinhos e materiais de desgaste que durem mais e sejam fáceis e rápidos para troca são a solução dos requisitos usuais, de modo a aumentarem a disponibilidade dos equipamentos. Tanto a borracha como os cap's metálicos atendem a essa necessidade. Uma vez que as forças de impacto nos grandes moinhos autógenos e semi autógenos podem causar taxas de desgastes bastante altas, o tempo de troca, relacionado ao alto custo da parada e os custos de manutenção são os principais fatores financeiros a considerar.

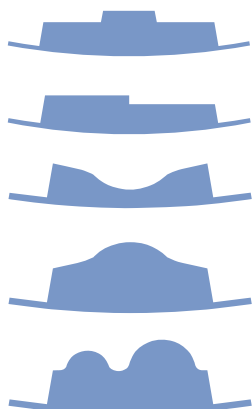
**Revestimentos de borracha em moinhos resistem mais que os de aço em serviços abrasivos.**

As características inerentes dos compostos de borracha VULCO, entre elas a elasticidade, alta resistência à tensão, abrasão e corrosão, tornam a borracha o material mais adequado para o revestimento de moinhos se comparado ao aço. A elasticidade da borracha permite a restauração ao seu perfil original após o impacto e sua alta resistência à tensão impede rasgamentos.

**Os perfis das placas e barras elevadoras são projetados conforme à aplicação específica.**

Os revestimentos VULCO são projetados e fabricados de acordo com cada aplicação e condições de moagem considerando-se fatores como variações na espessura de placas, altura, largura, perfil das barras elevadoras e distância entre elas, capacidade de moagem e potência requerida para o trabalho.

São disponíveis diversos tipos de revestimentos para espelhos de alimentação e descarga bem como as mais variadas opções de formas geométricas de barras elevadoras cujas combinações de perfis e materiais tem como objetivo levar à melhor relação custo benefício na operação.



Várias configurações de placas de cilindro: SFL, SCL, SSL, SSW, SDW e STW.

**O modelo "high-low" reduz tempo de manutenção.**

Para moagem primária, são aplicadas barras com inclinação única de larguras até 400mm (15,75") e alturas até 500 mm (19,7") instaladas alternadamente no modelo high-low. Quando há o desgaste das barras mais altas igualando-se às baixas, novas barras altas substituem as baixas. Assim, a cada troca de barras apenas a metade é substituída.

Os comprimentos das barras são facilmente adaptados para atender ao padrão dos moinhos. As placas do cilindro duram várias trocas de barras elevadoras. Repor um número mínimo de partes durante os curtos períodos de paradas, garante que um programa de custo de manutenção mais eficiente possa ser adotado para permitir uma disponibilidade máxima possível do moinho.

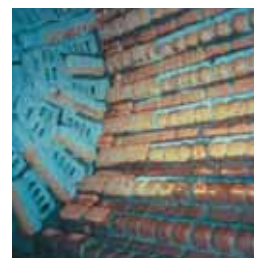


Foto Topo Superior: Placas & Barras com Cap's Metálicos para Corpo Cilíndrico e Barras & Grelhas para Sistema de Descarga.

Foto Topo Inferior: Típico circuito de Moagem com moinho SAG de bolas.

## Códigos para peças de revestimentos

| Barras Elev.    | Descrição                      | Largura (mm)   | Largura (pol.) |                  |
|-----------------|--------------------------------|----------------|----------------|------------------|
| RIC/A           | round top w/aluminum T-track   |                | 100 to 400     | 4 to 15.75       |
| RIC/S           | round top w/steel T-track      |                | 100 to 400     | 4 to 15.75       |
| QIC/A           | square top w/aluminum T-track  |                | 100 to 400     | 4 to 15.75       |
| QIC/S           | square top w/steel T-track     |                | 100 to 400     | 4 to 15.75       |
| SIC/A           | sloped edge w/aluminum T-track |                | 100 to 400     | 4 to 15.75       |
| SIC/S           | sloped edge w/steel T-track    |                | 100 to 400     | 4 to 15.75       |
| Placa Espelho   | Descrição                      | Espessura (mm) |                | Espessura (pol.) |
| HFL             | flat top                       | 40 to 150      |                | 1.6 to 6         |
| HCL             | raised centre line (hump) top  | 40 to 150      |                | 1.6 to 6         |
| HSL             | step top                       | 40 to 150      |                | 1.6 to 6         |
| Placa Cilindro  | Descrição                      | Espessura (mm) |                | Espessura (pol.) |
| SFL             | flat top                       | 40 to 200      |                | 1.6 to 7.8       |
| SCL             | raised centre line (hump) top  | 40 to 200      |                | 1.6 to 7.8       |
| SSL             | step top                       | 40 to 200      |                | 1.6 to 7.8       |
| SSW             | single wave top                | 40 to 200      |                | 1.6 to 7.8       |
| DW              | double wave top                | 40 to 200      |                | 1.6 to 7.8       |
| STW             | triple wave top                | 40 to 200      |                | 1.6 to 7.8       |
| Grelha Descarga | Descrição                      | Espessura (mm) |                | Espessura (pol.) |
| GFL             | flat top                       | 40 to 200      |                | 1.6 to 7.8       |
| GCL             | raised centre line (hump) top  | 40 to 200      |                | 1.6 to 7.8       |
| GSL             | step top                       | 40 to 200      |                | 1.6 to 7.8       |

### Notas

1. As placas e barras padrão SAP em borracha, também pode ser com "cap" metálico de alta dureza.
2. Os insertos podem ser em alumínio, aço carbono e aço inoxidável.
3. As barras elevadoras podem ter larguras de até 500 mm.

# Weir Minerals especialista em revestimentos para moinhos SAG e AG.

## O sistema SFL para Placas de Cilindro reduz o risco de ruptura.

O sistema SFL refere-se a placa do cilindro, que reúne as melhores características da combinação de liga metálica e borracha, para obter um produto superior aplicado em placas de cilindro de moinhos AG ou SAG. Usando segmentos de ligas metálicas especiais vulcanizadas a borracha, as placas SFL reduzem consideravelmente o risco de rupturas constantemente presentes nos processos de moagem, onde são utilizados corpos moedores (bolas) com diâmetros superiores a 100 mm (4").

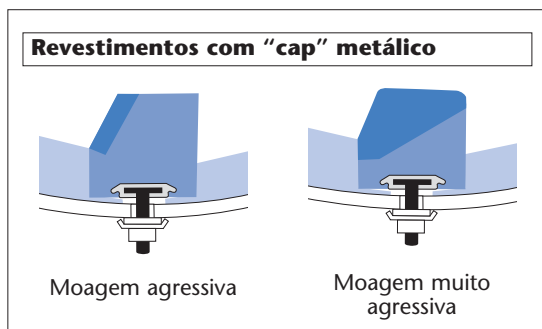
Além disso, os revestimentos SFL, são cerca de 60% mais leves que seu equivalente em metal. Isso pode ser traduzido em um aumento na capacidade de moagem.

## Revestimentos de borracha com Cap's Metálicos permitem uma melhor vida útil.

Em aplicações agressivas de moinhos SAG e AG, ocorrem situações de grandes impactos, que excedem os limites de tensão dos revestimentos de borracha, o que leva a utilização de revestimentos com cap's metálicos. Os Cap's metálicos vulcanizados sob pressão na borracha, proporcionam uma superfície altamente resistente ao impacto com considerável economia de peso.

O projeto Vulco SIC/S de barra elevadora (lifter) reduz o efeito "catarata" durante o estágio inicial da operação. Isto reduz o consumo de energia e corpos moedores, assim como desgastes no revestimento que, de outro modo, surgiram do efeito improdutivo de "catarata" da carga de moagem.

Os cap's metálicos das barras elevadoras (lifters) Vulco utilizam aço cromo-molibdênio ou ligas de metal branco fundido e vulcanizado sob pressão em elastômero (composto de borracha) natural/sintético. O composto de borracha é especialmente especificado para conferir máxima resistência à abrasão, na maioria das aplicações agressivas, geralmente encontradas nas moagens primárias. Os cap's metálicos para as barras elevadoras (lifters) são projetados para alcançar a melhor vida útil possível pela utilização das ligas metálicas de custo mais eficiente conforme as aplicações onde serão aplicadas.

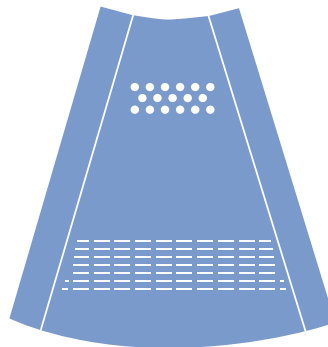


## Revestimentos de sistema descarga por diafragmas de borracha.

Aberturas com furos de passagem anti-obstrução, total vedação entre as peças, segurança e facilidade de instalação com componentes emborrachados duráveis são os principais benefícios do revestimento Vulco de sistemas de descarga por diafragmas (grelhas descarga de borracha). A aplicação de grelhas descarga de borracha proporciona melhora no fluxo (vazão) e reduz a recirculação da polpa de minério, aumentando a eficiência do moinho. Projetos específicos para cada aplicação e seleção do elastômero ideal, resultam na durabilidade dos revestimentos.

## Grelhas Descarga reforçadas e flexíveis com furação (abertura) cônica.

As grelhas descarga flexíveis de borracha Vulco têm furação (abertura) cônica, que permitem uma auto-limpeza constante e reduzem sensivelmente o entupimento (obstrução). Como resultado, as grelhas descarga possuem elevada área efetiva de abertura, permitindo alta vazão da polpa.



Esquerda: Grelha Descarga com diferentes tipos de aberturas (furos).



Revestimento de borracha para tampa (espelho) com projeto curvado.



Revestimento de borracha para cilindro.



Acima: Revestimento com "cap" metálico na região próxima a grelha descarga.

Esquerda: "Cap" metálico em revestimento de borracha tipo "dupla onda".

# Os sistemas de revestimentos Vulco para moinhos, oferecem grandes benefícios aos usuários.

## Ótimo projeto para Descarregadores de Polpa (sistema descarga por diafragma).

Descarregadores de polpa revestidos com elastômeros (emborrachados), incorporado ao projeto de descarga superior ou cone central de descarga, proporcionam alta eficiência na vazão do moinho. O conjunto é pré-montado para assegurar perfeito encaixe e vedação e evitar a necessidade de excessiva parada do moinho. Cada sistema é projetado para evitar a recirculação de polpa e otimizar a vazão, prolongando a vida útil de todo o conjunto.



## Sistema de Fixação "T-track" proporciona segurança e rápida montagem.

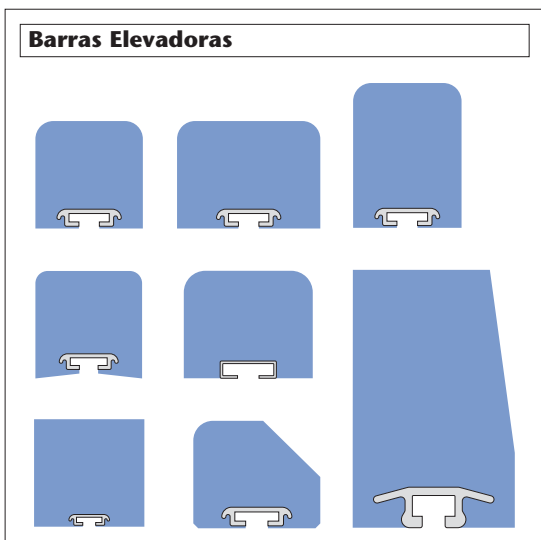
Este sistema de fixação refere-se a um trilho (T-track) de alumínio ou aço, moldado (vulcanizado) a borracha, sob alta pressão, proporcionando tanto uma vida útil longa do revestimento, quanto um sistema de fixação seguro. Este sistema garante vantagens, tanto da adesão mecânica, quanto da química, pois permite o uso de um projeto de perfil da barra elevadora (lifter) mais baixo permitindo máxima utilização da barra elevadora. Tal sistema também pode ser utilizado nas barras elevadoras com a inserção de caps metálicos.



*Acima:* Exemplo de pré-montagem do conjunto de descarga (descarregadores de polpa) para moinhos AG/SAG.

O sistema de fixação "T-track" permite que peças (barras elevadoras e placas) desgastadas ou danificadas sejam facilmente substituídas. As Barras elevadoras (lifters) podem ser substituídas sem a necessidade da remoção das placas de encosto. Segmentos periféricos de borracha, especialmente projetados, são utilizados na junção entre o corpo cilíndrico e as tampas (espelhos) dos moinhos, permitindo a troca de peças independente das outras.

*Abaixo:* Exemplos de diversos tipos de perfis de barras elevadoras (lifters).



## Sistema de fixação que evitam vazamentos.

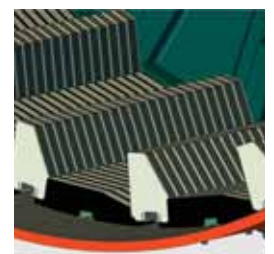
O projeto dos revestimentos de borracha prevê cuidadoso sistema de selagem de modo a se evitar qualquer vazamento durante a operação, pelo uso da arruela de borracha no conjunto de fixação. Uma bucha especial é utilizada quando ocorre a troca do revestimento de aço pelo de borracha de modo a centralizar o grampo de fixação e evitar que haja infiltração de polpa nas furações da carcaça do moinho e alargamento por desgaste.

## Otimização da geometria da barra elevadora (lifter).

Para cada aplicação é realizada uma análise da trajetória dos corpos moedores (DEM – método de elemento discreto), para garantir a especificação correta do ângulo de ataque da barra elevadora (lifter), garantindo que a potência disponível seja convertida no processo de redução do tamanho de partícula de metal da maneira mais eficiente.

## Conjuntos com peças mais leves levam a maior economia de produção.

Descarregador de polpa, cone central de descarga, trunnion e trommel são confeccionados em aço e revestidos de borracha com alta resistência abrasiva e com inserções de pastilhas cerâmicas, quando necessário. Baixos custos de operação, através de economia de energia, são alcançados através de reduções significativas do peso do sistema.



*Acima:* Revestimento de borracha tipo SFL com inserção de cap metálico.

*Esquerda:* Exemplo de placa de borracha tipo SFL.

# Serviços da Weir Minerals oferecem permanente assistência técnica no pós venda.

## Uma rede global assegura que a Weir Minerals esteja sempre perto das operações dos clientes.

A Weir Minerals tem uma rede global de escritórios e centros de serviços mundiais para proporcionar plena e constante assistência técnica aos produtos Vulco, incluindo:

- Análises de projetos de moagem.
- Serviços de monitoramento e controle dos revestimentos.
- Qualidade assegurada e sistema de rastreabilidade.
- Supervisão da instalação/montagem do revestimento.
- Gerenciamento do consumo de peças e estoques.

## Qualidade comprovada em testes.

Os produtos VULCO são checados quanto à qualidade do projeto e engenharia para assegurar a correta montagem no mínimo tempo de instalação. Todas as unidades de fabricação da Weir Minerals ao redor do mundo estão qualificadas para a garantia dos padrões de qualidade de modo a garantir que os revestimentos VULCO sejam fabricados sob os mais altos padrões de qualidade.

Além disso os processos de qualidade da Weir Minerals, os quais incluem procedimentos de checagem das matérias-primas através de testes visuais, eletrônicos, químicos e físicos, garantem que os produtos VULCO atendam os requisitos do projeto, qualidade e às expectativas de operação para as quais foram selecionados.



*Acima: Controle e medição de desgaste para previsão de vida útil do revestimento.*

*Abaixo topo: Inspeção de revestimento com sistema de descarga por diafragma.*

*Abaixo Inferior: Moinho SAG com trommel de descarga.*



*Acima: Conformidade total e compromisso com sistema de segurança do trabalho, durante a manutenção.*



*Esquerda: Inspeção do revestimento de borracha Vulco.*



*Acima: Sistema de telas modulares para Trommel de Descarga.*

*Abaixo: Trommel de Descarga revestidos de borracha, com telas metal/borracha. Desenvolvidos e projetados com análise de elementos finitos (FEA), garantem melhor performance operacional e baixos custos de manutenção.*



*Acima: Proteção Antiabrasiva com revestimento de borracha aplicado na estrutura metálica.*



**WARMAN®** Bombas para Polpas Abrasivas  
**GEHO®** Bombas de Deslocamento Positivo para Polpas Abrasivas  
**VULCO®** Revestimento Antiabrasivos  
**CAVEX®** Hidrociclones  
**FLOWAY PUMPS®** Bombas Verticais tipo Turbinas  
**ISOGATE®** Válvulas para Polpas Abrasivas  
**MULTIFLO®** Bombas para Desaguamento de Minas  
**HAZLETON®** Bombas Especiais para Polpas Abrasivas  
**LEWIS PUMPS™** Bombas Verticais para Ácidos  
**BEGEMANN PUMPS™** Bombas Centrífugas para Processos



Para mais informações dos produtos e serviços Weir Minerals, contate nosso escritório de vendas mais próximo ou visite nosso site [www.weirminerals.com](http://www.weirminerals.com)

#### Weir Minerals Brasil

##### São Paulo - Matriz

Rua João Ventura Batista, 622  
 V. Guilherme - São Paulo - SP  
 CEP 02054-100  
 Fone: 11 2187 1860  
 Fax: 11 2187 1870  
[weirbrasil@weirminerals.com.br](mailto:weirbrasil@weirminerals.com.br)

##### Curitiba

Fone: 41 3026 3595  
**Contagem** Fone: 31 3311 1888  
**Vitória** Fone: 27 2127 4700  
**Salvador** Fone: 71 9105 8836  
**São Luís** Fone: 98 8113 9341  
**Belém** Fone: 91 3202 2999  
**Carajás** Fone: 94 9163 4858

Fax: 41 3026 3595  
 Fax: 31 3311 1899  
 Fax: 27 2127 4707

[weirbrasilcb@weirminerals.com.br](mailto:weirbrasilcb@weirminerals.com.br)  
[weirbrasilbh@weirminerals.com.br](mailto:weirbrasilbh@weirminerals.com.br)  
[weirbrasiles@weirminerals.com.br](mailto:weirbrasiles@weirminerals.com.br)  
[weirbrasils@weirminerals.com.br](mailto:weirbrasils@weirminerals.com.br)  
[weirbrasilpa@weirminerals.com.br](mailto:weirbrasilpa@weirminerals.com.br)  
[weirbrasilpp@weirminerals.com.br](mailto:weirbrasilpp@weirminerals.com.br)

Excellent  
 Minerals  
 Solutions

