



## Inversores de Frequência Aplicados em Processos de Mineração Trazem Ganho de Produtividade, Economia de Energia e Manutenção Reduzida.

Eng. Cristian Benedet Tezza - [cristian@weg.net](mailto:cristian@weg.net)  
WEG AUTOMAÇÃO

Av. Prefeito Waldemar Grubba, 3000 – 89256-900 – Jaraguá do Sul – SC - Brasil

**Resumo:** Este artigo tem como objetivo apresentar possíveis soluções que podem ser utilizadas por empresas de mineração – extração e processamento de rochas para construção civil, utilizando os inversores de frequência WEG. Neste contexto o presente artigo apresenta uma abordagem dos processos de mineração, tipos de atividades e possíveis ganhos com a produtividade, economia de energia e redução de quebras mecânicas. Desde as esteiras de transporte do mineral, britadores, peneiras para a seleção de tamanho das britas e até mesmo nos sistemas de filtragem do ar (filtros de manga), os inversores podem ser empregados com ganhos significativos, tanto na economia de energia, como no aumento da produção dos equipamentos e até mesmo reduzindo quebras mecânicas e paradas para manutenção.

### 1 INTRODUÇÃO

No presente artigo será apresentado um estudo de caso baseado em uma aplicação existente, da qual foi possível obter excelentes resultados por processo, com a utilização de inversores de frequência nos acionamentos de motores de indução trifásicos de corrente alternada. Os inversores foram utilizados em diferentes aplicações numa mineradora que extrai e processa pedras para a construção civil.

O segmento de mineração é bastante variado e com diferentes processos para extração de diferentes minerais ou rochas. Em todos eles se utiliza em larga escala motores elétricos como energia motriz para extrair, transportar, triturar e separar o minério, além de sistemas periféricos como: bombeamento e reciclagem de fluidos, tratamento e controle na emissão de poluentes como poeira tóxica, gases, etc. Estes motores quando usados adequadamente possuem níveis de rendimento bem elevados, que podem ainda serem melhorados com o uso de inversores.

Este desenvolvimento somente foi possível devido a uma parceria da WEG com um de seus clientes do setor. A parceria com seus clientes é um dos pontos fortes da empresa, pois gera conhecimento e abre novas oportunidades para ambos, fortalecendo seus negócios. O trabalho desenvolvido nesta mineradora é um exemplo de que esta parceria pode trazer ótimos resultados.



## 2 DETALHAMENTO DOS PROCESSOS

Para que fique mais claro o trabalho realizado e as condições da aplicação, primeiramente serão apresentadas as diversas etapas deste tipo de atividade.

### Extração

No caso de mineradoras a céu aberto, a extração das rochas/minério é feita através de explosões por dinamite e por máquinas hidráulicas, sendo desnecessários equipamentos de perfuração e escavação subterrâneos.



### Transporte

O transporte do mineral / rochas até o local de processamento pode ser realizado por caminhões ou por esteiras transportadoras. Quando realizado por esteiras, as mesmas são movidas por motores elétricos. No caso de esteiras com inclinação em declive, quando carregadas, as mesmas atuam freando a carga e no caso de aclive elas atuam motorizando.



Quando as esteiras operam em declive, a energia potencial gravitacional da carga faz com que os motores sejam arrastados e esta energia é devolvida a rede, pois, nesta situação, os motores passam a funcionar como geradores. Esta ação é também conhecida como regeneração. Nos casos onde se deseja um maior controle e variação da velocidade da esteira, é possível utilizar conversores do tipo regenerativo.





Também utiliza-se esteiras para transportar material de um processo ao outro na alimentação de máquinas.

O material transportado pode ser simplesmente acumulado como forma de “pulmão” devido às variações dos demais processos, ou pode-se controlar a velocidade de transporte para que o material acompanhe a velocidade de absorção de cada máquina alimentada, o que exige variação de velocidade.



## Britagem Primária

Antes de efetuar a trituração das rochas para que fiquem no formato e tamanho desejados, as mesmas são quebradas em tamanhos menores, no caso de extração de pedras britas para construção civil, esta etapa é realizada por um britador de mandíbulas. Estas máquinas são bastante robustas e para terem torque suficiente para quebrar as rochas elas utilizam motores elétricos sobredimensionados e grandes volantes de inércia para acumular energia cinética.

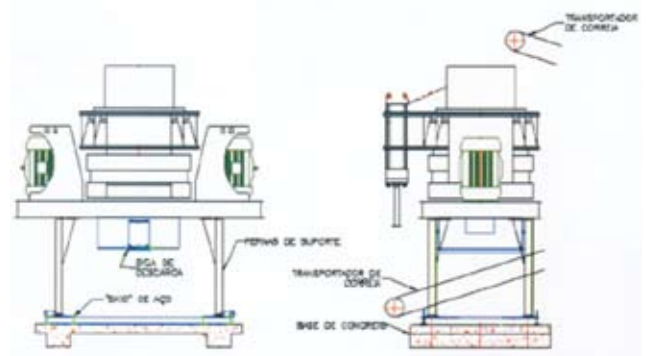


## Britagem

A britagem ou trituração das pedras para a obtenção do mineral em tamanho adequado (diferentes tamanhos de pedras britas) é realizada pelo triturador ou britador.

Existem diversos tipos e modelos de britadores, neste caso específico vamos falar dos britadores de eixo vertical (VSI - Vertical Shaft Impactors).

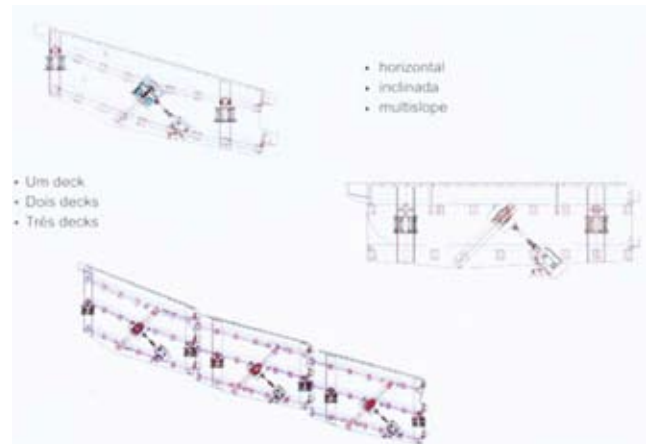
Os britadores de eixo vertical (VSI) fazem a trituração das pedras utilizando-se da força centrífuga, ou seja, as pedras são arremessadas contra uma parede interna revestida também por rochas. A força centrífuga surge com o giro do eixo do britador que tem acoplado a ele um ou mais motores elétricos.





## Classificação do Material

Logo da trituração, as pedras de tamanhos diversos são levadas por meio de esteiras ao processo, que no caso de pedras britas para construção civil, seleciona por tamanhos os fragmentos (britas) obtidos do processo de Britagem. Neste caso específico a separação é realizada por meio de peneiras vibratórias.



## 3 GANHOS DE PRODUTIVIDADE E ECONOMIA DE ENERGIA

Através da parceria WEG com um cliente na área de mineração de pedras para construção civil, foi possível realizar testes com inversores de frequência nos diversos processos desta mina e chegar a um resultado surpreendente. O processo que mais chamou a atenção foi justamente o processo de britagem efetiva das pedras, o qual utiliza britadores de mandíbulas, cônicos e os modernos VSI, de eixo vertical. Neste processo as máquinas utilizadas são fornecidas e fabricadas por grandes empresas de reconhecimento mundial como (Metso - Finlândia, Remco - USA, Sandvik - Suécia, etc). Muitas destas máquinas, como são fornecidas originalmente, não utilizam inversores de frequência e com isso não permitem, em condições normais, variação de velocidade. Neste caso específico, os britadores sofreram alterações de sua concepção original, onde substituiu-se o sistema de partida convencional por um inversor de frequência. Também é importante salientar que neste caso o britador utiliza dois motores com acoplamento mecânico por correias e polias, os quais devem operar em sincronismo para que funcionem perfeitamente.

Realizadas as modificações e com o uso de inversores WEG a mineradora efetuou alguns testes onde variou a velocidade nominal do motor durante a britagem. Deste experimento a mineradora chegou a uma velocidade ideal de operação, que não era a velocidade nominal da máquina, a qual produziu britas de alta qualidade e ainda com aumento expressivo de produtividade em relação à produção da máquina original. O aumento da produtividade chegou próximo ao dobro. Vale ressaltar que para este tipo de atividade é muito importante o formato das pedras (idealmente cúbico/retangular) após a britagem, pois este formato influencia na qualidade e resistência do concreto. Segundo a mineradora com o inversor consegue-se uma melhor padronização do formato das pedras.



Simplesmente este fato já justificaria o investimento, porém após um mês de operação, a utilização de inversores de frequência permitiu uma economia de energia elétrica em torno de 20%, o que foi comprovado através da fatura de energia recebida da concessionária.

Estes resultados foram tão significativos que chamaram a atenção de um fabricante de britador, que chegou a visitar a mineradora para verificar as alterações feitas em comparação ao equipamento original de fábrica e seus resultados. Durante a visita este fabricante comprovou que os resultados demonstraram-se excelentes e muito além do esperado pelo usuário, porém dentro das estimativas para uso de inversores de frequência.

Além do processo de britagem, esta mineradora começou a empregar também inversores para os demais processos, como esteiras transportadoras, peneiras e sistemas periféricos. Destes outros processos a empresa obteve também vantagens como ajuste da velocidade de acordo com a produção momentânea e redução do consumo de energia, já que ao funcionar em menor velocidade, a potência consumida pela máquina também é reduzida para cargas de torque constante ou quadrático, que é o caso das esteiras, bombas e ventiladores.

A classificação do material por peneiramento é um processo dinâmico, onde as regulagens exigem alterações dos contra-pesos vibratórios das peneiras para obter uma classificação ideal, o que é obtido através de uma operação experimental demorada e que só pode ser realizada com a máquina parada. Com o uso de inversores nesta etapa, além de não ser necessário parar o processo, o operador pode ir ajustando a velocidade e visualmente identificar o ponto ideal para cada tipo de pedra e carga.