

**Alimentação de Rock Boulders e não britáveis na britagem primária****Rock Boulders and non-crushable feed in primary crushing**

DOI:10.34117/bjdv6n9-700

Recebimento dos originais: 08/08/2020

Aceitação para publicação: 30/09/2020

**Dayana Rosy Souza dos Santos**

Bacharela em Engenharia Sanitária e Ambiental

Instituição: UFPA - Universidade Federal do Pará – Campus Belém

Endereço: Instituto Federal do Pará, Belém, Brasil

E-mail: dayana.rossy@gmail.com

**Maycon Ruan Pinheiro de Oliveira**

Bacharel em Ciência e Tecnologia

IFPA-Instituto Federal do Pará – Campus Belém

Endereço: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Avenida Almirante Barroso, Marco, 66093020 - Belém, PA – Brasil

E-mail: mayconruan25@gmail.com

**Inaldo de Sousa Sampaio Filho**

Mestre em Recursos Naturais da Amazônia

IFPA-Instituto Federal do Pará – Campus Belém

Endereço: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Departamento de

Recursos Naturais, Coordenação de Mineração

Avenida Almirante Barroso, Marco, 66093020 - Belém, PA - Brasil

E-mail: inaldo.filho@ifpa.edu.br

**Reginaldo Sabóia de Paiva**

Doutor em Engenharia Elétrica

Instituição: Universidade Federal do Pará – Campus Ananindeua

Endereço: Universidade Federal do Pará, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Elétrica

Folha 17, quadra especial lote especial, Nova Marabá

68500-000 - Marabá, PA - Brasil

E-mail: regisabo@ufpa.br

**RESUMO**

Os blocos de rocha (*Rock boulders*) fora da especificação podem influenciar diretamente na geração de certas limitações na produção de um empreendimento mineiro, bem como, materiais não britáveis que podem ser alimentados na britagem primária. Influenciando na produtividade e provocando paradas não programadas dos equipamentos. A presença dos não britáveis pode causar danos a estrutura dos britadores. Além disso, a atividade de fragmentação é uma das mais importantes desenvolvidas dentro do ciclo de produção de uma mina. Surgiu assim a possibilidade de se pensar de que forma os blocos de rochas e materiais não britáveis influenciam na britagem primária e como proceder para evitar esse entrave. O objetivo desta pesquisa é compreender os impactos causados pela alimentação de blocos e não britáveis na britagem primária, assim como, fazer levantamento das principais técnicas utilizadas para sua desobstrução. Como metodologia utilizou-se a

ferramentas SIGAA, fazendo um levantamento bibliográfico, sendo sua estrutura definida com base nos objetivos propostos. Técnicas de desobstrução como a utilização de pinça hidráulica, rompedor hidráulico e uso de explosivos, assim como, plano de ação para retirada das peças. Destacou-se as principais práticas de mitigação de alimentação de blocos e ferramenta de ataque na britagem primária como: utilização de procedimentos de automação; promoção de melhoria do processo de desmonte de rochas; planos de ação para manutenção dos equipamentos; planos de ação para identificação e retiradas de não britáveis dispersos na cava. Assim se evitará a introdução de materiais não britáveis em britadores.

**Palavras-chave:** Impacto, Automação, Desmonte de rocha, Desobstrução, Explosivos.

## **ABSTRACT**

Off-spec rock boulders can directly influence the generation of certain limitations in the production of a mining enterprise, as well as, non-crushable materials that can be fed into primary crushing. Influencing productivity and causing unscheduled equipment downtime. The presence of non-crushables can cause damage to the structure of crushers. In addition, the fragmentation activity is one of the most important developed within the production cycle of a mine. The possibility has arisen to think about how the blocks of rock and non-crushable materials influence the primary crushing and how to proceed to avoid this obstacle. The objective of this research is to understand the impacts caused by the feeding of blocks and non-crushable materials in primary crushing, as well as to survey the main techniques used to clear them. As a methodology, SIGAA tools were used, making a bibliographic survey, being its structure defined based on the proposed objectives. Clearance techniques such as the use of hydraulic pincers, hydraulic breakers and the use of explosives, as well as the action plan for the removal of the parts. It was highlighted the main practices of mitigation of block feeding and attack tool in primary crushing as: use of automation procedures; promotion of improvement of the process of disassembling of rocks; action plans for maintenance of equipment; action plans for identification and withdrawal of non-crushable dispersed in the pit. This will avoid the introduction of non-crushable materials in crushers.

**Keywords:** Impact, Automation, Rock Removal, Clearance, Explosives.

## **1 INTRODUÇÃO**

A britagem é o conjunto de operações físicas que objetivam a fragmentação de blocos do minério extraído da mina, adequando-os a uma determinada granulometria para uso direto ou para o seu processamento. A britagem é aplicada em rochas com tamanhos variando de 10 mm até 1000 mm. Geralmente a britagem é realizada dentro de estágios convenientes, podendo ser desenvolvida em quatro estágios. (SOARES,2012)

A Britagem primária aplica-se diretamente ao material minerado, ou a qualquer outro material grosseiro e consiste de uma ou várias etapas de aplicação de pressão ou de impacto sobre o material com tamanho de partícula adequado para ser alimentado a um equipamento de moagem primária. (SOARES,2012)

Luz et. al (2018) relata que até que o material esteja adequado ao processo industrial, ele passa por diversos estágios de fragmentação, que vão desde a mina onde são desmontados os blocos de rochas, seguido da britagem.

O comportamento de partículas no interior de britadores não é trivial, pela complexidade do modo com que os esforços aplicados são distribuídos entre as partículas. Assim sendo, o entendimento das características de quebra dos materiais pode facilitar a compreensão deste comportamento. (NEVES, 2005)

Os problemas de alimentação estão entre as causas mais comuns do britador. Eles são responsáveis por cerca de 70% dos problemas de desgaste de revestimento e diminuem a vida útil da câmara de britagem. (SANDVIK, 2020)

O referido trabalho será pautado na alimentação de blocos de rochas fora das dimensões assim também como a alimentação de não britáveis e de que maneira eles influenciam na britagem primária. Devido a precisão de se obter dados sobre o referente assunto, destacando sua relevante importância no processo mineral que por sua vez, a falha contribui em acarretar em impactos nas fases seguintes.

Uma condição ruim de alimentação pode reduzir a vida útil de um revestimento em até 70% quando comparado com um britador alimentado corretamente. (METSU, 2020)

Na indústria da mineração, as Usinas de beneficiamento de minério e na mina propriamente dita, estima-se uma produção em larga escala devido seu grande porte, assim, a produtividade é o foco primordial. Uma vez que ocorra alguma alteração durante o fluxo da produção irá interferir na economia e no gasto de energia.

Para que se alcance saldo positivo no que tange a economia, deve-se obter redução de custos para então se obter aumento de produtividade, sendo de extrema importância identificar qualquer oportunidade de melhoria e definir ações que possam gerar retorno. (FERREIRA,2020)

No processo de extração mineral considera-se como uma de suas etapas principais o desmonte de corpos rochosos realizado empregando explosivos. O desmonte é responsável em média por 20% do custo unitário da produção. (FREITAS, M.E.P; MORAIS, D.S.,2020)

Sendo a fragmentação um dos processos mais importantes desenvolvidas dentro do ciclo de produção de uma mina. Tem-se como entrave geralmente as paradas não planejadas do britador primário, por uma obstrução na alimentação de blocos de rocha e materiais não britáveis.

As paradas de produção impactam drasticamente na entrega dos resultados das mineradoras, e o correto mapeamento dessas paradas, sejam elas devido a manutenções eletromecânicas ou

operacionais, permite a construção de indicadores assertivos e direcionamento para atuação nas causas raízes do problema. (FERREIRA, 2020)

Na maioria das vezes a remoção dos blocos de rocha e não britáveis, expõe o colaborador à situação risco e até mesmo o próprio equipamento poderá ter seu desempenho afetado se a desobstrução for feita de maneira incoerente e sem a devida técnica. (METSO)

A proposta da construção deste trabalho deu-se através de uma proposta metodológica com uma turma virtual utilizando a ferramenta SIGAA. Foi feito um levantamento bibliográfico.

Como maneira de mitigar essa problemática, abordaremos sequencialmente algumas formas e procedimentos que devem ser adotados para que se tenha uma britagem eficaz e minimizar possíveis obstruções futuras.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

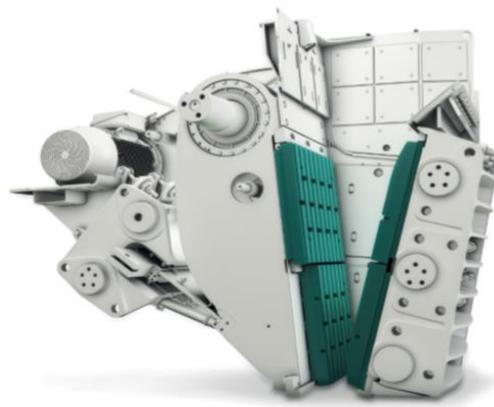
A metodologia utilizada no trabalho foi feita uma pesquisa através de levantamento bibliográfico e utilização da ferramenta SIGAA (Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 TÉCNICAS DE DESOBSTRUÇÃO NA BRITAGEM PRIMÁRIA

O presente tópico será destinado na abordagem da problemática em si, foco primordial da pesquisa. Principais técnicas para a desobstrução de britadores utilizadas na britagem primária, dentre outros equipamentos destacamos os britadores de mandíbula (JC) e britadores giratórios (GC) conforme figuras 1 e 2 a seguir.

Figura 1. Britador de Mandíbula - JC (*jaw Crushers*).



Fonte: METSO 2004.

Figura 2. Britador Giratório- GC (*Giratory Crusher*)

Fonte: Soares 2012.

A fim de que o britador exerça sua performance com excelente rendimento, a alimentação deve ser feita com blocos de dimensões que sua capacidade suporta triturar, no entanto, a falta de controle da entrada de blocos de rocha e não britáveis acarreta na obstrução do equipamento. Assim, deve ser feita a retirada imediata, porém, essa tarefa requer diversas técnicas como uso de pinça hidráulica, braço hidráulico, e até mesmo o uso de explosivos, sendo de extrema cautela para evitar danos ao equipamento e riscos ao operador.

Os bloqueios devem ser executados pelo operador de uma posição de segurança e a entrada de pessoal no interior do britador deve ser vetada por segurança. Vale ressaltar que antes a planta deve ser desligada e bloqueada antes de qualquer ação de desbloqueio do britador.

Os procedimentos utilizados para desobstrução do britador devem ser seguidos com clareza. Deve-se ter precaução para que a eventual liberação repentina de material bloqueado não venha colocar em risco a vida do colaborador.

Conhecidos como “matações”, os blocos de rocha ficam entalados na boca do britador, em uma situação crítica que exige atenção, treinamento e conduta criteriosa por parte do operador, para não danificar o equipamento e prejudicar a produtividade. (SANTELMO, 2019)

Apontado como uma das respectivas causas da perda da produtividade na britagem primária é o engaiolamento dos blocos de rocha na ‘boca’ do britador.

Segundo Santelmo (2019), este problema pode ser resolvido com o emprego de um braço rompedor para fragmentar a rocha e dar continuidade ao processo, além disso, ele relata que o fornecedor do conjunto de britagem já inclui o braço rompedor como item opcional para o fim a que se destina.

### 3.1.1 Pinça hidráulica

A Pinça Hidráulica é um equipamento utilizado na desobstrução de britadores no processo mineiro possibilitando a remoção de materiais não britáveis que por vezes acabam por obstruir a entrada de matéria prima no britador primário, essa obstrução acarreta em uma paralisação forçada no processo visto que a britagem primaria é uma das primeiras fases do processo mineiro e que vai fornecer o material a ser utilizado no restante do processo.

A pinça foi desenvolvida com a finalidade de evitar a descontinuidade da produção por engaiolamento ou entupimento do britador primário, problema esse que ocorre quando “matacos” ou outros tipos de materiais não britáveis que podem ser resultados de despendimentos de peças do maquinário utilizado obstruem o britador. É uma tecnologia inovadora que permite além da desobstrução como também troca/viradas de mandíbulas e manutenção em toda a área do britador, resultando numa maior produtividade (devido à redução de paradas) e evitando acidentes na britagem primária. Temos a seguir na figura 3 uma pinça hidráulica.

Figura 03. Temos uma pinça hidráulica.



Fonte: GUINDAUMEC, 2020.

A pinça hidráulica é um equipamento que melhora a produtividade, seu custo é menos oneroso, porém, sem a rapidez do rompedor hidráulico, pelo motivo de ter que executar o transporte do bloco que passará pela fragmentação secundária antes de retornar ao britador. (OHASHI, 2004)

O uso desta ferramenta apenas posterga a solução do problema, pois a rocha ou minério serão removidos e enviados a um local adequado de quebra para, depois, retornarem ao britador. (SANTELMO, 2019)

A pinça acaba por não ser tão indicada pois ela apenas postergar a solução, pois no caso do material que está obstruindo o britador ser um mataco ele terá que passar novamente por um processo de desmonte para retornar a britagem, assim gerando mais custos a operação.

### 3.1.2 Rompedor hidráulico

A introdução de periféricos aumenta a segurança e/ou desempenho dos equipamentos favorecendo alcançar aumento no ganho de produção dependendo da instalação. O rompedor hidráulico é um equipamento utilizado para romper o bloco de rocha utilizado para desobstrução do britador. (METSO; OHASHI, 2004)

A seguir, tem-se na figura 04 um rompedor hidráulico da METSO.

Figura 04. Rompedor Hidráulica da METSO.



Fonte: METSO, 2020.

O rompedor hidráulico é considerado o melhor equipamento para o devido fim, porém, o seu custo é elevado por ser importado, é eficiente pois, consegue desobstruir com rapidez, há uma preocupação em seu uso por acidental dano causado ao britador devido ao seu impacto quando operado sem a devida técnica. (OHASHI, 2004)

A produção da planta a longo prazo é significativamente aprimorada quando a estação principal é equipada com uma solução de rompedor. O tempo de inatividade devido a acúmulos e bloqueios pode ser facilmente reduzido ao mínimo. Isso garante um fluxo constante de material através da estação primária para as próximas etapas do processo. (METSO)

É o equipamento mais adequado para essa finalidade. Seu uso recomenda-se que se aplique a ponta do rompedor a 90 graus da superfície do bloco e deve-se evitar que a ponta escape e atinja diretamente a estrutura do britador. Como a ação é feita no britador não se tem gasto de tempo com remoção ou içamento do bloco, assim, permite a continuidade do fluxo da britagem. (SANTELMO, 2019)

Ainda segundo Santelmo (2019), discorre que o dimensionamento incorreto do rompedor ou do braço pode ser um fator prejudicial à operação. Necessitando ser dimensionado conforme a dureza da rocha e o braço, em função da geometria da instalação da britagem primária. Se o

rompedor tiver uma força insuficiente trará uma perda de produtividade devido um maior tempo no rompimento, podendo assim, afetar sua eficiência de operação.

### **3.1.3 Plano de ação retirada de não britáveis**

O plano de ação para a retirada de não britáveis é importante, tendo em vista que esse tipo de material pode prejudicar o andamento do projeto causando perdas de produtividade, econômicas e podendo ocasionar riscos à saúde dos colaboradores. O plano de ação é uma ferramenta em que pode se pré-determinar o método a ser utilizado durante um eventual problema na britagem com a obstrução do britador a escolha do processo a ser utilizado tem se início a partir do material a ser retirado, do britador que está sendo utilizado e também os custos e tempo são avaliados, sabendo que a obstrução do britador irá gerar perdas significativas em relação a produção, quanto mais tempo parado mais prejuízos se tem.

Não britáveis são em sua maioria dantes de escavadeiras que durante o processo da mineração acabam por se partir, isso podendo ser por falta de manutenção dos equipamentos ou utilização de equipamentos já obsoletos com uma grande vida útil, esses materiais se misturam com o minério e são muitas das vezes de difícil identificação no meio de todo o minério e são por vezes alimentados no britador, onde por não terem as características do material a ser britado acabem obstruindo o britador parcial ou totalmente.

Nesse momento são utilizadas ações para se desobstruir o britador, inicialmente tem a interrupção da alimentação do britador, onde os caminhões são parados e aguardam a ordem para descarregar no britador e também podem ser feitas pilhas de minérios para tentar diminuir o impacto gerado na retirada do minério, assim podendo diminuir, mas não evitar a perda de produtividade. Assim também é necessário o desligamento temporário do britador, posteriormente se faz a retirada do material de acordo com a forma mais adequada dependendo do material indesejável e também das orientações do fabricante de cada equipamento.

Importante enfatizar que seja seguida as instruções de segurança de cada britador, para que seja efetuado a retirada de não britáveis da forma correta e sem risco aos colaboradores, já existem no mercado modelos de britadores que tem mecanismos de alívio de pressão para a segura retirada de materiais indesejáveis, assim como britadores com mecanismos de suspensão desses tipos de materiais.

### 3.1.4 Uso de explosivos

A utilização de explosivos para a remoção de blocos de rochas dentro do britador primário não é recomendada devido seus riscos ao manuseio, porém, tem-se esta técnica como forma de desobstruir o britador. Contudo, ainda que encontre a possibilidade de executar tal técnica, as medidas de segurança devem ser criteriosamente tomadas com a utilização das substâncias explosivas.

O emprego de explosivos é adotado em alguns casos, temos principalmente essa aplicação em minas de pequeno porte, devido não possuírem das outras técnicas abordadas anteriormente e por esse motivo se dispõem a adotar o desmonte por explosivos do bloco dentro do britador. Além disso, a detonação pode ser a forma mais econômica de quebra da rocha, diminuindo assim, a quantidade de material de grandes dimensões.

Essa prática causa riscos, pode danificar os equipamentos e ainda necessita de operador com bastante experiência na aplicação da técnica de desmonte em ambiente controlado.

Adotam-se cargas moldáveis, projétil contido, explosivos militares, energéticos entre outros. Algumas cargas possuem potencial em gerar *flyrock* e alto ruído e prejudicam o britador.

Executar a desobstrução de blocos de rochas por explosivos deve ser evitado, por causar danos ao britador, pela falta de equipe treinada para esse fim e por riscos gerais de explosão/detonação. Porém, poderá existir situações em que esta ação seja justificável, seguindo sempre as devidas recomendações e precauções no que tange a segurança.

A entrada de colaborador no interior do britador deve ser vetada a menos que seja para executar manutenção programada do equipamento. Para tanto, a inserção de carga explosiva no britador deve ser feita com o auxílio de um bastão.

Ressalta-se que somente colaboradores bem treinados no manuseio e uso dos explosivos devem apenas usar apenas dispositivos explosivos adequados para sua iniciação.

Deve-se então adotar um plano para uso de explosivos com seus respectivos procedimentos para que sejam utilizados com responsabilidade, só assim então, a detonação pode ser realizada em britadores, contudo se for realizada com muita cautela e premeditação.

## 4 PROCEDIMENTOS DE MITIGAÇÃO

Para que a performance da britagem seja alcançada com excelência, os entraves de rock boulders e não britáveis na alimentação devem ser mitigadas. A seguir será abordado algumas formas de mitigação como a promoção de melhoria no processo de desmonte de rochas, assim como a utilização de procedimentos automatizados, e até mesmo com aplicação de plano de ação para

manutenção dos equipamentos e planos de ação com forma de identificar e promoção da retirada de não britáveis dispersos na cava.

#### 4.1 MELHORIA PROCESSO DE DESMONTE DE ROCHAS

O desmonte de rochas é uma parte fundamental da mineração, pois é uma das primeiras etapas do processo e de onde vai sair o material para a alimentação da usina e da sequência as fases seguintes do beneficiamento, um desmonte bem efetuado vai proporcionar uma boa britagem do material e assim por diante uma boa evolução nas etapas seguintes do beneficiamento.

O melhor meio de mitigar a obstrução do britador é através do desmonte eficiente e treinamento dos colaboradores de carregamento, para se evite na alimentação a entrada de grandes blocos no britador. (OHASHI, 2004)

Simultaneamente ao aperfeiçoamento dos métodos de lavra, os explosivos a partir da década de 40 veem passando por uma complexa evolução tecnológica, buscando atingir uma maior otimização dos resultados com foco em: aumento da segurança no manuseio, aumento da resistência a água, melhor fragmentação das rochas, com menor custo por unidade de rocha desmontada (BRITANITE, 2009).

Para obtenção de redução nos eventos de paradas devido a presença de blocos assim como engaiolamento no processo de britagem primária, é de suma importância melhorar as técnicas de desmonte, assim como dos controles operacionais, e a utilização de explosivos mais energéticos bem como o uso de sistemas eletrônicos de iniciação. (GONTIJO et al, 2020)

O desmonte de rochas tem como sua principal característica a fragmentação e distribuição granulométrica do maciço rochoso adequadas, permitindo o carregamento, transporte, manuseio e beneficiamento eficientes e apropriados. Afim de se obter forma adequada. (IRAMINA, 2015).

A escolha do método de desmonte a ser utilizado se dá a partir do tipo de material que se deseja fragmentar, um estudo da geologia da área se faz necessário para essa escolha. Um geólogo com experiência local seria indicado, pois teria mais facilidade a identificar possíveis alterações nas características do material a ser desmontado, tendo em vista que que pontos importantes sobre o minério podem mudar no espaço da lavra, características essas que podem influenciar em uma melhor ou pior fragmentação do material, podendo gerar muitos finos assim como também pode se gerar blocos maiores que interferem na qualidade da britagem ou na produtividade da mina, estudos sobre a geologia, propriedades do material serão necessários para que possa se elevar a produtividade e também diminuindo os riscos de perda de material, danos aos equipamentos e possibilidades de falhas no decorrer do processo.

Adequações na área a ser efetuado o desmonte, minimizando o polígono de decapagem para a mesma quantidade de minério a ser extraído pode ser uma maneira muito eficaz de reduzir o número e o tamanho dos blocos extragrandes gerados pela decapagem (METSU, 2018).

A utilização de métodos sem ser seguindo um estudo como recomendado pode acarretar em prejuízos em toda a produção, podendo gerar gastos com desmonte secundário em caso de geração de matacões, obstrução do britador e paralisação do mesmo onde isso acarretaria na paralisação da usina até a desobstrução do britador, isso geraria perdas como diminuição de produção, atraso na entrega de pedidos, queda de ganhos e riscos a vida dos trabalhadores do processo.

#### 4.2 UTILIZAÇÃO DE PROCEDIMENTOS AUTOMATIZADOS

A automação pode ser utilizada tanto na lavra como na usina, na lavra deve-se usar câmeras posicionadas para que o operador possa identificar a falta de dentes da escavadeira. Pois, uma vez que a remoção de uma pá ou de um carregador de um triturador obstruído é altamente perigosa devido à enorme quantidade de energia cinética armazenada.

A utilização de procedimentos automatizados favorece o controle da alimentação, assim atinge-se a capacidade máxima e eleva a produtividade. Elimina a subjetividade, contribuindo para que o setup seja controlado, controle de nível e desbloqueio de britador.

A inserção de um pórtico acima da entrada da mina para alocar câmeras com inteligência artificial e imagem estéreo, esse equipamento fará um tipo de varredura no caminhão transportador de matéria prima, com a finalidade de detecção das rochas e analisar o seu tamanho em tempo real. Assim, é possível a identificação de qualquer material com tamanho grande. Uma vez que o equipamento detecta o grande bloco, o sistema alerta automaticamente e o caminhão é desviado da rota de alimentação para que o problema seja solucionado.

Já para os não britáveis como os dentes da pá e da pá carregadeira que também podem viajar a jusante e obstruir trituradores. Os fabricantes dispõem de equipamentos para alertar os operadores quanto à falta ou quebra de dentes antes de serem transportados a jusante no minério escavado. Sendo uma solução de visão computacional que usam inteligência artificial e uma câmera robusta para monitorar continuamente a pá ou a caçamba do carregador quanto à falta de dentes.

Segundo Degutti (2004), a automação incide em incorporar controles automáticos responsáveis por auxiliar o colaborador a desempenhar tarefas com maior rapidez, eficiência e segurança.

Segundo a Metso (2018), a automação estabiliza a operação do britador para materiais duros. Para executar a fragmentação da rocha exige esforço do britador, a câmara de britagem deverá

manter-se com sua capacidade preenchida, nesse caso a automação entra como uma ajuda de fundamental importância no processo como forma de não sobrecarregar a máquina com ajustes de forma constantes.

É de suma importância prever meios de se evitar a entrada de não britáveis no britador, o uso de equipamentos como extratores magnéticos e detectores de metal devem ser instalados de forma combinada e nessa sequência, assim, alcança-se uma maior eficiência na proteção. (OHASHI, 2004)

A utilização de sinalização adequada como a sinalização ótica e sonora do arranque dos equipamentos é uma maneira de automatizar a produção. São sistemas inteligentes que atuam no controle da parte de segurança.

A automação descarta as oscilações da operação manual e mantém o britador executando sua função com ótimo nível de desempenho e conseqüentemente em ganho na produção em relação à operação manual. Ganho de produtividade e segurança com diminuição de custo e aumento da lucratividade. (OHASHI e DEGUTTI, 2004)

O sistema de automação de controle ASRi (*Automatic Setting Regulation*), é um sistema de regulação automática de abertura do britador. fornece gerenciamento de desempenho simultâneo, admitindo monitorar e otimizar o desempenho e a produtividade do britador. (DEGUTTI e SANDVIK, 2004;2020)

#### **4.2.1 Plano de ação para manutenção dos equipamentos**

É de relevante importância adotar plano de ação de manutenção para equipamentos de lavra assim como para equipamentos de usina. De certa forma a presença de alguns não britáveis existe por serem oriundos de equipamentos de lavra, portanto, a manutenção deve ser realizada nos equipamentos que gerem não britáveis.

Atuando de forma direta na produtividade da planta, a manutenção dos equipamentos tem sua importância como um plano de ação. Sendo peças de desgaste ou ferramentas de ataque as que entram diretamente com o material trabalhado, e são facilmente substituídas quando identificada a sua ausência ou desgaste excessivo.

O equipamento precisa ser alimentado de maneira ótima, assim como deve-se fazer a utilização de detectores e extratores de sucata no circuito que deve estar localizado antes da alimentação do britador, assim, evitará a possível presença de não-britáveis na câmara de britagem. Atentar para efetivação de inspeções e manutenções periódicas. (OHASHI, 2004)

Fazer com que não britáveis cheguem ao britador e causar sua obstrução é uma forma de prevenção, caso dentes de carregadeira ou peças não britáveis sejam transportadas junto com o material britável e então serem depositador no britador, usar detectores de metal contribuiria significativamente os problemas de obstrução por não britáveis.

Escavadeira e carregadeiras podem trabalhar em elevado esforço de acordo com o material a ser trabalhado o que influencia na perda prematura de dentes e desgaste acentuado das peças de ataque. Tudo isso implica na adoção de um plano de manutenção preventiva.

A perfuratriz com suas peças que podem ter um acentuado desgaste e levar a quebra de bits brocas. Assim deve-se fazer manutenção periódica a fim de evitar a geração desses não britáveis.

#### 4.3 PLANOS DE AÇÃO PARA IDENTIFICAÇÃO E RETIRADAS DE NÃO BRITÁVEIS DISPERSOS NA CAVA

Os materiais não britáveis podem acarretar riscos e perdas durante o processo de britagem, a formulação de um plano de ação se faz necessário e de bastante importância, pois com a retirada de possíveis materiais não britáveis na cava já diminui a possibilidade de futuros entraves com obstrução do britador. Uma varredura na área de cava com equipamentos apropriados pode minimizar a possibilidade de falhas, assim como manutenção preventiva nos equipamentos utilizados no processo de lavra, evitando despendimento de partes na cava que seriam carregadas para dentro do britador.

A utilização de tecnologias que façam a varredura do material de cada caminhão que segue em direção ao britador, buscando analisar rochas, e o tamanho das partículas sem que seja necessária a interrupção da produção, podendo assim informar se for encontrado algum material não britável, podendo desviar o caminhão antes que o material seja despejado no britador.

Tecnologias que façam um monitoramento simultâneo das pás ou caçambas, com a finalidade de detectar o despendimento de alguma parte, assim podendo efetuar a retirada do material não britável do meio a ser direcionado ao britador.

## 5 CONCLUSÃO

No estudo desenvolvido de forma bibliográfica, foi proposta a verificação dos processos de britagem primária referentes a alimentação de *rock boulders* e não britáveis no britador primário, buscando assim relacionar possíveis causas, falhas e maneiras de prevenção contra esses tipos de problemas.

O processo foi analisado de forma que se abrange desde o estudo inicial do campo a ser lavrado até o fim da britagem primária, parte essencial do processo mineiro pois é de onde é gerada a matéria-prima para o restante das etapas. Com a finalidade de relacionar falhas ocorrentes durante a mineração com seus agentes causadores e a partir desse ponto poder determinar qual o melhor método correção do problema e também métodos de prevenção para se evitar novas falhas que irão acarretar em perdas de produtividade, econômicas e levando riscos a vida de prestadores de serviço da área.

A partir da pesquisa foram destacadas falhas que podem ocasionar paralisação ou diminuição da produção, possíveis erros durante o estudo geológico da área, escolha errada dos métodos de desmonte, falta de manutenção adequada nos equipamentos e falta de mão de obra qualificada. Também foram levadas em consideração as técnicas de desobstrução dos britadores buscando a escolha do melhor método, foram destacadas as técnicas de pinça e braço hidráulicos, uso de explosivos e plano de ação para a retirada dos materiais não britáveis. Bem como também foram listados métodos de diminuição dos erros como melhorias no processo de desmonte, utilização de procedimentos automatizados, plano de ação para manutenção de equipamentos e também para identificação e retirada de não britáveis dispersos na cava.

A busca de métodos preventivos age de forma a minimizar a diminuição de erros, assim também melhorando a produtividade e implicando na baixa necessidade de correções durante o processo. Isso também resulta na melhoria da produção e maior ganho econômico com diminuição de gastos com produção parada e manutenção de equipamentos pós as falhas, onde sendo efetuada a manutenção preventiva pode se localizar possíveis indícios de desgaste de peças podendo assim realizar a correção antes de uma falha.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao IFPA pela disponibilização da ferramenta SIGAA no qual foi primordial para a elaboração desta pesquisa.

**REFERÊNCIAS**

BRITANITE. Manual básico de utilização de explosivos. IBQ. 2009.

DEGUTTI, Ricardo. Engenheiro de Minas / Sandvik. Técnica: AUTOMAÇÃO EM BRITAGEM SISTEMA ASRi PARA BRITADORES HYDROCONES. Revista Areia & Brita. N°25. página 23-25. Jan/Fev/Mar -2004.

FERREIRA, Joan Kayk de Oliveira. Implantação efetiva de um sistema de controle dos tempos de paradas operacionais na britagem de uma usina polimetálica e aplicação de ferramentas de gestão para análise e otimização do processo. 2020. 44 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Minas) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.

FREIAS, M.E.P; MORAIS, D.S. HUMANIDADES & TECNOLOGIA(FINOM)-ISSN 1809-1628. v. 1, n. 22 (2020) COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENTRE OS EXPLOSIVOS EMULSÃO BOMBEADA E ANFO NO PROCESSO DE DESMONTE DE ROCHAS: Um estudo de caso.

GONTIJO, Grazielle et al .Mine to plant na mina de Salobo. Brazilian Journal of Development. Curitiba, v. 6, n. 7, p. 43426-43438, jul. 2020.ISSN 2525-876143426.

GUINDAUMEC. Guindastes Veiculares. Disponível em:<<http://www.guindaumec.com.br/site/produto/pinca-hidraulica-gmp-30-000/>> Acesso em: 11 Maio. 2020.

IRAMINA, W. S. Introdução à engenharia aplicada à indústria mineral aula 3 – desmonte de rocha por explosivos. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2015.

LUZ, A. B.; FIGUEIRA, H. V. O.; ALMEIDA, S. L. M. Britagem e Moagem. In: LUZ. A B.; FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A. Tratamento de Minérios. 6. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2018.

METSO BRASIL. Manutenção preditiva ganha mais força com a mineração 4.0. 22 Mar. 2019. Disponível em:< <https://www.metso.com/br/blog/mineracao/manutencao-preditiva-ganha-mais-forca-com-a-mineracao-quatro-ponto-zero/> >Acesso em: 06 Maio. 2020.

METSO BRASIL. Três razões pelas quais a alimentação principal do triturador contém rochas enormes. 5 Fev. 2018. Disponível em: <<https://www.metso.com/blog/mining/blog-experiencing-reduced-production-due-to-oversize-feed/> >Acesso em: 05 Maio.2020.

METSO BRASIL. Como desmonte influencia na Britagem. 30 nov. 2018. Disponível em: <<https://www.metso.com/br/blog/agregados/entenda-como-o-desmonte-influencia-na-britagem/>>Acesso em : 09 Maio.2020.

METSO BRASIL. Britadores Para qualquer necessidade de redução de tamanho. 20 Mar. 2004. Disponível em: <<https://www.metso.com/br/produtos/britadores/> >Acesso em: 05 Maio.2020.

NEVES, PATRICIA BOMFIM DAS. Características de Fragmentação e Microestruturais de Rochas e seu Comportamento na Britagem para a Produção de Agregado[Rio de Janeiro] 2005 XXI,

129p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Metalúrgica e de Materiais, 2005) Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.

OHASHI, Toshihico. Gerente Regional de Sistema de Britagem Metso Minerais -. Técnica: EM BUSCA DA EXCELÊNCIA NA BRITAGEM DE PEDREIRAS. Revista Areia & Brita.Nº25. página 14-19. Jan/Fev/Mar -2004.

SANDIVIK. sistema de controle ASRI (Automatic Setting Regulation).Disponível em: <<https://www.rocktechnology.sandvik/en/products/stationary-crushers-and-screens/crusher-automation/asri/>>Acesso em: 04 Maio.2020.

SANTELMO CAMILO. Na boca do britador. REVISTA M&T. Tecnologia e inovação para construção e mineração. Nº230. Páginas 82-85. Dez/Jan. 2019. Disponível em: <<http://www.revistamt.com.br/Materias/Exibir/na-boca-do-britador>> Acesso em: 09 Maio .2020.

SOARES, Reginaldo Santos. Notas de aula. BENEFICIAMENTO DE MINÉRIO - cominuição e classificação - modulo iv. técnico em mineração. CETEP (CENTRO TERRITORIAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DO PIEMONTE NORTE DO ITAPICURU). andorinha – b a, Brasil. Março 2012.