



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ – UFOPA  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE JURUTI  
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA DE MINAS**

**SÓSTENES DE SOUZA MOREIRA**

**PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO MINÉRIO DE BAUXITA COM BASE NA MALHA  
DE DESMONTE MECÂNICO**

**JURUTI-PA  
2023**

**SÓSTENES DE SOUZA MOREIRA**

**PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO MINÉRIO DE BAUXITA COM BASE NA MALHA  
DE DESMONTE MECÂNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal do Oeste do Pará como  
requisito à obtenção de grau de Bacharel em  
Engenharia de Minas.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Olímpio da Silva

**JURUTI-PA  
2023**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA**

---

M838p    Moreira, Sóstenes de Souza  
          Processo de extração do minério de bauxita com base na malha de desmonte  
          mecânico / Sóstenes de Souza Moreira – Juruti, 2023.  
          34 p. : il.  
          Inclui bibliografias.

          Orientador: Adriano Olímpio da Silva  
          Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do  
          Pará, Campus Universitário de Juruti, Bacharelado em Engenharia de Minas.

          1. bauxita. 2. extração. 3. desmonte. I. Silva, Adriano Olímpio da, *orient.* II. Título.

          CDD: 23 ed. 549.7


## SÓSTENES DE SOUZA MOREIRA

### PROCESSO DE EXTRAÇÃO DO MINÉRIO DE BAUXITA COM BASE NA MALHA DE DESMONTE MECÂNICO


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Oeste do Pará como requisito à obtenção de grau de Bacharel em Engenharia de Minas.

Conceito: APROVADO


Data da aprovação: 20/01/2023

Documento assinado digitalmente  
 ADRIANO OLIMPIO DA SILVA  
Data: 24/01/2023 08:56:16-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dr. Adriano Olímpio da Silva - Orientador  
Universidade Federal do Oeste do Pará

Documento assinado digitalmente  
 REGIS QUESADA CASQUET  
Data: 24/01/2023 11:08:03-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Me. Regis Quesada Casquet  
Universidade Federal do Oeste do Pará

Documento assinado digitalmente  
 ALINE ALVES DOS SANTOS NAUJORKS  
Data: 24/01/2023 09:01:28-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dra. Aline Alves dos Santos Naujorks  
Laboratório Central de Mato Grosso do Sul

Dedico à Deus e a todos os que de alguma forma me ajudaram.

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer primeiramente à Deus e a toda minha família, em especial minha esposa Ana Lídia, companheira de vida e de curso, que foi a primeira a me incentivar a entrar na faculdade e sem ela ao meu lado, dificilmente eu teria conseguido chegar até aqui e ao meu filho, Marcelo Picanço Moreira, que desde os 2 anos nos acompanhou durante todo o momento.

Agradecer também a todos os colegas, que passaram pelas mesmas dificuldades que eu e também conseguiram finalizar o curso.

A todos os professores que apesar de todos os percalços ocorridos, fizeram o melhor para nos dar o conhecimento necessário para nossa vida acadêmica.

Ao meu orientador Dr. Adriano Olímpio da Silva pela paciência e pelo apoio na realização e finalização deste Trabalho de Conclusão de Curso.

“Tudo posso naquele que me fortalece”  
Filipenses 4:13

## RESUMO

O método de lavra em tiras é muito utilizado em minas de bauxita, devido principalmente à grande produtividade do método e a facilidade de recomposição da área degradada, além de estar aliado à outras características que propiciam a utilização deste método, sendo uma delas a disposição do corpo do minério, que no caso da Mina de Juruti, o corpo da bauxita é no formato tabular, de baixa profundidade, o que justifica a utilização do método. Para que ocorra então a extração da bauxita, são necessárias algumas etapas, dentre elas: a supressão vegetal; o decapeamento, onde nessa etapa se inclui também a retirada da laterita; o desmonte; a lavra e o transporte do minério e por fim, a recomposição do terreno lavrado. A intenção do trabalho foi demonstrar o processo de extração da bauxita, com base na malha de desmonte mecânico e dar a ideia de que se a abertura da malha de desmonte variar de acordo com o tipo de bauxita na mina, a qualidade do desmonte possa melhorar, principalmente na geração de blocos de minério de tamanhos adequados ao britador, facilitando o seu carregamento e transporte, e quem sabe melhorar seu beneficiamento na usina.

**Palavras-Chave:** Bauxita. Lavra em tiras. Extração. Desmonte.

## **ABSTRACT**

The strip mining method is widely used in bauxite mines, mainly due to the high productivity of the method and the ease of recomposition of the degraded area, in addition to being combined with other characteristics that favor the use of this method, one of them being the disposition of the ore body, which in the case of the Juruti Mine, the bauxite body is in tabular format, of low depth, which justifies the use of the method. For bauxite extraction to take place, some steps are necessary, among them: vegetation suppression; stripping, where this stage also includes the removal of laterite; the disassemble; mining and transportation of the ore and finally, the recomposition of the plowed land. The intention of the work was to demonstrate the bauxite extraction process, based on the mechanical disassemble mesh and to give the idea that if the opening of the disassemble mesh varies according to the type of bauxite in the mine, the quality of the disassemble can improve , mainly in the generation of blocks of ore with adequate sizes for the crusher, facilitating its loading and transport, and who knows how to improve its processing at the plant.

**Keywords:** Bauxite. Strip Mining. Extraction. Disassemble.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização geográfica do município de Juruti – PA.....	16
Figura 2 - Perfil litológico típico da Mina de bauxita de Juruti – PA.....	18
Figura 3 - Lavra em Tiras.....	20
Figura 4 - Etapas do método de lavra em tiras.....	22
Figura 5 - Carregamento de solo orgânico.....	23
Figura 6 - Decapeamento de argila com trator de esteiras D11.....	24
Figura 7 - Decapeamento com escavadeira hidráulica.....	24
Figura 8 - Retirada da camada de laterita.....	25
Figura 9 - Levantamento do topo do minério.....	26
Figura 10 - Desmonte mecânico do minério com trator de esteiras D11.....	26
Figura 11 - Lavra e transporte do minério (Frente com mais geração de blocos)..	28
Figura 12 - Lavra e transporte do minério (Frente com menos geração de blocos) .....	28
Figura 13 - Figura esquemática da recomposição e reconformação topográfica...	29

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
2.1	Objetivo Geral	13
2.2	Objetivos Específicos	13
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>15</b>
4.1	Bauxita	15
4.2	Geologia Local	16
4.3	Lavra em Tiras	19
4.4	Desmonte Mecânico	21
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>22</b>
5.1	Supressão Vegetal	22
5.2	Decapeamento	23
5.3	Desmonte	26
5.4	Carregamento e transporte	27
5.4	Recomposição	29
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Devido a diversas vantagens atribuídas a este método, a lavra a céu aberto tem aplicação muito mais frequente do que a lavra subterrânea e entre as principais vantagens encontram-se o custo de lavra, a capacidade de produção, menor diluição, versatilidade para qualquer tipo de mineralização, grande recuperação de depósito e ambiente menos agressivo do que nas operações subterrâneas. Entretanto, este método também tem suas desvantagens, como a limitação pela profundidade, necessidade de investimento inicial elevado, recuperação da área após as atividades, disponibilidade de terreno para locação de pilhas de material estéril e barragens de rejeito, entre outras (DE CARLI, 2013, p. 7).

De acordo com o que foi descrito em Curi (2014), existem variadas vantagens da mineração a céu aberto em relação à lavra subterrânea, podendo-se destacar principalmente a alta produtividade, sendo o método de mineração a céu aberto o mais utilizado ao redor do globo, variando enormemente nos quesitos dimensão, forma, orientação e profundidade. Neste método, o minério é explorado das porções mais superficiais, avançando em profundidade com o decorrer do período minerado e sob esse método exploratório, podem ser citados ao menos quatro diferentes formas de se proceder a mineração que são: lavra em bancada (open pit mining), lavra em tiras (strip mining), lavra em pedreiras (quarry mining) e ainda por dissolução ou pressão hidráulica.

De acordo com o método produtivo escolhido, pode haver variação na forma com que ocorre a retirada do capeamento e uma das principais desvantagens da lavra a céu aberto diz respeito justamente aos custos envolvidos no processo de decapeamento, já que o material deve ser retirado, transportado e depositado em local apropriado, para posteriormente ser utilizado na reconstituição da cava (CURI, 2014).

Para que o método de lavra em tiras (strip mining) possa ser aplicado, o corpo do minério precisa de algumas condições favoráveis, tais como: ser do tipo tabular, ter baixo mergulho, grande extensão, teor uniforme, ser próximo à superfície e apresentar espessura maior que 1,5 m. Método esse que geralmente é aplicado em lavra de carvão, bauxita e xisto, cujos empreendimentos tem uma produção de médio e grande porte e alta produtividade na remoção de estéril (CURI, 2017).

Após os processos de supressão vegetal e decapeamento (retirada do estéril), o minério exposto passa então pela etapa de desmonte, sendo o mais utilizado

nesse tipo de lavra o desmonte mecânico por escarificação, que é o caso da bauxita da Mina de Juruti-PA, cujo corpo do minério é do tipo tabular (ALCOA, 2016).

Este tipo de desmonte mecânico é realizado pelos tratores de esteiras D11, que são dotados de ríper na traseira que penetram no maciço rochoso e que em conjunto com o deslocamento do equipamento, exercem uma força, que ao penetrar o implemento no maciço, acaba promovendo a fragmentação da bauxita *in situ*, caracterizando o desmonte em si (CATERPILLAR, 2000).

Tendo em vista esses pressupostos, visou-se demonstrar o processo de extração da bauxita da Mina de Juruti com base na malha de desmonte mecânico, verificar como o serviço é realizado, mostrar as etapas até chegar no desmonte propriamente dito, falar sobre a geologia local, bem como, as tipologias do minério, que de certa forma influenciam na qualidade do desmonte, pois dependendo da sua característica, podem dificultar ou facilitar este processo.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Realizar acompanhamento de campo na mina de Juruti sobre o desmonte mecânico do minério de bauxita e a malha utilizada nesse processo, bem como, demonstrar a sua extração durante à atividade de mineração.

### **2.2 Objetivos Específicos:**

- Demonstrar todas as etapas até a realização do desmonte mecânico para o processo de extração da bauxita da Mina de Juruti;
- Acompanhar como o serviço é executado;
- Explanar sobre a geologia local da área a ser estudada e mostrar as tipologias presentes na bauxita que podem interferir de modo positivo ou negativo nesse processo.

### **3 METODOLOGIA**

A presente pesquisa foi realizada através de um acompanhamento em campo junto à empresa responsável pelo desmonte mecânico da bauxita da mina de Juruti, o qual se baseia em uma malha de abertura fixa, de aproximadamente 0,60 cm utilizada pelos operadores de tratores de esteiras D11 (equipamento utilizado para realizar o desmonte mecânico) verificando como ocorre todo esse processo, e também, foram utilizados outros procedimentos de estudos e metodologias como a realização de leituras, criação de textos e busca de literaturas que serviram de base para o tema.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Bauxita

Não existe uma definição *precisa* para bauxita, no sentido que, “para uns, refere-se a material suficientemente rico em hidróxidos de alumínio, próprio para extração deste metal e para outros, trata-se simplesmente de material contendo hidróxidos de alumínio” (BIGARELLA, 1996).

Ocorrendo geralmente em clima tropical ou subtropical, caracterizados por taxas de precipitação pluviométrica excepcionalmente elevadas, pode-se dizer que as bauxitas são essencialmente produtos de intemperismo e lixiviação de uma gama variável de rochas, onde o produto resultante é um resíduo rico em óxidos de alumínio, com a presença de argilominerais (principalmente caulinita), hematita, goethita, óxido de titânio e sílica sob a forma de quartzo (DAMASCENO, 1998).

Aplicada comumente na cadeia produtiva do alumínio (alumina e alumínio primário), a bauxita também pode fazer parte de um grupo de aplicações para a bauxita não metalúrgica, no qual se incluem: refratários, abrasivos, produtos químicos, cimentos de alta alumina e fabricação do aço. A composição da bauxita “in natura” determinará as características do minério e é onde se definirão em qual dos grupos citados acima será empregado o material (SAMPAIO, 2005).

No Brasil, 92% destas reservas são de bauxita tipo metalúrgico e onde se tem como principais concessionários as empresas de Mineração Rio do Norte (MRN), a ALCOA, a Cia Brasileira de Alumínio (CBA), a Novelis do Brasil e a Mineração Curimbaba e estão localizadas em grande parte no Estado do Pará, e no Estado de Minas Gerais. O restante, 8% das reservas, são para outros usos como refratário e químico (CETEM, 2005).

De acordo com a U.S. Geological Survey (2022) estima-se que os recursos de bauxita estejam entre 55 bilhões e 75 bilhões de toneladas, distribuídos na África (32%), Oceania (23%), América do Sul e Caribe (21%), Ásia (18%) e outros lugares (6%).

## 4.2 Geologia local

A mina de bauxita de Juruti fica localizada a 56 km (aproximadamente) da cidade de Juruti e cujo município, que se situa a oeste do Estado do Pará (Figura 1), está a 840 km de da capital Belém (ABREU, 2006).

**Figura 1** - Localização geográfica do município de Juruti – PA.



Fonte: Abreu (2006).

As rochas sedimentares são predominantes na região de formação dos depósitos de bauxita da Mina de Juruti-PA (CELSO, 2014), e de acordo com Bigarella (1996: 617), “a gibbsita é característica das bauxitas lateríticas, onde a bohemita é pouco frequente nos solos lateríticos tropicais, porém comum nas bauxitas cársticas e o diásporo indica um ligeiro metamorfismo, afetando as bauxitas com gibbsita e bohemita”.

Nos depósitos de Juruti, a bauxita presente foi derivada das intempéries ocorridas durante o período Terciário e Cretáceo de acordo com o Annual Report Alcoa (2015).

De acordo com Patterson (1967), estes depósitos se enquadram como do tipo “blanket”, formados “in situ” por processos de intemperismo sobre rochas sedimentares clásticas, em condições climáticas tropicais úmidas. Depósitos que são

caracterizados por apresentar uma espessura de ordem métrica, alcançando e ultrapassando raramente 10 metros, apresentando acentuadas variações laterais nos teores de Al, Si e Fe. Na macro-área Juruti, os depósitos correspondentes aos platôs Capiranga, Central, Mauari e Guaraná desenvolveram-se sobre a Formação Alter do Chão, o que gerou um perfil geológico bastante persistente, com horizontes de bauxita relativamente bem definidos e contínuos. Estes platôs apresentam-se posicionados no topo da sequência, um perfil de laterização no qual podem ser identificadas três zonas distintas: argila Belterra, zona de laterita concrecionária e zona saprolítica.

A zona de laterita, por sua vez, pode ser subdividida em três sub-zonas: bauxita nodular, laterita e bauxita maciça, onde de acordo com Patterson (1967), são demonstradas abaixo, as descrições destas camadas:

**Argila Belterra:** horizonte que consiste numa cobertura de argila caulinítica, amarelada, bem uniforme e permeável, cuja espessura varia de zero a doze metros nos centros dos Platôs.

**Bauxita Nodular:** representada um horizonte descontínuo, chegando a atingir seis metros de espessura, consiste em nódulos de gibbsita, finamente cristalina, de tamanhos variáveis, distribuídos em uma matriz caulinítica onde são comuns neste horizonte nódulos ferruginosos, conferindo-lhes elevados teores de ferro em suas análises.

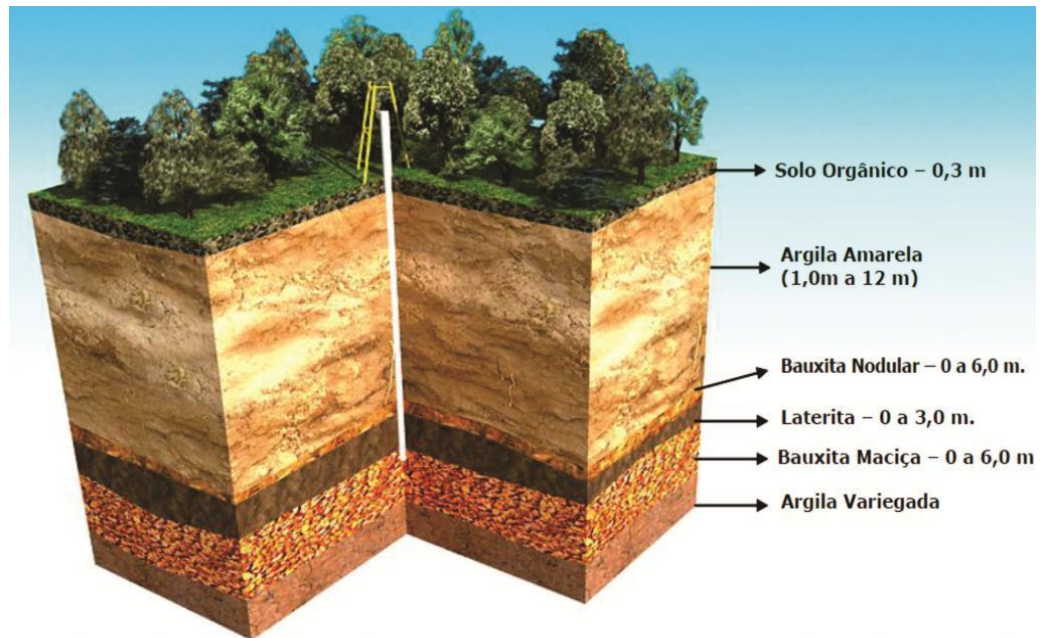
**Laterita:** corresponde a um horizonte de baixa sílica, com espessuras em torno de zero a três metros e consideráveis variações na dureza, textura, cor, relação ferro-alumina e conteúdo de sílica e dependendo do local, esse material pode ser classificado como bauxita ferruginosa, diante de seu alto teor em alumina.

**Bauxita Maciça:** horizonte com espessura variando de 0 a 6 metros, essencialmente constituído de gibbsita, hematita, caulinita e, secundariamente, noselita ( $3.Na_2Al_2Si_2O_8.Na_2SO_4$ ) do grupo da sodalita, quartzo e anatásio. Apresenta sempre uma gradação com o horizonte superior pela substituição gradativa do ferro por sílica, onde sua dureza, textura e coloração variam de acordo com o teor de ferro e conteúdo em argila (CELSO, 2014).

**Argila Variegada:** consiste em um horizonte composto de argilas cauliníticas de cores variegadas, geralmente avermelhadas a rosadas, com trechos esbranquiçados e matizes arroxeados, contendo, por ventura, alguma gibbsita. No local pode apresentar concreções alongadas de bauxita colunar, compostas de gibbsita microcristalina em posição vertical neste horizonte argiloso (CELSO, 2014).

Abaixo a figura 2 representa esquematicamente o perfil descrito acima:

**Figura 2** - Perfil litológico típico da Mina de bauxita de Juruti-PA.



Fonte: Albergaria (2018).

Além das características litológicas do perfil da bauxita da mina de Juruti, esta também possui várias tipologias segundo Albergaria (2018), que a diferencia de outras já pré-existentes que podem ser:

- Bauxita Maciça (material maciço, com bons teores. dureza alta, com alguns pontos ferruginosos e algum tipo de argila);
- Bauxita Celular (material friável, com blocos e fragmentos de bauxita, dureza mediana e com pontos de bauxita argilosa);
- Bauxita Sacaroidal (material friável e fino, com pouquíssimos blocos de bauxita, dureza baixa e com muitos pontos de bauxita argilosa);
- Bauxita Argilosa (material friável, com fragmentos de bauxita, dureza baixíssima, matriz argilosa de cor púrpura e acinzentada e pontos de caulim).

### 4.3 Lavra em Tiras

O método de lavra por tiras é usualmente utilizado quando os corpos mineralizados estão dispostos de forma horizontal ou sub-horizontal e possuem geometria laminar, tabular ou lenticular, onde a pouca espessura de capeamento é outro ponto relevante para a seleção desse método. O processo é semelhante ao método de lavra em cava, porém, na lavra por tiras, a cava não é composta de bancadas e sim de cortes retangulares, nos quais as operações de remoção do estéril e da retirada do minério são realizadas em um corte por vez, sequencialmente, no qual esse método permite a recuperação ambiental do corte anterior concomitantemente à exploração do próximo corte, tornando tudo muito viável quando o corpo mineralizado tem geometria e angulação adequadas (CURI, 2017; DE CARLI, 2013; PERONI, 2008).

No método da lavra por tiras (Figura 3), o qual é o mais adequado para jazidas de determinados minérios, como carvão, bauxita e xisto betuminoso, e onde em razão das características do corpo mineralizado, da facilidade na operação e por permitir a recuperação ambiental da área de forma concomitante à extração, no qual se exclui também a possibilidade de gerar grandes passivos ambientais, ele é utilizado amplamente na mineração de carvão, (CURI, 2017; DE CARLI, 2013; PERONI, 2008).

**Figura 3** - Lavra em Tiras.



Fonte: edisciplinas.usp.br (2020).

O método não é somente atrativo pela recuperação ambiental, mas sim também pela disposição do depósito de estéril nas áreas recém-lavradas, o que acaba reduzindo ao mínimo as distâncias médias de transporte do minério e consideravelmente os custos de transporte das operações de lavra (CURI, 2014).

A lavra em tiras é mais complicada que a lavra em cava operacionalmente, uma vez que os equipamentos de remoção do estéril e do minério são normalmente distintos (DE CARLI, 2013; PERONI, 2008).

A grande escala de produção é uma característica do método de lavra por tiras, o que acaba proporcionando um menor custo operacional e maior produtividade do que a lavra por bancadas em determinadas circunstâncias (CURI, 2017; CURI, 2014).

O método permite uma manutenção de um ângulo da face do talude superior ao sistema de bancadas, justamente porque o corte é aberto por um período muito curto, o que acaba reduzindo os custos de lavra e garantindo maior seletividade da lavra (CURI, 2014).

#### 4.4 Desmorte Mecânico

O desmorte de rocha é definido como sendo o conjunto de processos utilizados para proceder a fragmentação de determinado volume de rocha do maciço rochoso (GAMA, 2003).

O desmorte mecânico, caso deste trabalho, é utilizado principalmente em rochas moles, de dureza intermediária e quando estão intemperizadas ou fraturadas. Podem ser de dois tipos: intermitente, que é quando se utiliza o recurso de máquinas do tipo retroescavadeiras, pá escavadeiras e tratores, em uma determinada fase de operação e contínuos, quando não há interrupção da operação, com equipamentos contínuos que possuem conchas múltiplas e fazem também, escavações múltiplas (CATERPILLAR, 2000).

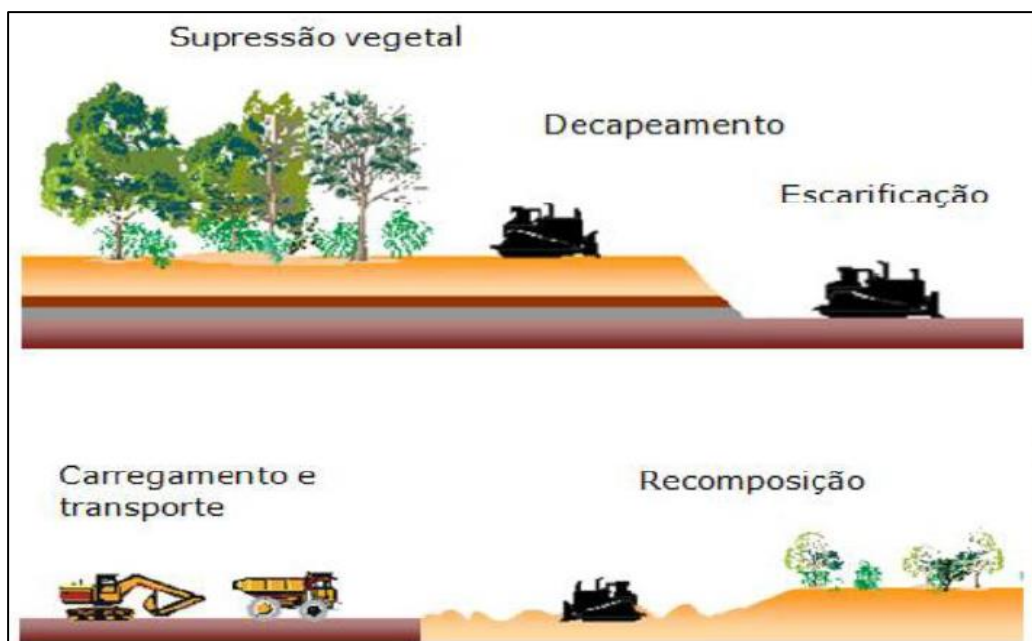
Na mina de Bauxita de Juruti, o desmorte mecânico do minério é realizado pelo trator de esteiras D11, que se baseando na “Força de desagregação”, newtons (e libras), que é a força máxima contínua, gerada pelos cilindros de levantamento medidos na ponta do ríper, fazem a desagregação da bauxita com o ríper completamente baixado, sendo que ela pode ser limitada pelo sistema hidráulico ou pelo equilíbrio da máquina e onde tem sua “Força de penetração”, quilo newtons (e libras), que é força máxima contínua para baixo gerada pelos cilindros de levantamento do ríper, do qual é necessária para elevar a parte traseira do veículo com a ponta no solo e o porta-ponta (no furo superior) e na posição vertical (CATERPILLAR, 2000).

Como a escarificação é considerada mais arte que ciência, e que muito depende da habilidade e experiência do operador do trator, onde a escarificação para carregamento pode exigir técnicas diferentes das que seriam usadas se o mesmo material fosse apenas removido com o trator tipo buldôzer e quando for necessária a escarificação cruzada, isso pode requerer, também, uma mudança de técnica. O número dos porta-pontas usados, seu comprimento e profundidade, o ângulo do dente, a direção, a posição do acelerador, tudo isso deve ser ajustado conforme as condições encontradas no campo. Sendo assim, o sucesso da escarificação pode muito bem depender de o operador encontrar a melhor combinação para estas condições (CATERPILLAR, 2000).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na mina de bauxita do município de Juruti, a lavra é em tiras e durante este processo para que ocorra a extração do minério, algumas etapas são necessárias, e podem ser exemplificadas de acordo com a figura 4.

**Figura 4** - Etapas do método de lavra em tiras.



Fonte: Rodovalho e Tomi (2014).

Assim, para demonstrar como acontece a extração da bauxita com base na malha de desmonte mecânico, o processo poderá ser detalhado de acordo com as seguintes etapas: supressão vegetal, decapeamento, escarificação, carregamento e transporte, e por fim, recomposição. Todas essas etapas serão discutidas a seguir.

### 5.1 Supressão Vegetal

O conjunto de técnicas e procedimentos de retirada de toda floresta e do solo orgânico das áreas planejadas (Figura 5) e corretamente delimitadas, são chamadas de operações florestais (supressão vegetal) e cujas atividades só serão iniciadas com a autorização da área de meio ambiente (LOBATO, 2012).

**Figura 5** - Carregamento de solo orgânico.



Fonte: Amaral (2015).

A supressão da vegetação e a movimentação das camadas de solo, é um procedimento que requer a retirada de grande volume de biomassa vegetal e topsoil, compreendendo a primeira operação unitária no desenvolvimento da lavra e do minério de interesse, cujo objetivo é a entrega de uma área, planejada e delimitada, que esteja apta para a etapa de decapeamento, que é a remoção da camada que se encontram sobre a camada de minério, no caso, a argila, onde no final, se terá o início das operações unitárias de lavra para o processo de mineração e extração da bauxita (SILVA, 2013).

## **5.2 Decapeamento**

O decapeamento tem por objetivo a liberação da camada de minério que se encontra abaixo da camada de estéril que no caso da lavra de bauxita, o estéril pode ser composto de um solo argiloso e laterita. Na mina de Juruti entende-se como estéril as camadas de argila Belterra e laterita e em alguns casos especiais também a bauxita nodular sem interesse econômico (ALCOA, 2016; ALCOA, 2014).

Na mina de bauxita de Juruti o decapeamento é realizado com trator de esteiras de grande porte D11 com o escarificador modelo tridente (Figura 6) e escavadeiras hidráulicas, conjugadas com caminhões rodoviários (Figura 7). Sendo

que o decapeamento com escavadeira é executado principalmente em áreas de acesso, por ser um modelo de decapeamento com baixa produtividade (LOBATO, 2012).

**Figura 6** - Decapeamento de argila com trator de esteiras D11.



Fonte: Arquivo do autor (2022).

**Figura 7** - Decapeamento com escavadeira hidráulica.



Fonte: Arquivo do autor (2022).

Após o decapeamento da argila, ocorre mais uma etapa subsequente que é a retirada da camada de laterita para a exposição do minério (Figura 8), no qual essa laterita é escarificada e empurrada para o bota fora, bem como pode ser utilizada para forro e manutenção das vias principais e acessos intermediários por onde os caminhões, caminhonetes e equipamentos de apoio trafegam.

**Figura 8** - Retirada da camada de laterita.



Fonte: Arquivo do autor (2022).

Depois da retirada da camada de laterita é realizado então o levantamento topográfico do topo do minério pela equipe da topografia (Figura 9) que é um procedimento fundamental para o controle de reserva da mina, onde o minério só poderá ser desmontado depois da área estar devidamente levantada.

**Figura 9** - Levantamento do topo do minério.



Fonte: Arquivo do autor (2022).

### 5.3 Desmonte

Após a exposição e o levantamento topográfico do topo do minério, a frente está disponível para então ser realizado o desmonte mecânico da bauxita que é executado por um trator de esteiras D11 modelo unidente (Apenas um ríper), conforme figura 10.

**Figura 10** - Desmonte mecânico do minério com trator de esteiras D11.



Fonte: Arquivo do autor (2022).

No momento do desmonte, foi verificado com o operador em campo antes de iniciar o serviço, que o mesmo se utilizava, pelo menos verbalmente, de um procedimento repassado pela área responsável por esse serviço, no caso, a Operação de Mina (Alcoa), no qual, o desmonte deveria ocorrer através de uma malha, com largura padrão de 0,60 cm, independente da qualidade da bauxita, ou seja, sem informações técnicas da característica da mesma, como por exemplo, sua dureza, ou resistência, o que já seria de fundamental importância para a qualidade do desmonte.

Foi dada a ideia então, a partir desta informação, de que o mesmo operador, caso trabalhasse em uma tira com material menos resistente, ou seja, de dureza menor, característica essa, que pode ser percebida pelo operador no momento que se inicia o processo de desmonte ou até mesmo visualmente, devido ao seu tempo de experiência no serviço, se utilizasse de uma malha de abertura um pouco maior, podendo variar de 0,80 cm até 1,00 m e se verificaria depois, no processo de carregamento dos caminhões, a qualidade desse desmonte, e lembrando sempre que a malha padrão seria utilizada no minério de maior resistência, o que poderia servir de comparação com essa mudança.

#### **5.4 Carregamento e transporte**

Após o todo o processo de desmonte e preparação para a lavra, através do nivelamento do piso pela moto niveladora, ocorre então a lavra do minério em si, onde o mesmo será carregado por uma escavadeira hidráulica e transportado por caminhões rodoviários até o britador ou para estoque nas pilhas pulmões, conforme necessário.

Durante o acompanhamento de campo, após ser repassada as informações técnicas ao operador do desmonte, foi observado que no momento do carregamento do minério nos caminhões, nas frentes de lavra onde a bauxita era de dureza semelhante, houve a geração de mais blocos de minério devido a mudança de abertura de malha (Figura 11) do que a manutenção da abertura de malha padrão na outra frente de lavra (Figura 12).

**Figura 11** - Lavra e transporte do minério (Frente com mais geração de blocos).



Fonte: Arquivo do autor (2022).

**Figura 12** - Lavra e transporte do minério (Frente com menos geração de blocos).



Fonte: Arquivo do autor (2022).

O que foi confirmado nas imagens anteriores é que após a passagem das informações técnicas de como deveriam ser realizados os desmontes para determinadas bauxitas de durezas diferentes, já pôde ser observado que em materiais de dureza semelhante, a mudança da abertura da malha de desmonte já deu resultados, o que foi nitidamente percebido na primeira figura com a presença de mais blocos de minério no que na outra.

## 5.5 Recomposição

Após a extração do minério, a cava e toda área lavrada será disponibilizada para sua posterior recomposição ou reabilitação.

O nivelamento do terreno para permitir a entrada dos caminhões e deposição da galharia e topsoil para montagem dos módulos de nucleação foi executado com tratores de pequeno porte (Figura 13), sem a utilização do motonivelamento e de escarificação, cujo aplainamento foi realizado somente o necessário para a segurança na entrada dos caminhões (SILVA, 2013).

**Figura 13** - Figura esquemática da recomposição e reconformação topográfica.



Fonte: PRAD Alcoa Juruti (2013).

## 6 CONCLUSÕES

Na geologia local já foi verificado que a Bauxita da Mina de Juruti possui várias tipologias que vão desde a bauxita maciça à bauxita argilosa, que variam inclusive e principalmente, em uma das principais características físicas que influenciam diretamente no processo de desmonte, que é no caso, a sua dureza, e cuja variação pode ocorrer também, na mesma frente de lavra.

Durante o acompanhamento do desmonte, foi observado que os operadores utilizavam uma malha, que segundo eles, é um procedimento repassado pela área responsável pelo processo, no caso a Operação de Mina, o qual teria que se usar uma malha fixa de aproximadamente 0,60 cm de largura para ser utilizada pelo operador na hora do desmonte, não se importando em que tipo de minério, ou melhor, em que característica da bauxita essa malha seria utilizada, ou seja, seria invariável.

Foi notado que quando os tratores desmontavam um minério que tinha uma aparência visual mais friável, era gerado muito material fino, devido à característica da bauxita e pela largura pré definida da malha, o que no caso, não era adequada para este tipo de material, pois devido à sua pouca resistência, quase não gerava blocos, apenas material de característica fina.

Já quando o desmonte era realizado em um minério de característica um pouco mais resistente, a malha pré-definida tinha a largura suficiente para gerar blocos de tamanhos adequados para o carregamento, e conseqüentemente para a britagem, cujo top size é em torno de 1,00 m, mas quando se alterava também a abertura da malha em materiais menos resistentes, blocos eram gerados, em menores quantidades, mas já de grande diferença de quando se utilizavam apenas a malha fixa para todo tipo de minério, independente da sua qualidade, ou melhor, resistência.

Dito isso, pode-se entender que não tem como o processo de desmonte possuir uma malha fixa, porque devido a variação constante da dureza da bauxita, seria necessário propor que essa abertura da malha pudesse ser variável, no sentido de que, dependendo da dureza do minério em determinada frente, ela pudesse ser ajustada para garantir a melhor qualidade do desmonte, gerando talvez menos finos, em materiais mais friáveis e blocos de tamanhos adequados para o carregamento e sua posterior britagem, bem como mantendo o padrão de qualidade em materiais

maciços, permanecendo a abertura padrão mínima de 0,60 cm, já do procedimento atual em uso.

## REFERÊNCIAS

ABREU, R. L. **Imagem do município de Juruti – PA**. Mapa do estado do Pará. Abril/2006. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Juruti>. Acesso em: 09 dez. 2022.

ALBERGARIA, G. H. C. **Caracterização de Perfil Laterítico Típico do Platô Capiranga na Mina de Bauxita ALCOA Juruti - PA**. Monografia (Requisito Parcial da disciplina TCC), Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Geologia, Ouro Preto, 2018.

ALCOA WORLD ALUMINA (ALCOA). **Procedimento de Mina – Decapeamento– PGI –OPE-930Y-0001**. Juruti, jul. 2014.

ALCOA WORLD ALUMINA (ALCOA). **Annual Report 2015**. Alcoa Corporation. Pittsburgh, PA. fev. 2016.

ALCOA WORLD ALUMINA (ALCOA). **Procedimento de Mina – Lavra do minério– PGI –OPE-930Y-0002**. Juruti, maio, 2016.

AMARAL, A. M. **Relatório de Tarefas: Decapeamento na Mina de Juruti**. Centro Técnico de Aprendizagem. CTA. Juruti, 2015.

BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Editora da UFSC, Florianópolis, 1996.

CATERPILLAR. **Manual de Produção Caterpillar**. 31a ed. Peoria. EUA. 2000.

CELSO, T. B. **Estudo comparativo entre os métodos de decapeamento tradicional e wave com auxílio do software Dozsim®**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Minas e Meio Ambiente), Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, 2014.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL - CETEM. **Rochas & Minerais industriais: Usos e Especificações**. Rio de Janeiro. [s.n], 2005. 717p.

COPELMI. **Lavra**. COPELMI Mineração Ltda, c2021. Disponível em: <http://copelmi.com.br/lavra/>. Acesso em: 10 out. 2022.

COSTA, M.L. da, Cruz, G. da S., De, enrique D.F., Almeida, Poellmann, H., 2014. **On the geology, mineralogy and geochemistry of the bauxite-bearing regolith in the lower Amazon basin: Evidence of genetic relationships**. J. Geochemical Explor. 41. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.07.02>. Acesso em: 09 nov. 2022.

CURI, A. **Minas a céu aberto: planejamento de lavra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CURI, A. **Lavra de minas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

DAMASCENO, E. C.; FLORES, J. C. C. **A bauxita e a indústria do alumínio**. São Paulo: EPUSP, 1998. 26 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, BT/PMI/077,1998.

DA SILVEIRA, Sheila M B.; LUZ, Fernando R; ZORZAL, Caroline B.; et al. **Lavras de Minas a Céu Aberto**. Porto Alegre: Grupo A, 2022. E-book. ISBN 9786556902517. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556902517/>. Acesso em: 03 nov. 2022.

DE CARLI, C. **Análise de projetos limite: lavra a céu aberto vs lavra subterrânea**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/77760/000893362.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 dez. 2022.

DIAS, F. D. **Estudo de implantação do minerador de superfície Vermeer TL 1255 na mina de bauxita de Juruti/PA**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Minas), Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

GAMA, C. D. da. **Curso vibrações em geotécnica: geração, monitorização, impactos ambientais, critérios de dano e sua mitigação**. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa. Portugal. 2003.

GIRODO, A. C.; et al. **Plano de Aproveitamento Econômico**, Projeto Juruti. Omnia Minérios Ltda e Senior Engenharia, Juruti, 2005.

LOBATO, R. S. **Análise de produtividade na operação de decapeamento de estéril da mina de bauxita de Juruti – Pa**, 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Minas), Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Marabá, Faculdade de Engenharia de Minas e Meio Ambiente, Marabá, 2012.

PATTERSON, S.H. **Bauxite reserves and potential aluminum resources of the world**. United States of American: Geological Survey Bulletin, 1967. p 1228.

PERONI, R. L. **Lavra a céu aberto: teoria e prática**. Apostila de aula ministrada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS. Porto Alegre, 2008.

RODOVALHO, E. C.; TOMI, G. **Relação entre aspectos geométricos do método de lavra por tiras e a produtividade das operações de decapeamento**. VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE MINA A CÉU ABERTO. Rio de Janeiro, 2014.

SAMPAIO, J.A; SILVA, F. A. N. G. Classificação. In: SAMPAIO, J. A; FRANÇA, S. C. A; BRAGA, P. F. A. (Ed.). **Tratamento de minérios: práticas laboratoriais**. Rio de Janeiro: CETEM, 2007. Pt. 2, cap. 3, p. 55-72.

SILVA, M. B. **Exploração da bauxita e dinâmicas espaciais em Juruti (PA)**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

SILVA, R. C. **Análise do método de recuperação de áreas degradadas da Mina de Bauxita de Juruti - Nucleação**. 2013. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Minas e Meio Ambiente). Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, 2013.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral commodity summaries 2022**. U.S. Geological Survey, U.S. Department of the Interior. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3133/70140094>. Acesso em: 10 nov. 2022.