



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS BELÉM - DIRETORIA DE ENSINO – DEN
ENSINO MÉDIO INTEGRADO – CURSO DE MINERAÇÃO
COORDENAÇÃO DE MINERAÇÃO
SEMINÁRIO INTEGRADOR INTERDISCIPLINAR

APROVEITAMENTO DE REJEITO DO BENEFICIAMENTO DE BAUXITA

Belém-PA

Julho/2021

APROVEITAMENTO DE REJEITO DO BENEFICIAMENTO DE BAUXITA

Artigo apresentando no âmbito da base curricular Projeto Integrador, como requisito obrigatório à conclusão do curso técnico de mineração integrado ao ensino médio, no IFPA Campus Belém.

Equipe dos Discentes

Alex Everaldo dos Santos Nogueira – 20182154710

Jonnas da Silva Ferreira – 20182154729

Lucas Cauê Vale de Sousa – 20182154740

Lucas Vandique Cardoso Ferreira – 20182154741

Mateus Souza Cirilo Dornelas - 20182154744

Yasmin Lyandra Lira Maciel – 20182154758

Equipe examinadora docente interdisciplinar

Prof. Dr. Jaime Henrique Barbosa da Costa

Prof. Dr. Haroldo de Vasconcelos Bentes

Prof. MSc. Adalcileio Lúcio de Souza Duarte

Avaliadores convidados externos de área:

Dra. Silvia Cristina França

Diretora do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/MCTI)

Esp. Geovan Olavo Damásio de Oliveira

Eng. de Processo da Hydro Mineração Paragominas

Belém-PA

Julho/2021

APROVEITAMENTO DE REJEITO DO BENEFICIAMENTO DE BAUXITA

Aprovado em:

Nota Final:

Banca examinadora

Prof. Dr. Jaime Henrique Barbosa da Costa
(IFPA Campus Belém)
SIAPE: 1215884

Prof. Dr. Haroldo de Vasconcelos Bentes
(IFPA Campus Belém)
SIAPE: 1550089

Prof. MSc. Adalcileio Lúcio de Souza Duarte
(IFPA Campus Belém)
SIAPE: 7779268

Prof. Esp. João Paulo Abreu Almeida
Coordenador do curso
(IFPA Campus Belém)
SIAPE: 2388335

Belém-PA
Jul./ 2021

RESUMO

O minério bauxita é o núcleo central desta discussão sobre o reaproveitamento do rejeito do mineral. Neste contexto, o objetivo geral foi de discutir acerca das possibilidades de aproveitamento do rejeito de beneficiamento, sendo a bauxita é uma rocha sedimentar cuja exploração no Brasil é majoritariamente focada na obtenção da alumina, que posteriormente transforma-se em alumínio, material muito utilizado em diversos setores da indústria. Contudo, à obtenção do alumínio, a bauxita passa por um processo em várias etapas, o beneficiamento. Este processo gera uma quantidade relativamente alta de rejeitos, que se destinados de maneira incorreta podem impactar diretamente na biodiversidade local e/ou nas populações residentes no entorno da produção. No geral, cerca de 30% do material se torna rejeito no fim do processo. No caso da bauxita, devido a sua composição, o processo de beneficiamento não é dos mais complexos, sendo os mais utilizados: o peneiramento, a britagem e a atrição. Ainda sobre sua composição, a bauxita pode ser dividida em dois tipos, de acordo com as proporções de minerais que a compõe, sendo aquela de grau metalúrgico, que apresenta maior teor de gibbsita, e ainda de grau não metalúrgico, quando apresenta maior teor de diásporo.

Palavras-Chave: Aproveitamento; rejeito; bauxita.

1. INTRODUÇÃO

A bauxita é uma rocha sedimentar de coloração avermelhada, composta de dióxido de alumínio (Al_2O_3) e outros componentes que se apresentam em quantidades menores, tais como sílica, dióxido de titânio (TiO_2), silicato de alumínio e óxidos de ferro e seus principais constituintes são: gibbsita, bohemita e diásparo. Seu nome remete à cidade de Le Baux, na França, onde a rocha foi identificada pela primeira vez, no ano de 1821, pelo geólogo Pierre Berthier.

Avalia-se que as reservas mundiais conhecidas de bauxita somam em torno de 70 bilhões de toneladas. As reservas brasileiras de bauxita estão entre as maiores do mundo, ficando, atualmente, em terceiro lugar com 2.600 milhões de toneladas de minério (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO, 2017), o que têm impactos diretos na produção significativa de rejeitos e, conseqüentemente, seus efeitos colaterais no meio ambiente e nas relações socioeconômicas, no centro e no entorno das populações envolvidas na produção da bauxita.

A exploração da bauxita no Brasil é predominantemente focada no aproveitamento da alumina, que por processos de redução resulta posteriormente no alumínio primário, que em seguida pode ser transformado em alumínio líquido, lingotes, placas, dentre outros.

No beneficiamento são gerados rejeitos, que são materiais de baixa exploração e aproveitamento econômico na atualidade. Na extração do dióxido de alumínio (Al_2O_3), vê-se que o restante dos componentes químicos presentes nas rochas não é aproveitado, e devido a isso é fundamental analisar o melhor método de descarte desse material, levando em conta, fatores e impactos reais como, a viabilidade econômica, sustentabilidade, os desdobramentos ambientais, sociais e de segurança. E neste contexto, apresenta-se a problemática desta discussão: como tratar os rejeitos da bauxita de forma a preservar o meio ambiente e a sustentabilidade socioeconômica?

1.1 Justificativa

O rejeito é potencialmente problemático, sua forma de tratamento depende primordialmente de sua constituição química, e neste sentido caso sua destinação

não seja corretamente planejada na direção de um fim útil, causará danos potenciais a sociedade humana e à biodiversidade

1.2 Objetivos

Discutir acerca das possibilidades de aproveitamento do rejeito de beneficiamento de bauxita.

Explicar os processos que envolvem a geração de rejeito do beneficiamento de bauxita, evidenciando a sua produção e problematizar sobre as melhores formas de tratamento, descarte e aproveitamento dos rejeitos de bauxita.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Beneficiamento

Tratamento ou beneficiamento de minérios consiste em operações – aplicadas aos bens minerais – visando modificar a granulometria, a concentração relativa das espécies minerais presentes ou a forma, sem, contudo, modificar a identidade química ou física dos minerais. (LUZ & LINS, 2010).

Na bauxita, as técnicas do processo de beneficiamento se aplicam parcialmente, por conta de haver disponibilidade dos minérios da bauxita (Al_2O_3) com um teor elevado. Devido a isso, não exige um processo de tratamento complexo, sendo o processamento composto por basicamente uma lavabilidade eficiente do material à retirada de finos e ultrafinos, os métodos para o beneficiamento dos minérios de bauxita são: peneiramento, britagem e atrição para a remoção dos minerais de sílica e componentes de fração argilosa.

Nos fluxos tradicionais para a obtenção do alumínio se efetuam as etapas de mineração, refinaria e redução. A bauxita é extraída, lavada e secada antes de ser enviada à refinaria onde se produz a alumina. (QUARESMA, 2009).

A necessidade de usar barragens para o decantamento dos finos e o reaproveitamento da água se dá por conta do alto consumo de água envolvido no processo de beneficiamento. Segundo Rodrigues (2012), a bauxita é classificada de acordo com as proporções dos minerais constituintes, em dois tipos:

- Bauxita de grau metalúrgico: apresenta maior proporção de gibbsita.

- Bauxita de grau não metalúrgico ou refratário: apresenta maior proporção de diásporo.

2.2 Processo de lavagem e escrubagem

Trajano, (1966) apud Costa, (2010) define lavagem de minérios como uma operação de separação de dois constituintes que se diferenciam em sua granulometria. Costa (2010) caracteriza a escrubagem, como um processo de obtenção das partículas, antes ou simultaneamente a lavagem, que tem como processo, a utilização de água para limpar o material, o fino e o grosso. Trajano (1966) apud Costa (2010) conceitua desagregação, como um processo que visa destacar os grãos ligados frouxamente por cimento incoerente, utilizando um pouco de água sendo submetido a revolvimento ou agitação.

Varela (2009) apud Costa (2010) complementa que o objetivo principal da utilização de equipamentos de escrubagem e lavagem é a remoção das partículas finas. As mesmas que, são consideradas frações indesejáveis, pois diminui o valor agregado final, para driblar é necessário a utilização de certos equipamentos, que consigam quebrar, dissolver as partículas finas das frações grossas.

2.3 Drum scrubber

É um equipamento industrial, que consiste de um cilindro, aberto nas extremidades e ligeiramente inclinado em relação à horizontal, que gira em torno de seu próprio eixo, montado sobre rolos. São equipamentos muito utilizados nas usinas de beneficiamento de bauxita (COSTA & JÚNIOR, 2012).

Figura 1: Tambor desagregador rotativo.



Fonte: Engendrar Engenheiros Associados (2009) apud Costa (2010).

Para entendermos como se dá esse processo físico de separação explicaremos, passo a passo, no processo da usina de Juruti, como uma forma de exemplificar e deixar mais sucinto a informações repassadas no texto.

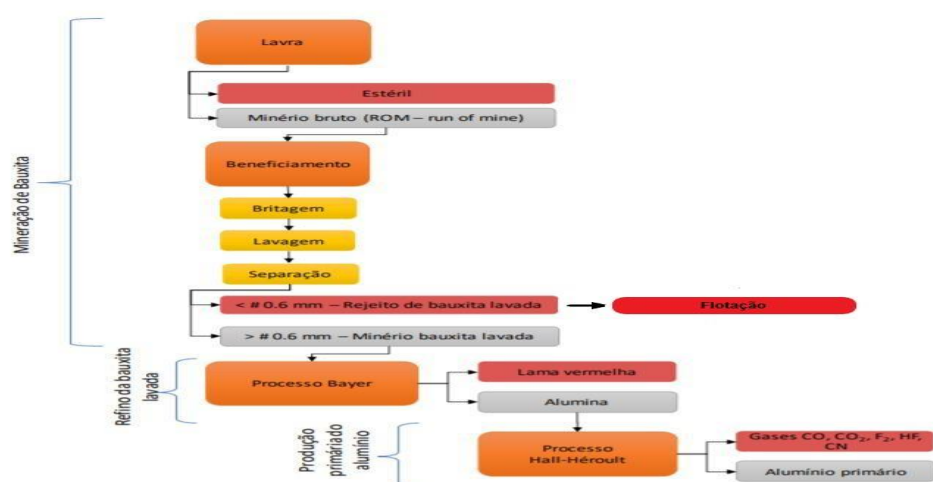
2.4 Beneficiamento da bauxita na usina de Juruti-PA

O processo se resume em lavagem, desagregação, separação e classificação granulométrica da bauxita, e por causa da presença de argila, todo o sistema de beneficiamento é feito via úmido, ou seja, com adição de água.

Lage (2018) retrata o funcionamento das etapas de beneficiamento sendo:

- Primeira etapa: É a britagem do ROM, que consiste em dois britadores de rolos dentados consecutivos. Após a cominuição, o material segue para a usina de classificação.
- Segunda etapa: Consiste na utilização do conjunto scrubber-trommel, onde o equipamento scrubber realiza a desagregação do material fino; e por seguinte o desaguamento por parte do trommel.
- Terceira etapa: A fração retida(oversize) é descarregada em uma correia transportadora, e logo em seguida, para um rebitador; o material passante (undersize) dá continuidade e segue para o peneiramento primário. O oversize seguirá para o pátio de produto final; e o undersize será rebombeado para os circuitos de finos da usina.

Figura 2: Fluxograma do Processo Mínero-metalúrgico da Bauxita



Fonte: Adaptado de TINOCO (2017)

2.5 Resíduos da Mineração de Bauxita

Rejeito são rochas ou minerais inaproveitáveis presentes no minério e que são separados deste, total ou parcialmente, durante o beneficiamento. Ambos os resíduos minerais, estéril e rejeito, devem ser depositados em locais preparados para recebê-los, seguindo normas técnicas que minimizem os impactos ambientais que possam provocar contaminações dos solos, rios e ar e garantir o menor impacto visual possível. (LIMA, 2016)

Hoje, em todo o planeta, no que tange ao destaque desta discussão, os rejeitos da bauxita, existe um estoque calculado em três bilhões de toneladas de rejeitos de bauxita. A produção anual de rejeito de bauxita é estimada em 150 milhões de toneladas, e somente 3% desse volume são reaproveitados. Técnicos do setor admitem que é uma taxa ainda muito baixa (PALHETA, 2019).

Por isto a problemática: como tratar os rejeitos da bauxita de forma a preservar o meio ambiente e a sustentabilidade socioeconômica?

Levando em consideração o perigo que é o descarte inapropriado de rejeito, vê-se que no rejeito de lavagem da bauxita, há um dano potencial a natureza por se tratar de um rejeito constituinte primordialmente de argilominerais, caso haja um descarte indevido em rio, muda sua constituição, acarretando na impossibilidade de vida no mesmo.

A geração de resíduos quando a bauxita tem de ser decapeada varia muito entre cada mina, não havendo um limite médio, mas de maneira geral o estéril de cobertura é depositado na cava na qual o minério foi anteriormente lavrado. Nas instalações de tratamento, em geral, resulta em cerca de 30% de massa sólida como rejeito de bauxita que é depositado em reservatório em área normalmente já minerada. (QUARESMA, 2009)

2.6 Aproveitamento de rejeito de bauxita

Lage (2018) apresenta um trabalho sobre o aproveitamento dos rejeitos da mina de Bauxita em Juruti-PA, pertencente à empresa Alcoa, por meio de um método de flotação. Este processo é uma separação feita numa suspensão em água (polpa). A diferenciação entre as espécies minerais é dada pela hidrofobicidade da partícula,

ou seja, a capacidade de se prender às bolhas de gás (geralmente ar). (CETEM, 2010).

O trabalho de Lage, (2018), que diz respeito ao aproveitamento de rejeito da bauxita em Juruti-PA, é composto de três etapas, a primeira sendo a caracterização da amostra, a segunda, são feitos ensaios de flotação com diferentes reagentes, dosagens, pHs e porcentagens de sólidos, os produtos das flotações são levados para a análise termogravimétrica, podendo assim comparar os resultados da flotação. A terceira etapa é definida por uma proposta de fluxogramas de "rougher", "cleaner", "recleaner" e "scavenger"

De acordo com Massola (2008) apud Lage (2018), mesmo a flotação sendo empregada na maioria dos processos de beneficiamento de minérios, sua aplicação no minério bauxítico não é comum. Porém, estudos recentes mostram que a separação da bauxita por flotação pode levar a um aumento na recuperação e também na redução de contaminantes (BITTENCOURT et al, 1989; MASSOLA, 2008; RODRIGUES, 2012).

De acordo com MELLO et al. (2005); Nascimento (2013); Lage (2018) apud Santiago (2018), os rejeitos gerados nas empresas que atuam na Amazônia estão constituídos por argilominerais e finos que são depositados em bacias de rejeitos, apresentando caulinita, gibbsita, goethita, hematita, anatásio, quartzo, zircão e possíveis fases amorfas, todas elas em diferentes proporções. Nas quais temos a representação das fases do ROM alimentado ao processo de beneficiamento.

Para a execução do revestimento das argamassas, tem-se uma peculiaridade. As argamassas devem ter plasticidade para se deformar sobre a superfície do substrato quando do lançamento, aplicação, fluidez, envolver a rugosidade do substrato e retenção de água para manter a trabalhabilidade durante a aplicação. A argamassa na maneira deve permitir facilidade de manuseio (está plástica e fluída o suficiente, não grudar na ferramenta, não grudar, ao ser lançada ela deve fixar à superfície do substrato, recebendo ainda manipulação que visam espalhar e acomodar a camada para o posterior saneamento e retenção de água. (SANTIAGO, 2018)

Muito embora a resistência da argamassa com adição com 5% de resíduo tenha chegado ao valor de (2,53MPa) o suficiente para ser utilizado em revestimento e assentamento de argamassa conforme a norma da ABNT/NBR13279. (SANTIAGO, 2018)

Pelas análises de caracterização físico-química e testes mecânicos, o rejeito de lama da lavagem da bauxita (RLLB) sugere que pode ser usado como matéria prima para a produção de argamassas cimentícias mistas de assentamento e revestimento de edificações na construção civil, o uso em quantidade deste tipo de resíduo pode contribuir na diminuição desse rejeito nas bacias; melhorando assim o meio ambiente e reduzindo os custos para as indústrias produtivas de alumínio. (SANTIAGO, 2018)

Um estudo feito por Racanelli, L. A. & Oliveira, R. C. (2020) trás uma destinação sobre o aproveitamento de rejeito do processo de lavagem de bauxita com um intuito de fabricar ligantes geopoliméricos.

Resumidamente, temos que ligantes geopoliméricos são materiais cimentícios com estrutura tridimensional formados por ativação alcalina.

A geopolimerização é um termo criado por David Davidovitch (1978). Para classificar a descoberta da geossíntese para a produção de materiais poliméricos inorgânicos, que são utilizados em dezenas de aplicações industriais.

Geopolímero é uma classe de ligante de polímero inorgânico tipicamente sintetizado através de ativação alcalina de precursores de aluminossilicatos, possuindo boa resistência à alta temperatura e à degradação de ácido, bem como boas propriedades mecânicas J.THERM (1989). Com tais propriedades torna-se uma alternativa em busca de substituir o cimento do tipo Portland, além do que seu uso permite à reciclagem de grandes quantidades de resíduos ou rejeitos industriais. (DUXSON P., PROVIS, J.L, LUKEY, G.C, et al, 2005)

Para síntese de geopolímero foi utilizado o rejeito da lavagem da bauxita (RB) foi coletado via úmido na mina de Miltônia, que fica localizada no município de Paragominas, no estado do Pará.

Esse rejeito também é depositado em lagoas projetadas, rico em Si e Al, possuindo também o argilomineral caulinita em sua constituição, apresenta-se como uma fonte alternativa para estudos de produção/aplicação de materiais geopoliméricos.

O rejeito da primeira lavagem da bauxita mostrou ter grande potencial para produção de materiais geopoliméricos a partir de 700°C. (RACANELLI; OLIVEIRA, 2020).

3 METODOLOGIA

Considerando o contexto pandêmico que nos encontramos, a metodologia utilizada à realização deste trabalho foi à pesquisa bibliográfica acerca da rocha bauxita, seus métodos de produção, com destaque a discussão sobre a produção dos rejeitos da bauxita, a dinâmica de aproveitamento, destinação e utilização desse material. Tendo como fontes bibliográficas artigos científicos, teses universitárias e palestras que tratam do tema proposto.

Tivemos ao longo da preparação palestras onde foram abordados os temas dos respectivos trabalhos, o quadro 1 mostra as apresentações e seus palestrantes.

Quadro 1 – Apresentações das palestras

DATA	PALESTRANTE	TEMA
10/04/2021	Tec. Reinaldo Silva	Aproveitamento do Rejeito do Processamento de Minério de Ouro da Serabi Gold
24/04/2021	Eng. Geovan Oliveira	Aproveitamento do Rejeito do Processamento de Minério de Cobre da Mina do Sossego da Vale
15/05/2021	Eng. Cleyson Lameira	Aproveitamento do Rejeito do Processamento de Minério de Manganês da Mina do Azul da Vale
22/05/2021	Eng. Fábio Mendes	Aproveitamento do Rejeito do Processamento de Minério de Caulim da Imerys
19/06/2021	Eng. Leonardo Agripino	Aproveitamento do Rejeito do Processamento de Minério de Bauxita da Hydro

Fonte: Projeto integrador curso técnico integrado mineração IFPA Campus Belém, 2021.

No início do semestre de 2021/1, o tema do Projeto Integrador nos foi apresentado, com o prazo de entrega ao fim do mesmo.

Durante todo o semestre, desenvolvemos nosso projeto juntamente com a atividade Projeto Integrador, que com suas aulas e palestras nos auxiliaram muito para a realização deste artigo. No Quadro 2 segue o cronograma das atividades do Projeto Integrador (PI).

Quadro 2 – Cronograma das atividades do Projeto Integrador

DATA	AULAS	ATIVIDADE
20/03/2021	02	Apresentação do Projeto Integrador e Orientações Gerais
27/03/2021	04	Divisão das equipes e definição dos casos por equipe
03/04/2021	-----	FERIADO
10/04/2021	06	Apresentação do Aproveitamento do Rejeito do Processamento de Minério de Ouro da Serabi Gold
17/04/2021	08	Orientação dos alunos quanto a execução do PI
24/04/2021	10	Apresentação do Aproveitamento do Rejeito do Processamento de Minério de Cobre da Mina do Sossego
01/05/2021	-----	FERIADO
08/05/2021	12	Orientação dos alunos quanto a execução do PI
15/05/2021	14	Apresentação do Aproveitamento do Rejeito do Processamento de Minério de Manganês da Mina do Azul
22/05/2021	16	Apresentação do Aproveitamento do Rejeito do Processamento de Minério de Caulim da Imerys
29/05/2021	18	Definição da data e horário do Seminário
05/06/2021	20	Apresentação do andamento dos trabalhos
12/06/2021	22	Orientação dos alunos quanto a execução do PI
19/06/2021	24	Apresentação do Aproveitamento do Rejeito do Processamento de Minério de Bauxita da Hydro
26/06/2021	26	Orientação dos alunos quanto a execução do PI
03/07/2021	28	Orientação dos alunos quanto a execução do PI
06/07/2021	30	Apresentação dos Seminários dos Projetos Integradores – Bauxita e Manganês
08/07/2021	32	Apresentação dos Seminários dos Projetos Integradores - Caulim
10/07/2021	36	Encerramento da Atividade
14/07/2021	40	Encerramento do Período Letivo

Fonte: Projeto integrador curso técnico integrado mineração IFPA Campus Belém, 2021.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Racanelli & Oliveira (2020) mostraram que os rejeitos provenientes do processo de lavagem da bauxita podem servir como ligantes geopoliméricos, podendo substituir o cimento do tipo PortLand, permitindo a reciclagem de grandes quantidades de resíduos ou rejeitos industriais.

No estudo de Santiago (2018), o rejeito de lama da lavagem da bauxita (RLLB) é pressuposto a ser utilizado como argamassas cimentícias mistas, fazendo dos mesmos, testes e avaliações, e conseguindo atingir eficácia, conforme a norma da ABNT/NBR13279, um nível de sucesso necessário para este rejeito possa substituir as argamassas, garantido uma das possíveis formas de utilização do rejeito de lavagem da bauxita, diminuindo o volume de rejeito nas barragens e consequentemente um menor dano ao meio ambiente.

Lage (2018), o aproveitamento do rejeito da bauxita em Juruti-PA, pode-se diminuir, pelo método de flotação, a quantidade de material que é colocado nas bacias de rejeito, diminuindo os impactos ambientais e aumentando a sua vida útil.

Com base nos estudos realizados para esta pesquisa, conclui-se que se faz de suma importância o aproveitamento do rejeito da bauxita. Uma vez que, um processo de reaproveitamento bem planejado implica no diretamente no meio ambiente, trazendo mínimos ou nenhum impacto a ele. Da mesma forma, reaproveitar o rejeito de forma efetiva envolve segurança durante o processo, o que leva às chances mínimas as possibilidades de acidentes, além disso, um bom planejamento poupará custos com possíveis prejuízos que podem ocorrer ao empreendimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ALUMÍNIO. **ABAL**. 2017. Acesso 15/06/2021
Disponível em: www.abal.org.br

ASSUNÇÃO. T. **Da Bauxita ao Alumínio**, Pará, 2021. Acesso 07/06/2021

COSTA, J. H. B. **Modelagem matemática da operação de desagregação da bauxita de Paragominas** – PA. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo; 2010. Acesso em: 19/06/2021. Disponível em: www.docplayer.com.br

COSTA, J.; JÚNIOR, H. **Escrubagem da bauxita de Paragominas - PA. Parte 1: influência de variáveis operacionais na desagregação da bauxita**. Revista Escola de Minas, Ouro Preto Data de acesso: 12/06/2021, Disponível em: www.scielo.br

Geopolimerização. N.d. In **Wikipedia**. Retrieved June, 29/06/2021. Disponível em: pt.wikipedia.org

LAGE, N. M. **Aproveitamento do Rejeito da Bauxita da Mina de Juruti por Flotação**, Ouro Preto, UFOP, 2018. Acesso em: 21/06/2021. Disponível em: www.monografias.ufop.br

LIMA T. M. **Regeneração Natural nas Pilhas de Estéril em Mineração de Calcário**, Salto de Pirapora, Sorocaba, UFSC, 2016. Acesso em: 24/06/2021. Disponível em: www.ppgsga.ufscar.br

LUZ, A. B. & Lins, F. A. F. **Introdução ao tratamento de minérios**, Rio de Janeiro, COPM, 2010. Acesso em: 18/06/2021. Disponível em: mineralis.cetem.gov.br

PALHETA, N. **Instituto do Senai vai estudar reaproveitamento do Rejeito da Alunorte**, Rede Pará, 2019. Acesso em: 19/06/2021. Disponível em: www.redepara.com.br

Quaresma, L. F. **Perfil da Mineração de Bauxita**, Minas Gerais, MME, 2009. Acesso em 16/06/2021. Disponível em: antigo.mme.gov.br

Racanelli, L. A. & Oliveira, R. C. **Uso de Rejeito de Lavagem de Bauxita para a Fabricação de Ligantes Geopoliméricos**, Rio de Janeiro, 2020. Acesso em 27/06/2021. Disponível em: www.scielo.br

RODRIGUES, O. M. S. **Flotação de Caulinita em Minérios de Ferro e Bauxítico**, Minas Gerais, Tese (Doutorado), UFMG, 2012. Acesso em: 21/06/2021. Disponível em: www.repositorio.ufmg.br

Santiago, E. N. **Argamassas Cimentícias Mistas a partir de Rejeito de Beneficiamento da Bauxita da Amazônia**, Belém, IFPA, 2018. Acesso em 28/06/2021. Disponível em: www.IFPA.edu.br

IPT. **Tratamento de Rejeitos é solução alternativa e economicamente viável à barragem de mineradoras**, São Paulo, IPT, 2021. Acesso em: 18/06/2021. Disponível em: www.infomet.com.br

TINOCO C. P. **Caracterização Geomecânica de um Rejeito de Mineração de Bauxita**, São Paulo, Dissertação de Mestrado, UFSP, 2017. Acesso em: 20/06/2021. Disponível em: www.teses.usp.br