



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 REJEITOS DE CAULIM**

Belém-PA  
Jul./ 2021

## **APROVEITAMENTO DE REJEITOS DE CAULIM**

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:**

Anderson Leonardo Sales e Silva – 20182154711

Eduardo Pinto Campos – 20182154717

Josy Mayra Guimarães Pantoja – 20182154733

Luciana Lunna Ferreira Araújo - 20182154742

Marcos Henrique Correa da Costa - 20182154743

William Wallace Pinheiro da Silva - 20182154755

### **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 Externos Convidados de Área**

Dr. Maurício Guimarães Bergerman

Prof. do Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo da Escola  
Politécnica da USP

MSc. Fábio Araújo Mendes

Eng. de Processo da Imerys Rio Capim Caulim

Belém-PA

Jul./ 2021

## **APROVEITAMENTO DE REJEITOS DE CAULIM**

**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

Este trabalho tem como objetivo geral discutir as possíveis alternativas de aproveitamento do rejeito do beneficiamento de caulim. O foco principal está centrado no aproveitamento de rejeitos do caulim, com propostas para possíveis aplicações, tanto em plantas, como na área da construção civil, na direção de que os rejeitos agreguem de forma positiva ao cotidiano das pessoas. No desenrolar da pesquisa bibliográfica, um quadro teórico-analítico sobre as possíveis formas de aproveitamento de rejeitos do caulim, e neste contexto, o processo de extração, o rejeito, a etapa e os equipamentos de beneficiamento que são utilizados na produção. No percurso metodológico, considerando a unidade pesquisada, a Mina Pará Pimentos S/A da empresa Imerys, discorre-se sobre o minério caulim evidenciando que o uso é bastante amplo, podendo ser utilizado pelas indústrias de papel na fabricação de materiais como o plástico, borrachas, tintas, cimentos e vários outros produtos. No limiar das conclusões, que o uso dos recursos naturais deve ser feito de uma maneira consciente para que os materiais tenham praticidade e utilidade financeira e social, por isso todas as sugestões de aproveitamento dos rejeitos estão ancoradas no princípio da sustentabilidade, e desta forma, aliando o processo de produção na mineração e o meio ambiente, de forma integrada, para melhorar cada vez mais o dia a dia no planeta.

**Palavras-Chave:** Aproveitamento; rejeitos; caulim.

## 1. INTRODUÇÃO

Caulim é uma rocha formada por um grupo de silicatos hidratados de alumínio, principalmente caulinita e haloisita. Contém outras substâncias sob forma de impurezas como areia, quartzo, palhetas de mica, grãos de feldspato, óxidos de ferro e titânio etc. Embora o mineral caulinita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) seja o principal constituinte do caulim, outros elementos além do alumínio, silício, hidrogênio e oxigênio acham-se geralmente presentes sob forma mais complicada por vezes desconhecida (MÁRTIRES, 2009).

Em função de suas propriedades físicas e químicas, o caulim pode ser utilizado em uma grande variedade de produtos, com destaque para o seu uso na fabricação de papéis comuns e revestidos, cerâmicas e refratários (INDUSTRIAL MINERALS apud LUZ, et al. 2008).

O caulim é utilizado na fabricação de cerâmica, fibra de vidro, e papel, sendo que para este último é destinado 45% da produção. Os Estados Unidos são o principal produtor mundial, respondendo por 17% do total mundial que, em 2010, foi de 31 milhões de toneladas (FARIAS, 2009a apud SILVA et al. 2012). O Brasil é o sexto produtor, responsável por 7,8% do total, ou 2,4 milhões de toneladas em 2010 (IBRAM, 2011). As principais reservas encontram-se no Pará, no Amapá, no Amazonas, no Paraná, no Rio Grande do Sul, em Santa Catarina e em São Paulo (NEVES e SILVA, 2007). O estado do Amazonas possui 68% das reservas, seguido do Pará (com 17%) e do Amapá (com 8%). Entretanto, embora possuindo as maiores reservas, não existe atividade de mineração de grande porte no Amazonas, a qual está concentrada nos estados do Pará e do Amapá (FARIAS, 2009a).

Segundo dados da Agência Nacional de Mineração (ANM), as principais reservas de caulim que existem no Brasil, cerca de 98%, estão localizadas nos estados do Pará e Amazonas, que totalizaram aproximadamente 7 Bilhões de toneladas no ano de 2017.

No Pará, tem-se duas principais minas de extração de caulim, a Pará Pigmentos (PPSA) e Rio Capim Caulim (RCC) pertencentes a Imerys S/A.

O caulim no Pará tem uma característica que chama bastante atenção, que é a alta alvura (aspecto esbranquiçado) presente na rocha.

## 2. JUSTIFICATIVA

O Brasil é um dos maiores destaques mineiros do mundo, com reservas de diversos tipos de bens minerais. O Pará é um dos estados com maior potencial mineiro do país e possui algumas reservas gigantes de recursos minerais.

A mineração é uma atividade extremamente importante para a sociedade, a partir dela que se faz a extração dos recursos naturais do subsolo, que dão origem aos diversos produtos, como, eletroeletrônicos, automóveis entre outros.

Porém, sabe-se que não somente de impactos positivos se vive a mineração, existem os impactos negativos como a disposição dos rejeitos em barragens.

Na atividade de mineração, grandes volumes e massas de materiais são extraídos e movimentados. A quantidade de resíduos gerada pela atividade depende do processo utilizado para extração do minério, da concentração da substância mineral estocada na rocha matriz e da localização da jazida em relação à superfície. Na atividade de mineração, existem dois tipos principais de resíduos sólidos: os estéreis e os rejeitos. Os estéreis são os materiais escavados, gerados pelas atividades de extração (ou lavra) no decapeamento da mina, não têm valor econômico e ficam geralmente dispostos em pilhas. Os rejeitos são resíduos resultantes dos processos de beneficiamento a que são submetidas às substâncias minerais. Estes processos têm a finalidade de padronizar o tamanho dos fragmentos, remover minerais associados sem valor econômico e aumentar a qualidade, pureza ou teor do produto final. (SILVA et al., 2012)

O rejeito é o produto que, após a etapa de beneficiamento, não se tem interesse econômico, por isso ele é enviado para uma barragem, onde fica sem nenhuma finalidade ou forma de aproveitamento.

Um das maiores preocupações atualmente é o acúmulo e disposição de rejeitos em barragens espalhadas pelo Brasil, principalmente depois dos desastres de Mariana-MG e Brumadinho-MG.

A extração do caulim no Pará deve-se especialmente a empresa Imerys que possui duas minas no estado, a Imerys Rio Capim Caulim (IRCC) e a Pará Pigmentos S/A (PPSA), que anteriormente era propriedade da empresa Vale S/A, ambas estão localizadas no município de Ipixuna do Pará – PA.

Neste contexto, são de suma importância os estudos para o aproveitamento desses rejeitos para que de alguma forma estes possam ser reutilizados, não só gerando lucro para as empresas, mas lucro sustentável e mitigando os impactos socioambientais nas proximidades da barragem.

Este trabalho é uma das etapas para a conclusão do curso Técnico em Mineração Integrado ao Ensino Médio, a qual faz parte do componente “Projeto Integrador”, que tem a função de integralizar o ensino de nível profissional com o ensino da educação básica de nível médio.

Na altura da justificativa ainda, a maior motivação deste trabalho na base da matriz curricular do curso, este artigo à conclusão do curso Técnico em Mineração Integrado ao Ensino Médio como culminância da base curricular “Projeto Integrador”, que tem a função interdisciplinar de integralizar o ensino de nível profissional com o ensino da educação básica de nível médio.

Assim, considerando o propósito destacado, a trilha pedagógica e interdisciplinar teve como objetivo, discutir as possíveis alternativas de aproveitamento do rejeito do beneficiamento de caulim.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O beneficiamento mineral é um processo de séries de operações que possam mudar as rochas extraídas em matérias-primas, essas operações aumentam o material de minerais, agregando valores melhorando a qualidade do minério, para que as operações prossigam de forma adequada.

As etapas do Beneficiamento:

#### **FRAGMENTAÇÃO**

A fragmentação é um processo de redução dos tamanhos das partículas, na Cominuição são usados britadores para fragmentar partículas grosseiras e moinhos para fragmentar partículas finas.

#### **CLASSIFICAÇÃO**

A classificação é um procedimento de separação das partículas de acordo com o seus respectivos tamanhos. Para classificar essas partículas são usados equipamentos como hicrociclones.

#### **CONCENTRAÇÃO**

A concentração é o procedimento de separação de minerais desejados, aumentando o seu teor no concentrado. A fragmentação tem uma participação importante para essa etapa, pois é essencial que os minerais estejam liberados.

#### **3. 1. Caulim**

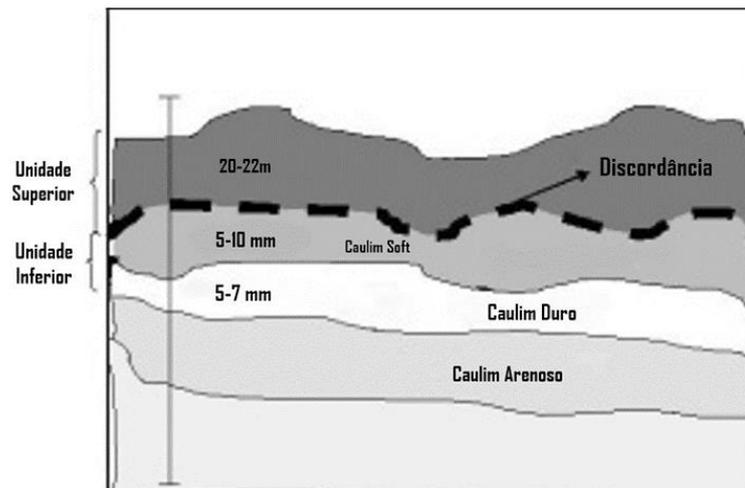
O termo caulim é usado para denominar a rocha que contém a caulinita, assim como para o produto resultante do seu beneficiamento. É formado essencialmente pela caulinita, apresentando cor branca ou quase branca, devido ao baixo teor de ferro. Em função de suas propriedades físicas e químicas, o caulim pode ser utilizado em uma grande variedade de produtos desde carga e cobertura para papel, até fertilizantes e outros (LUZ et al., 2005, PEREIRA, 2001 apud FREIRE, 2008).

O caulim da região do Rio Capim-PA é de origem sedimentar, essencialmente caulínítico, e as principais impurezas são o quartzo, muscovita, óxidos e hidróxidos de ferro. (FREIRE, 2008)

#### **3. 2. Geologia, Lavra e Beneficiamento do caulim no Pará**

O Nordeste do estado do Pará, região do Rio Capim, destaca-se nacionalmente por suas grandes reservas de caulim para cobertura de papel. Ela está localizada entre a rodovia Belém-Brasília (trecho entre Ipixuna do Pará e Mãe do Rio) e o médio curso do Rio Capim. O principal nível do minério (caulim macio) está localizado, em média, a 20 m de profundidade, recoberto por um nível de caulim duro – considerado como estéril, em função do elevado teor de ferro – e sedimentos argiloarenosos (Formação Barreiras). No caso os estéreis representam um custo adicional para retirada e separação dele (CARNEIRO et al., 2003).

Figura 1 – Perfil de caulim da região do Rio Capim



Fonte: Adaptado de CARNEIRO et al., 2003

O caulim extraído na mina da Pará Pigmentos, no município de Ipixuna do Pará, por Lavra a Céu Aberto é beneficiado e segue por um mineroduto até o município de Barcarena-PA (Conforme mostrado na figura 3), onde está localizada a etapa final da usina de beneficiamento da Empresa Imerys, passando pelos seguintes processos:

#### DISPERSÃO (BLUNGERS)

Durante o processo de dispersão, por meio da adição de água, dispersantes químicos e ajustadores de pH, o caulim é convertido em polpa em um misturador móvel denominado de “Blunger”. A concentração de sólidos a ser utilizada depende das operações subsequentes e pode variar de 20% a 50%.

Quanto menor a concentração, menor a quantidade necessária de dispersante; no entanto, tempos de secagem mais longos, resultando em produção reduzida.

#### DESAREAMENTO GROSSEIRO (CICLONAGEM)

Esta etapa visa remover impurezas com tamanho de partícula maior que 0,25 mm. Para tanto, o uso de tanques de sedimentação, classificadores hidráulicos ou as peneiras podem remover materiais como quartzo, mica e alguns óxidos de ferro e titânio.

#### CENTRIFUGAÇÃO

Inclui a separação das partículas por tamanho e a utilização de princípios de sedimentação, seja por gravidade (tanque de sedimentação), seja por campo centrífugo (centrífuga).

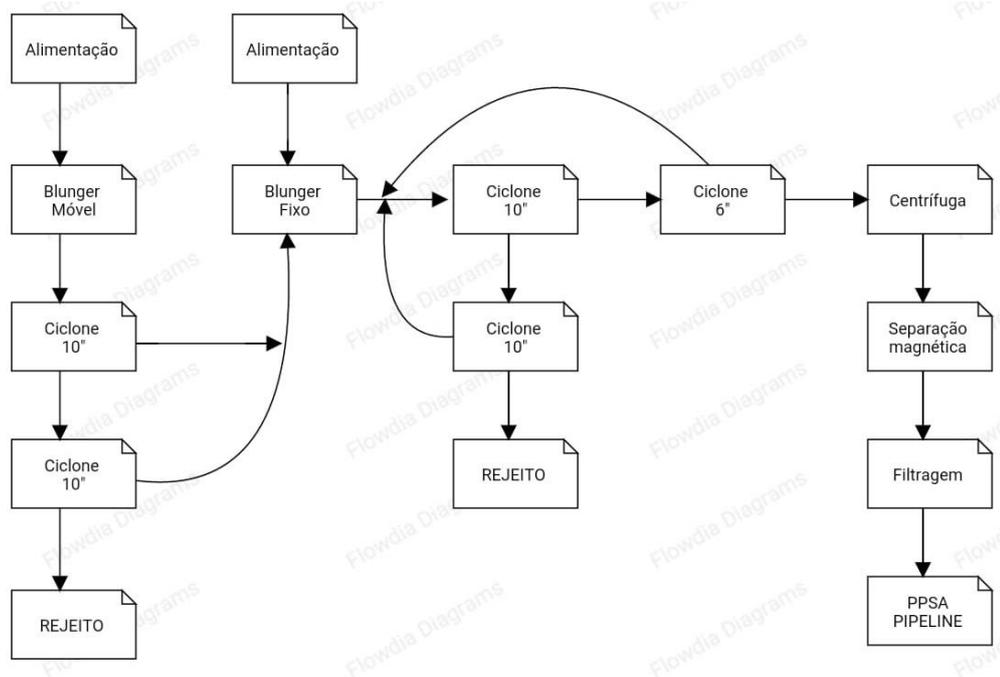
## SEPARAÇÃO MAGNÉTICA

Para a remoção das impurezas metálicas como rutilo, hematita e magnetita é utilizada a separação magnética. São gerados campos magnéticos através de ímãs, que atraem esses minerais metálicos.

## FILTRAGEM

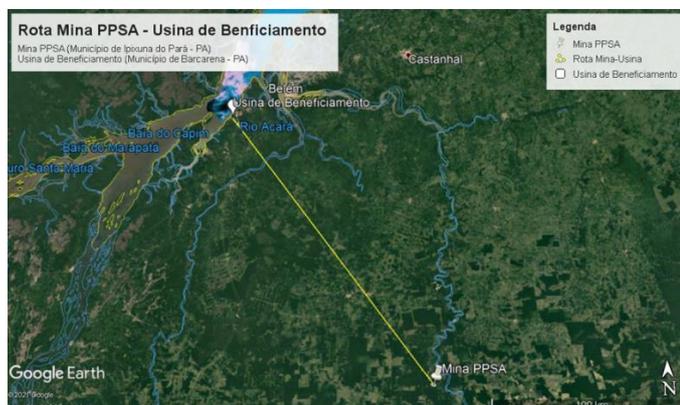
Para retirar as impurezas solubilizadas durante o alvejamento químico, a polpa é bombeada para filtros prensa ou filtros de tambor, onde é retirada uma grande fração de líquido presente no caulim e, por efeito, o ferro é reduzido ou a matéria orgânica destruída.

Figura 2 – Fluxograma dos processos de beneficiamento do caulim da PPSA



Fonte: Adaptado de Mendes, 2021

Figura 3 – Rota do mineroduto entre a Mina PPSA em Ipixuna e a Usina de Beneficiamento em Barcarena

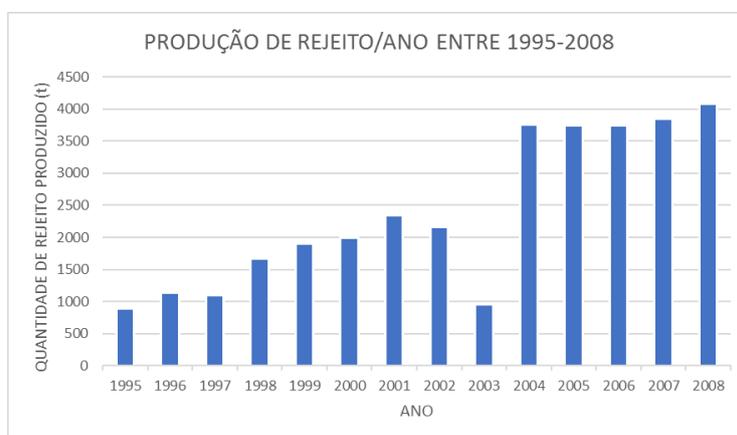


### 3. 3. Rejeitos do beneficiamento do caulim do Pará

Segundo o Engenheiro de Processos da Imerys, Fábio Mendes, uma característica do rejeito de Caulim do Pará, é a quantidade de areia no mesmo, basicamente de quartzo, na granulometria de 100% < 0,45 mm, 68% < 0,15 mm e 95% > 0,045 mm, possuindo uma pequena fração de um contaminante caulínico de 5%, toda essa areia é depositada nas antigas cavas da mina na qual já foram mineradas.

O caulim bruto ao passar pela usina de beneficiamento, são geradas duas frações: o concentrado, que é o material útil, este é utilizado na indústria para produção de papel etc., e o rejeito, que são os materiais sem uso econômico, nele estão os contaminantes. No Pará, a maior fração que sai da usina é o rejeito, ele é constituído de grão tamanho areia, geralmente de quartzo. Em grande parte dos materiais que alimentam o beneficiamento tem-se a presença dos contaminantes, por isso, a quantidade de rejeitos produzida é maior que a quantidade de material útil.

Figura 4 – Produção de rejeitos de caulim no estado do Pará entre 1995-2008



Fonte: Adaptado de MÁRTIRES (2009).

### 3. 4. Aproveitamento de rejeito de beneficiamento de caulim

Durante revisão bibliográfica, a equipe analisou alguns trabalhos de aproveitamento de rejeitos de caulim, que são a tinta ecológica à base de terra, seus componentes são: caulim, água e cola branca, o uso do rejeito como constituinte de uma de substrato para produzir mudas de plantas e argamassa geopolimérica.

Um estudo feito, em conjunto pelas Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), chegou-se a abordagem de uma forma sustentável do aproveitamento de rejeitos de caulim na produção de tintas.

De acordo com os resultados da UFRN e UFCG, o rejeito de caulim na composição da tinta teve um excelente desempenho, a utilização do bem mineral pode ser uma nova alternativa para diminuir os impactos ambientais e paisagísticos causados pela barragem de rejeitos, já que será dado um novo fim para aquele material.

Esse material ficaria somente armazenado, a tinta traz várias vantagens como: tem resultados similares a tinta industrial, com boa aderência a superfície e secagem rápida, as tintas não teriam um preço tão elevado, podendo ser mais acessível a pessoas de baixa renda. Porém o funcionamento da geotinta precisa de mais estudos, para ser analisada, por exemplo, a quantidade de energia solar que ela irá absorver e qual será o grau de conforto que esta trará; além de estudos para a substituição da cola branca na tinta se fazem necessários.

Um estudo realizado pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), contribuiu para este trabalho, trazendo a proposta do uso de rejeitos de caulim no substrato usado para a produção de mudas da paineira (Uma planta de espécie florestal e/ou ornamental). Segundo Alves et al., (2005), o rejeito de caulim adicionado aos substratos afetou o crescimento das mudas, os resultados do trabalho indicam que para essa espécie a concentração do rejeito deve ser abaixo de 30%, caso seja adicionado elevadas quantidades desse rejeito pode acarretar em alguns efeitos danosos, como, retenção de água e comprometimento da aeração (SILVA, 2005 apud. ALVES et al. 2005), mesmo não sendo verificado uma melhora da qualidade das mudas, este procedimento é bastante relevante do ponto de vista ecológico e ambiental, já que pode ser adotado como uma forma de aproveitar esse rejeito, fazendo o uso de uma maneira sustentável os rejeitos de caulim.

Outro estudo realizado pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), traz uma proposta para o uso dos rejeitos de caulim em argamassas geopoliméricas. As argamassas apresentaram bom desempenho mecânico, algumas amostras alcançaram valores próximos a 40 MPa e apresentaram uma boa propriedade de adesividade. Apesar de ser um rejeito, o material se mostrou viável para comercialização apenas com simples etapas de peneiramento e calcinação (BURKHARD, 2018). Neste trabalho mostra uma alternativa de aplicação dos rejeitos em cimento com os materiais semelhantes ao do tipo de cimento utilizado

hoje, o Portland, a argamassa teve bons resultados na sua aplicação, já que a partir da calcinação o material possui propriedades de endurecimento, porém uma análise de o que deve compor a argamassa deve ser feita, já que é um produto que será utilizado na construção civil.

#### 4. METODOLOGIA

Em função da Pandemia COVID-19 (Doença causada pelo Novo Coronavírus), todas as atividades deste trabalho foram feitas remotamente, a partir de revisão bibliográfica sobre o assunto, referências como, Mártires (2009), Luz et al. (2008), Freire (2008) e outros complementaram este trabalho, foram feitas discussões sobre as possíveis formas de Aproveitamento de Rejeitos do Caulim em reuniões na plataforma Google Meet com os professores/orientadores e os integrantes da equipe conforme mostrado no Quadro 1 e ainda ocorreram, ao longo do semestre de 2021/1, algumas palestras com profissionais do mercado sobre o beneficiamento dos principais bens minerais do Pará conforme mostrado no Quadro 2.

Quadro 1 – Cronograma de atividades do Projeto Integrador (PI)

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	-----	<b>FERIADO</b>
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
<b>01/05/2021</b>	-----	<b>FERIADO</b>
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		Encerramento do Período Letivo

Quadro 2 – Palestras sobre Aproveitamento de rejeitos

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

Figura 5 – Apresentação do projeto para a turma

**OBJETIVOS**

- ▶ Diagnosticar (estimar) a quantidade de rejeitos de um determinado bem mineral produzido no Estado do Pará;
- ▶ Caracterizar granulométrica e mineralogicamente o rejeito;
- ▶ Discutir as possíveis alternativas de aproveitamento do rejeito.

## 5. CONCLUSÃO

Com este trabalho conclui-se que, a utilização dos rejeitos de caulim, produzidos na etapa de beneficiamento de um empreendimento mineiro, deve ser estudada criteriosamente, levando em consideração alguns fatores, principalmente o fator econômico, pois as distancias entre a usina e os principais centro de consumo dos rejeitos arenosos é grande, o que deixariam o produto com um custo elevado tanto para a empresa que irá produzir quanto para o consumidor.

Mesmo tendo uma necessidade de estudos para o aproveitamento de rejeitos, o assunto ainda é novo, por isso se faz necessário que cada vez mais sejam feitas pesquisas nessa área. E investir em parcerias entre empresas e as universidades para estudos e pesquisas assertivos, de natureza científica, abrindo novos horizontes de práticas de aproveitamentos desses rejeitos, vantagens financeiras às empresas e à sociedade em geral, além de políticas continuadas de preservação do meio ambiente, com reflexos diretos e positivos na vida das pessoas.

Como estratégia de parceria com a sociedade, as empresas devem planejar políticas de aproveitamento dos rejeitos, com a participação das comunidades envolvidas, pessoas diretamente envolvidas nos processos, e as pessoas no entorno dos processos produtivos. Estas que sofrem os efeitos diretos e mais impactantes dos acidentes e mudanças no meio ambiente.

Essas comunidades precisam ser ouvidas e acompanhadas nas suas expectativas e demandas socioeconômicas e culturais, fatores estes que são alterados, a partir do desenrolar da geografia mineira de produção, em áreas específicas e já incorporadas ao cotidiano dessas pessoas.

## REFERÊNCIAS

MÁRTIRES, R. A. C., **Caulim**. In: Economia Mineral do Brasil. Brasília-DF: DNPM, 2009. p.474- 483. Acesso em 30 de maio de 2021

LUZ, A. B.; CAMPOS, A. R.; CARVALHO, E. A.; BERTOLINO, L. C.; SCORZELLI, R. B., **Argila - caulim**. IN: Rochas e Minerais Industriais no Brasil: usos e especificações. 2.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2008. p. 2559-294. Acesso em 31 de maio de 2021

AZEVEDO, G. H., VITAL, A. F. M., **APROVEITAMENTO DO REJEITO DAS INDÚSTRIAS DE BENEFICIAMENTO DO CAULIM PARA A PRODUÇÃO DE TINTA ECOLÓGICA À BASE DE TERRA**. In: Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração. São Paulo, v. 15, n. 3, p. 242-247, jul./set. 2018. Acesso em 01 de junho de 2021

FREIRE, F. R., **Caracterização mineralógica e tecnológica do caulim do Rio Capim - PA**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. Acesso em 01 de junho de 2021

ALCHAAR, R. F., **Beneficiamento e Caracterização do Caulim da Região de Prado (BA)** – Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Geociências, 2019.xi, 47 p. Acesso em 01 de junho de 2021

SILVA, A. P. M. DA; VIANA, J. P.; CAVALCANTE, A. L. B. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Atividade de Mineração de Substâncias Não Energéticas** - Relatório de Pesquisa. Brasília: IPEA, 2012. Acesso em 19 de junho de 2021

ALVES, J.C., ANDRADE, L. A., PÔRTO, M.L., TOMPSOM JÚNIOR, U. A., PEREIRA, W. E., ARRUDA, J. A., OLIVEIRA, L. S. B., SILVA, J. M., **Emprego do rejeito de caulim como constituinte de substratos para produção de mudas de paineira (*Chorisia speciosa* St. Hill.)**. In: 7º Congresso de Ecologia do Brasil, 2005, Caxambu. Resumos Expandidos, 2005. Acesso em 19 de junho de 2021

LUZ, A. B., CAMPOS, A. R., CARVALHO, E. A., BERTOLINO, L. C., **Argila - caulim**. In: Rochas & minerais industriais: usos e especificações. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005. Parte II. Cap.11. p.231-262. Acesso em 20 de junho de 2021

CAMPOS, A. P., MONTEIRO, C. C., SILVA, J. P. A., **Sumário Mineral – 2018**, Agência Nacional de Mineração. Brasília – DF: 2018. Acesso em 20 de junho de 2021

CARNEIRO, B. S., ANGÉLICA, R. S., SCHELLER, T., CASTRO, E. A. S., NEVES, R. F., **Caracterização mineralógica e geoquímica e estudo das transformações de fase do caulim duro da região do Rio Capim, Pará**. Cerâmica, São Paulo, v. 49, n. 312, p. 237-244, dezembro 2003. Acesso em 21 de junho de 2021

BURKHARD, A. R., **Utilização do rejeito do beneficiamento do caulim para ativação alcalina**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2018. Acesso em 26 de junho de 2021