


O CAULIM E A CERÂMICA VERMELHA DA AMAZÔNIA: POTENCIAIS E LIMITAÇÕES

KAOLIN AND RED POTTERY FROM THE AMAZON: POTENTIALS AND LIMITATIONS

CAOLÍN Y CERÁMICA ROJA DEL AMAZONAS: POTENCIALES Y LIMITACIONES

 <https://doi.org/10.56238/arev8n5-032>

Data de submissão: 10/04/2026

Data de publicação: 10/05/2026

Barbara do Nascimento Coêlho

Graduanda de Engenharia de Materiais

Instituição: Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia

E-mail: bdnc.emt21@uea.edu.br

Stefanni Ribeiro Lima

Graduanda de Engenharia de Materiais

Instituição: Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia

E-mail: srl.emt18@uea.edu.br

Diandra Carla Dourado Leite

Graduanda de Engenharia de Materiais

Instituição: Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia

E-mail: dcddl.emt18@uea.edu.br

Rayssa Lima Costa

Graduanda de Engenharia de Materiais

Instituição: Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia

E-mail: rlc.emt20@uea.edu.br

Rebeca Penha Cunha

Graduanda de Engenharia de Materiais

Instituição: Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia

E-mail: rpc.emt20@uea.edu.br

Raimundo Nonato Alves da Silva

Professor Doutor de Engenharia de Materiais

Instituição: Universidade do Estado do Amazonas, Escola Superior de Tecnologia

E-mail: rmasilva@uea.edu.br

RESUMO

O caulim e a cerâmica vermelha na Amazônia se destacam por suas aplicações industriais. O caulim amazônico, é amplamente utilizado na produção de papel, cerâmicas brancas e materiais avançados devido às suas propriedades químicas e físicas únicas. Por outro lado, a cerâmica vermelha, produzida a partir da abundância de argilas regionais, atende às demandas locais de construção civil, sendo essencial para a infraestrutura urbana e rural. Embora a Amazônia possua vastos recursos naturais, a exploração sustentável é um desafio crítico. A extração de caulim e argilas pode causar desmatamento,

alteração de cursos d'água e produção de resíduos, afetando a biodiversidade e as comunidades locais. O estudo aponta a necessidade de práticas de manejo responsável, como o uso de tecnologias limpas, economia circular e programas de reflorestamento. Além disso, o fortalecimento das regulamentações ambientais e o envolvimento das populações locais são fundamentais para mitigar os impactos negativos. Logo, buscar iniciativas inovadoras, como a criação de tijolos ecológicos com argila marajoara e resíduos de caulim, desenvolvidos por pesquisadores da UFPA é uma forma de integrar inovação, sustentabilidade e preservação ambiental no uso dos recursos minerais da Amazônia.

Palavras-chave: Amazônica. Caulim. Cerâmica Vermelha. Exploração.

ABSTRACT

Kaolin and red clay in the Amazon stand out for their industrial applications. Amazonian kaolin is widely used in the production of paper, white ceramics, and advanced materials due to its unique chemical and physical properties. On the other hand, red clay, produced from the abundance of regional clays, meets local demands for civil construction, being essential for urban and rural infrastructure. Although the Amazon possesses vast natural resources, sustainable exploitation is a critical challenge. The extraction of kaolin and clays can cause deforestation, alteration of waterways, and waste production, affecting biodiversity and local communities. The study points to the need for responsible management practices, such as the use of clean technologies, a circular economy, and reforestation programs. Furthermore, strengthening environmental regulations and involving local populations are fundamental to mitigating negative impacts. Therefore, seeking innovative initiatives, such as the creation of ecological bricks using Marajoara clay and kaolin waste, developed by researchers at UFPA, is a way to integrate innovation, sustainability, and environmental preservation in the use of Amazonian mineral resources.

Keywords: Amazon. Kaolin. Red Clay. Exploration.

RESUMEN

El caolín y la arcilla roja de la Amazonía destacan por sus aplicaciones industriales. El caolín amazónico se utiliza ampliamente en la producción de papel, cerámica blanca y materiales avanzados debido a sus propiedades químicas y físicas únicas. Por otro lado, la arcilla roja, proveniente de la abundancia de arcillas regionales, satisface la demanda local de construcción civil, siendo esencial para la infraestructura urbana y rural. Si bien la Amazonía posee vastos recursos naturales, su explotación sostenible representa un desafío crucial. La extracción de caolín y arcillas puede causar deforestación, alteración de cursos de agua y generación de residuos, afectando la biodiversidad y las comunidades locales. El estudio señala la necesidad de prácticas de gestión responsables, como el uso de tecnologías limpias, una economía circular y programas de reforestación. Además, fortalecer las regulaciones ambientales e involucrar a las poblaciones locales son fundamentales para mitigar los impactos negativos. Por lo tanto, la búsqueda de iniciativas innovadoras, como la creación de ladrillos ecológicos utilizando arcilla Marajoara y residuos de caolín, desarrollada por investigadores de la UFPA, es una forma de integrar la innovación, la sostenibilidad y la preservación ambiental en el uso de los recursos minerales amazónicos.

Palabras clave: Amazonía. Caolín. Arcilla Roja. Exploración.

1 INTRODUÇÃO

As cerâmicas desempenham um papel crucial na industrialização global, sendo amplamente utilizadas em setores como construção civil, engenharia, tecnologia e artefatos domésticos. Desde a antiguidade, materiais cerâmicos têm sido produzidos em diferentes regiões do mundo, adaptando-se às matérias-primas disponíveis e às necessidades locais. Atualmente, a indústria cerâmica abrange desde produtos tradicionais, como telhas e tijolos, até cerâmicas avançadas utilizadas em equipamentos eletrônicos, biomateriais e revestimentos de alta resistência. Essa diversidade coloca as cerâmicas como um elemento indispensável no progresso industrial e tecnológico. (ZHANG, J; CHENG, 2019)

No Brasil, a produção cerâmica tem uma longa tradição e se destaca pela grande disponibilidade de argilas de alta qualidade e pela diversidade de produtos. O país é um dos maiores produtores de revestimentos cerâmicos do mundo, além de abrigar indústrias de louças sanitárias, porcelanas e cerâmicas estruturais. A localização estratégica de recursos naturais e o avanço tecnológico no processamento de cerâmicas colocam o Brasil como um importante nesse mercado global. A região Sudeste concentra grande parte das indústrias, mas outras regiões, como o Norte, possuem potencial significativo devido às riquezas naturais. (ANDRADE, 2020).

Um recurso amplamente disponível na Amazônia, é o Caulim. Sua versatilidade o torna essencial na fabricação de papel, cerâmica branca, cosméticos e isolantes elétricos. Outro exemplo de destaque é a cerâmica vermelha, que engloba telhas, tijolos e blocos cerâmicos, materiais amplamente utilizados na construção civil. Essa indústria movimenta a economia de estados como São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Ceará, gerando empregos e contribuindo para a infraestrutura nacional (SANTOS, 2021).

Embora a Amazônia possua uma vasta riqueza nesses recursos naturais, o manejo sustentável desses recursos é um tema crítica. Algumas áreas da Amazônia possuem restrições ambientais que limitam a exploração de determinadas argilas, seja para preservar a biodiversidade ou evitar impactos em comunidades locais. Isso exige que qualquer iniciativa industrial seja planejada com rigor técnico, respeitando as legislações ambientais e os direitos das populações indígenas e ribeirinhas.

2 CAULIM AMAZÔNICO

O caulim amazônico, especialmente explorado na região do rio Jari, no estado do Pará, é amplamente reconhecido por suas características geológicas de alta pureza e baixa abrasividade. Sua composição química apresenta baixos teores de ferro e titânio, o que confere ao material elevado nível

de alvura e opacidade, características essenciais para aplicações industriais de alto valor agregado, como na fabricação de papel e cerâmicas finas (MOREIRA et al., 2015).

Os caulins encontrados no Rio Jari (AP/PA) e Rio Capim (PA) são originários de depósitos secundários, Brasil - caulim sedimentar.(LUZ, 1995) No Rio Capim, a extração de caulim é predominantemente realizada por pequenas e médias mineradoras, que utilizam métodos de escavação a céu aberto. Na bacia do Rio Jari, a extração de caulim também é significativa, com algumas operações de maior escala.

As técnicas de extração variam, mas frequentemente incluem escavação manual e mecanizada. Assim como no Rio Capim, a mineração de caulim no Jari se dá em áreas onde o mineral se acumula em sedimentos fluviais, facilitando a coleta. No entanto, essa extração pode impactar os ecossistemas locais, especialmente em áreas sensíveis da floresta amazônica.

É crucial que as práticas de extração sejam sustentáveis e que sejam realizadas de acordo com normas ambientais rigorosas, minimizando a degradação da biodiversidade.

3 CAULIM NO MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL

No mercado brasileiro, o caulim tem papel crucial na produção de papel revestido, utilizado para impressão de alta qualidade devido à sua alvura e propriedades de cobertura. Além disso, o mineral é amplamente empregado na fabricação de cerâmicas brancas, incluindo pisos, revestimentos e louças sanitárias. O setor de cosméticos também explora o caulim, utilizando-o como base em produtos de cuidado facial e capilar, devido à sua capacidade de absorver oleosidade (SOUZA et al., 2019).

O Brasil se posiciona entre os maiores exportadores mundiais de caulim, com destaque para o mercado europeu e norte-americano. O minério extraído no rio Jari é altamente competitivo devido à sua proximidade com portos fluviais, que facilitam a logística de exportação. Internacionalmente, o caulim brasileiro é amplamente utilizado na produção de papéis revestidos e materiais cerâmicos de alta resistência, sendo um dos preferidos em mercados que demandam qualidade superior (SILVA; SANTOS, 2020).

A exploração do caulim na Amazônia enfrenta desafios significativos, incluindo questões de infraestrutura limitada, impactos ambientais e regulamentações mais rigorosas para preservação da biodiversidade. No entanto, o desenvolvimento de tecnologias de mineração sustentável e a diversificação de aplicações industriais do caulim oferecem perspectivas de expansão. A crescente demanda por materiais de alta performance, como cerâmicas técnicas e polímeros avançados, aponta para novos mercados potenciais (ALVES; CARVALHO, 2021). As regiões do Rio Capim e do Rio

Jari são os principais distritos cauliniticos da Região Amazônica, detentores das maiores reservas brasileiras de caulim (BARATA; ANGÉLICA, 2012)

4 A CERÂMICA VERMELHA NA INFRAESTRUTURA LOCAL

A cerâmica vermelha tem uma presença marcante na Amazônia, tanto pela abundância de argila, principal matéria-prima para sua fabricação, quanto pela importância econômica e social que essa atividade representa para a região.

A produção de cerâmica vermelha na Amazônia está diretamente relacionada à construção civil, atendendo às demandas locais e regionais por tijolos, blocos, telhas e outros materiais essenciais para infraestrutura e habitação, compondo grande parte da arquitetura das regiões Norte e Nordeste do Brasil (MENDES, 2015).

A Amazônia possui grandes reservas de argilas apropriadas para a produção de cerâmica vermelha, especialmente nos estados do Pará e Amazonas. Essas argilas são extraídas localmente e processadas em pequenas indústrias cerâmicas que atendem à demanda regional. Além disso, o clima quente e úmido da região contribui para a secagem eficiente das peças antes da queima, favorecendo o processo produtivo (ALVES; LIMA, 2021).

Na Amazônia, a produção de cerâmica vermelha ocorre tanto de forma artesanal quanto em indústrias de médio porte. Em comunidades ribeirinhas e indígenas, a prática artesanal da cerâmica vermelha não só atende às necessidades locais, mas também mantém vivas tradições culturais ancestrais. Já as indústrias de médio porte, concentradas em cidades como Manaus e Belém, utilizam técnicas mecanizadas e atendem a demandas maiores, especialmente para a construção de habitações urbanas e infraestrutura regional (COSTA, 2020). Esse tipo de cerâmica, ainda que de uso massivo, enfrenta desafios quanto à sustentabilidade e à eficiência energética em sua produção, que depende de grandes volumes de argila e energia para a queima.

A Amazônia possui extensas reservas de argila, principalmente em áreas próximas aos grandes rios, onde o solo argiloso é facilmente acessível. Estudos indicam que a qualidade da argila amazônica é adequada para a produção de diversos tipos de cerâmica vermelha, devido à sua plasticidade e composição química favorável. (SILVA, 2018) Contudo, ainda existem desafios na exploração sustentável desse recurso, uma vez que a extração pode impactar o ecossistema local se não for conduzida dentro de padrões regulatórios.

5 IMPACTOS AMBIENTAIS E AS POLÍTICAS PÚBLICAS

A exploração mineral gera impactos significativos na Amazônia, uma das regiões mais biodiversas do planeta. Entre os principais problemas ambientais estão o desmatamento, que com a abertura de minas e a construção de infraestruturas de suporte, como estradas e áreas de beneficiamento, resultam na remoção de grandes extensões de floresta. Isso afeta a fauna e a flora locais e contribui para o aumento das emissões de gases de efeito estufa (SOUZA; SILVA, 2019). Também podemos destacar a alteração de cursos d'Água, onde a mineração pode modificar o curso natural de rios e igarapés, prejudicando comunidades ribeirinhas e a qualidade da água (ALVES; RIBEIRO, 2020). Outro problema ambiental é a produção de resíduos, pois o beneficiamento dos minérios gera rejeitos que, se não forem adequadamente gerenciados, podem contaminar solos e recursos hídricos, como ocorreu em algumas áreas de exploração no Pará (SANTOS; CARVALHO, 2021).

As políticas públicas desempenham um papel essencial na mitigação dos impactos ambientais e na promoção de práticas sustentáveis no setor mineral. No Brasil, a mineração na Amazônia é regulada por normas rigorosas, como a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) e o Código de Mineração (Decreto-Lei nº 227/1967), que estabelecem diretrizes para exploração sustentável. Entretanto, a fiscalização limitada e a falta de cumprimento dessas normas são desafios recorrentes (IBAMA, 2022). O processo de licenciamento ambiental exige estudos de impacto ambiental (EIA/RIMA) e a definição de medidas compensatórias, como o reflorestamento de áreas mineradas e a proteção de reservas extrativistas (ICMBio, 2021). Recentemente, programas governamentais têm incentivado a adoção de tecnologias limpas e a economia circular, como o reaproveitamento de resíduos para produção de materiais de construção (CARVALHO et al., 2020).

A sustentabilidade da mineração na Amazônia depende de alguns fatores, como investimentos em tecnologia, onde as soluções tecnológicas podem reduzir os impactos ambientais, como sistemas de tratamento de rejeitos e equipamentos menos invasivos. Parcerias Público-Privadas, ou seja, iniciativas conjuntas entre governo, empresas e organizações não governamentais podem promover o desenvolvimento sustentável, integrando preservação ambiental e inclusão social (MELO; LIMA, 2021). E também, a educação e participação local pode capacitar e envolver as comunidades locais em atividades de monitoramento e gestão ambiental, fortalece a governança e reduz conflitos sociais associados à mineração.

6 DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E A CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

A busca por equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental é um dos maiores desafios na exploração de recursos minerais na Amazônia. Contudo, iniciativas inovadoras ao longo dos últimos anos têm provado que esse equilíbrio é possível. Empresas, governos e comunidades locais vêm implementando práticas que minimizem os impactos ambientais enquanto promovem benefícios econômicos e sociais.

Entre essas iniciativas destacam-se as Parcerias Público-Privadas, como o Programa Municípios Verdes, no Pará. Esse programa integra prefeituras e empresas em planos que conciliam desenvolvimento econômico com sustentabilidade, assegurando a conformidade com regulamentações ambientais e priorizando a recuperação de áreas degradadas. De acordo com Souza e Pereira (2021), tais estratégias têm reduzido o desmatamento em municípios participantes e estimulado uma economia baseada no manejo responsável dos recursos naturais.

Outra abordagem inovadora são os Empreendimentos Comunitários, que envolvem diretamente comunidades ribeirinhas e indígenas. Exemplos incluem projetos de manejo sustentável de argilas para cerâmica artesanal, promovendo a integração de tradições culturais com geração de renda. Essas iniciativas garantem autonomia econômica às comunidades locais e incentivam a preservação ambiental, mantendo a floresta em pé como um ativo valioso (MARTINS et al., 2021).

Por outro lado, programas inicialmente considerados sustentáveis também enfrentam desafios. O Projeto Jari Celulose, no Pará e Amapá, durante anos foi apontado como um exemplo de economia circular na exploração de caulim. Resíduos do beneficiamento eram reaproveitados em outras indústrias, como cimento e cerâmica, enquanto práticas de manejo florestal ajudavam na conservação ambiental (CARVALHO; SANTOS, 2020). No entanto, nos últimos anos, o projeto sofreu críticas significativas, incluindo acusações de grilagem de terras, trazendo à tona a necessidade de maior fiscalização e transparência nas iniciativas de mineração sustentável.

Figura 1 - Projeto REDD+ da Jari Celulose impacta comunidades rurais em Almeirim (PA)



Fonte: <https://deolhonosruralistas.com.br/>, Cartografia Eduardo Carlini/De Olho nos Ruralistas

Esses exemplos demonstram que, embora o potencial para práticas sustentáveis exista, os desafios são constantes e exigem esforços colaborativos e monitoramento contínuo para garantir que os projetos realmente contribuam para o desenvolvimento responsável da Amazônia.

7 PERSPECTIVAS FUTURAS COM MATERIAIS SUSTENTÁVEIS

Pesquisadores da Universidade Federal do Pará (UFPA) criaram um novo protótipo de tijolos ecológicos a partir da argila marajoara e resíduos de caulim, um subproduto da indústria mineradora (CHAVES, 2024).

O objetivo é oferecer ao mercado da indústria civil materiais de baixo custo que reduzam a quantidade de resíduo acumulado na Amazônia. A utilização desses materiais contribui para a diminuição da extração de recursos naturais e emissão de gases poluentes associados à produção convencional de tijolos (CHAVES, 2024).

Os pesquisadores inseriram rejeito de caulim na massa cerâmica (argila) e utilizaram apenas 25% de argila da fração de 100%. Além disso, a inserção do resíduo foi capaz de diminuir em quantidades a massa aplicada. Os resultados do produto sustentável apresentaram uma resistência superior (CHAVES, 2024).

Figura 2 - Pesquisadores criam tijolo sustentável feito com argila marajoara e resíduo da indústria mineradora no Pará.



Fonte: <https://g1.globo.com/>

O projeto representa têm um impacto significativo no mundo das cerâmicas na Amazônia, integrando sustentabilidade e inovação. Além de reduzir o impacto ambiental, essa tecnologia pode contribuir para o fortalecimento de economias locais, promovendo o uso de materiais regionais e o reaproveitamento de resíduos que, de outra forma, seriam descartados de maneira inadequada.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo destacou a relevância do caulim e da cerâmica vermelha na Amazônia, evidenciando seu potencial econômico e social, ao mesmo tempo que apontou os desafios ambientais associados à sua exploração. A região, rica em recursos naturais, apresenta uma oportunidade única para o desenvolvimento de materiais cerâmicos que atendam às demandas locais e globais de forma sustentável.

A utilização do caulim amazônico e de argilas locais para a produção de cerâmicas, especialmente os projetos que reaproveitam resíduos industriais, como os tijolos ecológicos desenvolvidos pela UFPA, demonstra que é possível alinhar inovação tecnológica à preservação ambiental. Tais iniciativas reduzem o impacto ecológico, minimizam o desperdício e promovem o uso eficiente dos recursos regionais, contribuindo para o fortalecimento das economias locais e a geração de empregos.

Entretanto, a exploração desses materiais precisa ser planejada e executada dentro de padrões de sustentabilidade. A adoção de tecnologias limpas, o manejo responsável das argilas, a implementação de políticas públicas eficazes e a participação ativa das comunidades locais são fatores

essenciais para minimizar os impactos ambientais e promover o desenvolvimento socioeconômico equilibrado.

Conclui-se que, ao integrar práticas sustentáveis e inovadoras, a Amazônia pode se tornar um polo de referência na produção de cerâmicas ecológicas. Esse modelo não apenas impulsionará o desenvolvimento regional, mas também servirá de exemplo global para a exploração responsável de recursos naturais, contribuindo para a preservação do ecossistema amazônico e o avanço da economia circular.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F. C.; CARVALHO, M. J. Sustentabilidade e inovação na mineração de caulim. Revista Brasileira de Geociências, v. 51, n. 4, p. 654-672, 2021.
- ALVES, J. P.; RIBEIRO, M. F. Impactos da mineração de bauxita na Amazônia. Revista Brasileira de Estudos Ambientais, v. 10, n. 3, p. 45-58, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270-1:2017 – Componentes cerâmicos para alvenaria – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15310:2019 – Telhas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001:2015 – Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- CARVALHO, R. T. et al. Economia circular na indústria mineral brasileira. Cadernos de Sustentabilidade, v. 9, n. 1, p. 89-105, 2020.
- CARVALHO, R. T.; SANTOS, L. M. Sustentabilidade em projetos minerais no Brasil: o caso do rio Jari. Revista Brasileira de Desenvolvimento Sustentável, v. 8, n. 2, p. 97-112, 2020.
- CHAVES, Jonathan. Tijolo sustentável feito com argila marajoara e resíduo da indústria mineradora é criado por pesquisadores. Bacana News, Pará, 2024. Disponível em: <https://bacananews.com.br/tijolo-sustentavel-feito-com-argila-marajoara-e-residuo-da-industria-mineradora-e-criado-por-pesquisadores/>. Acesso em: 29 Nov. 2024.
- COSTA, João A. Produção cerâmica na Amazônia: desafios e oportunidades. Revista Brasileira de Construção Civil, v. 18, n. 2, p. 45-57, 2020.
- IBAMA. Relatório de fiscalização em áreas mineradas. Brasília: IBAMA, 2022.
- ICMBio. Diretrizes para a gestão ambiental em áreas de mineração. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2021.
- IAP – INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS DA INDÚSTRIA CERÂMICA. Relatórios sobre a Indústria de Cerâmica no Brasil e no Mundo. São Paulo, 2023. Disponível em: <http://www.industria.ceramica.br/relatorios>. Acesso em: 6 dez. 2024.
- MARTINS, A. P. et al. Impactos e oportunidades do manejo sustentável de argilas na Amazônia. Cadernos de Desenvolvimento Comunitário, v. 5, n. 3, p. 44-56, 2021.
- MELO, A. G.; LIMA, R. S. Sustentabilidade e comunidades locais na mineração amazônica. Revista de Gestão Ambiental, v. 7, n. 2, p. 78-94, 2021.
- MENDES, J. F. A cerâmica vermelha na construção civil brasileira. Revista Construção e Tecnologia, v. 12, n. 4, p. 102-113, 2015.

- MOREIRA, R. et al. Caracterização e usos industriais do caulim brasileiro. Cadernos de Geociências, v. 12, n. 3, p. 78-95, 2015.
- SANTOS, A. B. O potencial do caulim na Amazônia. Estudos Geológicos da Amazônia, 2021.
- SANTOS, Maria L. A importância econômica da cerâmica vermelha na região Norte. Revista de Economia Regional, v. 12, n. 1, p. 33-48, 2021.
- SANTOS, P. R.; CARVALHO, L. B. Recuperação ambiental em áreas de mineração de caulim. Revista Amazônica de Ciências, v. 12, n. 4, p. 123-137, 2021.
- SILVA, Antônio R. A utilização de argilas amazônicas na produção de cerâmica vermelha. Revista de Materiais Cerâmicos, v. 7, n. 3, p. 101-112, 2018.
- SILVA, P. A.; SANTOS, L. M. A importância do caulim na economia mineral brasileira. Revista de Mineração Sustentável, v. 8, n. 2, p. 142-158, 2020.
- SOUZA, D. R. et al. Aplicações do caulim na indústria cosmética e cerâmica. Revista de Inovação e Sustentabilidade, v. 9, n. 1, p. 34-47, 2019.
- SOUZA, F. R.; PEREIRA, L. R. Políticas públicas e mineração sustentável no Pará. Revista Amazônica de Políticas Públicas, v. 6, n. 4, p. 34-49, 2021.
- SOUZA, F. T.; SILVA, A. P. Mineração e seus impactos hídricos na Amazônia. Revista Brasileira de Hidrologia, v. 5, n. 2, p. 101-119, 2019.
- ZHANG, J; CHENG, L. Advanced Ceramics for Industrial Applications. . [S.l: s.n.]. , 2019.