

125

SÉRIE Tecnologia Ambiental

Estudo bibliográfico da aplicação dos resíduos de rochas ornamentais

**Kayrone Marvila de Almeida
Mariane Costalonga de Aguiar
Monica Castoldi Borlini Gadioli
Matheus Moura Amorim
Francisco Wilson Hollanda Vidal**

CETEM 45
CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL



SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

Estudo bibliográfico da aplicação dos resíduos de rochas ornamentais

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Luciana Santos

Ministra de Estado

Luis Manuel Rebelo Fernandes

Secretário Executivo

Isa Assef dos Santos

Subsecretária de Unidades de Pesquisa e Organizações Sociais

CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

Silvia Cristina Alves França

Diretora

Maurício Moutinho da Silva

Coordenador de Administração - COADM

Andréa Camardella de Lima Rizzo

Coordenadora de Planejamento, Gestão e Inovação - COPGI

Paulo Fernando Almeida Braga

Coordenador de Processamento e Tecnologias Minerais - COPTM

Marisa Nascimento

Coordenadora de Processos Metalúrgicos e Ambientais - COPMA

Leonardo Luiz Lyrio da Silveira

Coordenador de Rochas Ornamentais - CORON

Arnaldo Alcover Neto

Coordenador de Análises Minerais - COAMI

SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

ISSN 0103-7374

STA - 125

Estudo bibliográfico da aplicação dos resíduos de rochas ornamentais

Kayrone Marvila de Almeida

Engenheiro de Minas, M.Sc., Bolsista CETEM/MCTI.

Mariane Costalonga de Aguiar

Química, D.Sc., Pesquisadora bolsista do CETEM/MCTI.

Monica Castoldi Borlini Gadioli

Engenheira Química, D.Sc., Pesquisadora Titular do CETEM/MCTI.

Matheus Moura Amorim

Graduando em Engenharia de Minas.

Francisco Wilson Hollanda Vidal

Engenheiro de Minas, D.Sc. Tecnologista Sênior do CETEM/MCTI.

CETEM/MCTI

2023

SÉRIE TECNOLOGIA AMBIENTAL

Editor: Luis Gonzaga Santos Sobral

Subeditor: Andréa Camardella de Lima Rizzo

CONSELHO EDITORIAL: Saulo Rodrigues P. Filho (UNB), Jorge Rubio (UFRGS), José Ribeiro Aires (CENPES), Luis Enrique Sánchez (EPUSP), Virginia Sampaio Ciminelli (UFMG), Luís Alberto Dantas Barbosa (UFBA), Ricardo Melamed (UNB), Marcello F. Veiga (University of British Columbia-Canadá), Bruce Marshall (University of British Columbia-Canadá).

Não existe uma definição única que se enquadre na ampla diversidade que o tema “Tecnologias Ambientais” abrange. Em primeiro lugar, o campo das Tecnologias Ambientais é caracterizado por um alto grau de diversidade e heterogeneidade. Em geral, o termo é usado para incluir tecnologias e aplicações que supostamente ajudam a reduzir o impacto negativo da atividade industrial e dos serviços, de usuários privados ou públicos, no meio ambiente. O conceito se refere, normalmente, a tecnologias “no final do processo” (end-of-pipe) integradas a tecnologias limpas e de recuperação de áreas contaminadas. No entanto, também pode abranger questões de sentido mais amplo, como monitoramento, medição, mudança de produtos ou gerenciamento de sistemas ambientais. As tecnologias ambientais são, portanto, de natureza interdisciplinar e podem ser aplicadas em qualquer etapa da cadeia produção-consumo. Tendo isso em mente, a *Série de Tecnologia Ambiental* tem por objetivo congrega especialistas, tais como: pesquisadores, tecnologistas, professores etc., do CETEM em particular, para que divulguem suas pesquisas em áreas tão diversas para servirem como estímulo para os novos e futuros pesquisadores.

There is no single definition that fits the wide diversity that the theme “Environmental Technologies” covers. First, the field of Environmental Technologies is characterized by a high degree of diversity and heterogeneity. In general, the term is used to include technologies and applications that are supposed to help reduce the negative impact of industrial activities and services, by private or public users, on the environment. The concept usually refers to technologies “at the end of the process” (end-of-pipe) integrated with clean technologies and recovery of contaminated areas. However, it can also cover broader issues such as monitoring, measuring, changing products or managing environmental systems. Environmental technologies are, therefore, of an interdisciplinary nature and can be applied at any stage of the production-consumption chain. Bearing this in mind, the “Environmental Technology Series” aims at bringing together specialists, such as: researchers, technologists, professors etc., from CETEM in particular, to disseminate their research in such diverse areas to serve as a stimulus for new and future researchers.

O conteúdo desse trabalho é de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es).

Copyright © 2023 CETEM/MCTI

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação de copyright (Lei 5.988)

Valéria Cristina de Souza
Diagramação e Editoração Eletrônica

André Luiz Costa Alves
Projeto Gráfico

Informações:
CETEM – Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 – Cidade Universitária
21941-908 – Rio de Janeiro – RJ
Homepage: www.cetem.gov.br

CIP – Catalogação na Publicação

E82

Estudo bibliográfico da aplicação dos resíduos de rochas ornamentais / Kayrone Marvila de Almeida ... [et al.] _ Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2023.
45 p. - (Série Tecnologia Ambiental; 125).

ISBN 978-65-5919-030-0

1. Rochas ornamentais. 2. Resíduos. 3. Levantamento bibliográfico.
I. Almeida, Kayrone Marvila de. II. Aguiar, Mariane Costalonga de. III. Gadioli, Monica Castoldi Borlini. IV. Amorim, Matheus Moura. V. Vidal, Francisco Wilson Hollanda. VI. Centro de Tecnologia Mineral. VII. Série.

CDD 553.5

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do CETEM/MCTI
Bibliotecário(a) Rosana Silva de Oliveira CRB7 – 5849

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVO	20
3 METODOLOGIA	21
4 RESULTADOS	22
5 CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

RESUMO

O Brasil é um dos principais produtores e exportadores de rochas ornamentais do mundo. Como grande produtor de rochas, o país também gera uma grande quantidade de resíduos. Os resíduos acarretam uma preocupação crescente para o setor de rochas ornamentais brasileiro, pois seu descarte inadequado pode causar impactos ambientais. Este trabalho traz uma análise e alternativas para destinação dos resíduos de rochas ornamentais por meio de um levantamento bibliográfico que visa reunir, de forma simples e clara, as alternativas de aproveitamento e a viabilidade dos resíduos de rochas ornamentais, tanto da extração quanto do beneficiamento, como base de pesquisa. O conhecimento das características dos resíduos, a utilização dos resíduos como matérias-primas, o desenvolvimento de novos produtos com aplicação industrial a partir de resíduos, em substituição às matérias-primas convencionais, a caracterização ambiental dos produtos desenvolvidos a partir dos resíduos de rochas ornamentais é de extrema importância. Nesse contexto, o CETEM vem desenvolvendo pesquisas visando aproveitar os resíduos de rochas na indústria. Essas pesquisas mostram trabalhos desenvolvidos ao longo dos anos e o uso dos resíduos como uma alternativa ecológica e sustentável, além de colaborar com o setor produtivo de rochas ornamentais e com o setor de construção civil, contribuir para a economia circular e no consumo de matérias-primas naturais.

Palavras-chave

Rochas ornamentais, resíduos, levantamento bibliográfico.

ABSTRACT

Brazil is one of the main producers and exporters of ornamental stones in the world. As a major producer of stones, the country also generates a large amount of waste. Waste is a growing concern for the Brazilian ornamental stone sector, as its improper disposal can cause environmental impacts. This work presents an analysis and alternatives for the disposal of ornamental stone wastes through a bibliographical research, which aims at bring together, in a simple and clear way, alternatives for the use and viability of ornamental stone wastes, both from extraction and processing, as a basis of research. Knowledge of the characteristics of waste, the use of waste as raw materials, the development of new products with industrial application from waste, replacing conventional raw materials, the environmental characterization of products developed with ornamental stones waste is extremely important. In this context, CETEM has been developing research aimed at taking advantage of stone wastes in industry. These research show works developed over the years and the use of waste as an ecological and sustainable alternative, in addition to collaborating with the productive sector of ornamental stone and the civil construction sector, contributing to the circular economy and consumption of natural raw materials.

Keywords

Ornamental stone, wastes, bibliographic research.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é amplamente reconhecido, em escala global, por seu enorme potencial na produção de rochas ornamentais, sendo classificado, no ano de 2020, como o quarto maior produtor mundial, o que compreende, aproximadamente, 5% da produção global (MONTANI, 2021). Essa posição coloca o Brasil logo abaixo da China, Índia e Turquia, que lideram o setor. No período de janeiro a novembro de 2022, as exportações de rochas do país alcançaram um faturamento total de US\$ 1,215 bilhões, equivalente a aproximadamente 1.998.373,7 toneladas de rochas para revestimento. Esses números demonstram a importância do Brasil como um mercado expressivo no segmento de rochas ornamentais. Destaca-se que o estado do Espírito Santo é reconhecido como o maior exportador de rochas ornamentais do Brasil, sendo responsável por suprir 81% da demanda nacional (ABIROCHAS, 2022). Essa condição ressalta o papel fundamental da região na produção e exportação desses materiais.

As etapas de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais geram consideráveis perdas de resíduos, que ao longo da cadeia produtiva representam perdas de até 83% (CAMPOS et al., 2014). Esses resíduos originam-se de duas categorias principais: resíduos grosseiros, provenientes da etapa de extração ou lavra nas pedreiras, e resíduos finos das indústrias de beneficiamento. A maioria deles consiste em resíduos grosseiros da lavra, geralmente de blocos fora do padrão de mercado, além de outros irregulares. Dependendo do método de lavra, do tipo geológico e da própria rocha, essas perdas podem chegar a milhões de toneladas. Por exemplo, pedreiras de quartzitos normalmente têm perdas entre 80% e 90%. No beneficiamento, também ocorrem perdas de resíduos grosseiros durante o aparelhamento dos blocos, conhecidos no setor como casqueiro, que correspondem a

cerca de 14%. Na transformação do bloco em chapas nas serrarias, são produzidos os resíduos Finos do Beneficiamento de Rochas Ornamentais – FIBRO, gerando um passivo de 26% em volume de bloco (SILVEIRA; VIDAL; SOUZA, 2014). Estima-se que, atualmente, no Brasil, sejam geradas anualmente cerca de 2,5 milhões de toneladas de resíduos finos, dos quais apenas no Estado do Espírito Santo são depositadas 2,0 milhões de toneladas em aterros associativos e particulares (CAMPOS et al., 2014). Estima-se, ainda, que nos últimos 10 anos tenham sido gerados mais de 25 milhões de toneladas de resíduos finos no Brasil. Além da quantidade considerável, o problema é agravado pelo fato de que a maioria das indústrias não faz uma gestão adequada do manejo de seus resíduos.

Na região sul do Espírito Santo, destacam-se o aterro da Associação Ambiental Monte Líbano - AAMOL e a Associação de Desenvolvimento Ambiental do Mármore e Granito - ADAMAG, onde cerca de 80 associados depositam seus resíduos finos de serraria. Na região norte do Espírito Santo, os produtores possuem uma Central de Tratamento de Resíduos em Nova Venécia, com mais de 20 associados. Atualmente, o Estado do Espírito Santo possui cerca de 44 aterros licenciados, conforme regulamentação estabelecida pela Instrução Normativa 12/2007.

Seguindo a tendência mundial de adotar tecnologias mais limpas, espera-se que, em um futuro próximo, o problema dos resíduos finos do beneficiamento seja minimizado devido à rápida expansão da tecnologia de teares de fios diamantados. Esses teares geram resíduos compostos apenas por pó de rocha e água, o que possibilita sua utilização sem a presença de elementos metálicos ou produtos químicos.

No entanto, é recomendado que os resíduos provenientes das indústrias de diversas rochas, como mármore e granitos, sejam direcionados e armazenados separadamente, levando em consideração suas diferentes características químicas e mineralógicas. Para uma ampla utilização, sugere-se a criação de baias de separação entre os resíduos carbonáticos e silicáticos, a fim de facilitar o transporte adequado desses resíduos para os aterros, quando necessário (VIDAL et al., 2014). O Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, tem realizado programas de apoio às micro, pequenas e médias empresas, especialmente aquelas envolvidas na extração e beneficiamento de rochas ornamentais. Esses programas visam fornecer suporte tecnológico aos mineradores, com o objetivo de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade dos produtos, promover condições de higiene e segurança no trabalho e reduzir as perdas de material ao longo da cadeia produtiva. As perdas de material mencionadas são representadas pela grande quantidade de resíduos gerados, principalmente nas etapas de extração e beneficiamento de rochas ornamentais.

Uma gestão eficiente dos resíduos minerais é de extrema importância, especialmente no contexto das rochas ornamentais, devido à quantidade significativa de resíduos gerados em comparação com outros minerais processados.

Desde 1997 até os dias atuais, o CETEM, em parceria com outras instituições, tem se empenhado em diminuir o impacto ambiental através de diversos projetos que visam promover a utilização dos resíduos de rochas ornamentais. Ele tem desempenhado um papel ativo na pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e também materiais que incorporam esses resíduos na composição de produtos industriais.

Entre os materiais resultantes dessas pesquisas, destacam-se a argamassa, cerâmica vermelha, concreto, cerâmica de revestimento, vidros, produtos agrícolas, cosméticos, papéis, entre outros. Um exemplo desses estudos diz respeito às formulações de compósitos poliméricos com a adição de resíduos de ardósia, mármore e calcários provenientes de diferentes regiões do Brasil, como Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia.

Além disso, foram realizadas pesquisas voltadas para produtos na área da construção civil, tais como agregados (*i.e.*, brita, cascalho), argamassas, asfalto (incluindo resíduos de gnaisses, pedra sabão, calcários, entre outros), pré-moldados, vidros, blocos paisagísticos e rochas aglomeradas a partir de resíduos de quartzito. Destaca-se, também, a pesquisa na área de cerâmica, especialmente da cerâmica vermelha, sendo confeccionados telhas, tijolos, blocos de vedação, lajotas, entre outros.

O CETEM possui um vasto acervo de pesquisas sobre esses produtos, com estudos focados nas propriedades e comportamento desses materiais, o que busca identificar as condições ideais para sua utilização.

Além da geração de produtos, o CETEM também realiza estudos de caracterização tecnológica desses resíduos e pesquisa processos eficazes para atingir seus objetivos. Por exemplo, o CETEM tem investigado o uso do processo de flotação para reduzir o teor de ferro nos resíduos, concentrar feldspato para utilização na indústria cerâmica, recuperar carbonato de mármore, obter potássio a partir de resíduos de rochas ornamentais e recuperar diamantes provenientes do tear multifio.

O CETEM tem contribuído com iniciativas de pesquisas tecnológicas em diversas áreas. Destacam-se estudos voltados para a indústria de cosméticos, como a produção de sabonetes

esfoliantes com a adição de resíduos finos, e para a agricultura, com pesquisas sobre a correção de acidez do solo utilizando resíduos de mármore e rochas remineralizadoras de solos.

Além disso, o CETEM tem realizado estudos sobre a preservação e conservação de fósseis em pedreiras de calcário, a produção de papel polimérico e a fabricação de próteses ortopédicas utilizando polietileno, ambos utilizando resíduos de calcário, com destaque para o Bege Bahia. Essas pesquisas têm contribuído para ampliar as aplicações e o valor agregado dos resíduos provenientes das rochas ornamentais.

No ano de 1999, o CETEM iniciou sua colaboração com a Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais - ABIROCHAS no programa da Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos - APEX, participando de diversas iniciativas. O CETEM contribuiu na elaboração do livro "Rochas Ornamentais no Século XXI" e do Catálogo de Rochas Ornamentais, fornecendo conhecimentos e informações atualizadas sobre o setor. Além disso, o CETEM contribuiu com o curso de pós-graduação (*latu sensu*) em rochas ornamentais do IFES, visando capacitar profissionais e disseminar conhecimentos especializados.

O CETEM também desempenhou um papel importante na organização e promoção de eventos no setor de rochas ornamentais. O I Congresso Internacional de Rochas Ornamentais foi realizado em 2005, seguido pelo VI Congresso Internacional de Rochas Ornamentais – Global Stone em 2018, ambos sediados no Brasil. Esses congressos reuniram especialistas, pesquisadores e profissionais do setor para compartilhar conhecimentos e promover o intercâmbio de experiências.

Além disso, o CETEM tem contribuído ativamente na coordenação de Arranjos Produtivos Locais (APLs) em várias regiões. Ele tem desenvolvido estratégias e formas de atuação bem-sucedidas na transferência de tecnologia mineral e ambiental para micro e pequenos produtores nos APLs de Rochas Ornamentais do Espírito Santo (ES), Santo Antônio de Pádua (RJ), Calcário Cariri (CE), Mármore Bege de Orolândia (BA) e Quartzitos do Seridó (PB). Essas ações têm contribuído para o fortalecimento e desenvolvimento dessas regiões, promovendo a sustentabilidade e competitividade das empresas envolvidas na indústria de rochas ornamentais.

Entre 1997 e 2010, foram desenvolvidos em Santo Antônio de Pádua-RJ sistemas de tratamento de efluentes que possibilitaram a recirculação da água e a utilização dos finos gerados no processo de corte de rochas. Esse desenvolvimento levou à busca de uma forma de aproveitamento desses finos, resultando na instalação de uma fábrica de argamassa na região. O CETEM, em parceria com os produtores, participou do Arranjo Produtivo Local (APL) de Gnaisse de Santo Antônio de Pádua e contribuiu para a instalação da fábrica de argamassa em 2005. Essa fábrica utiliza os resíduos finos e aparas provenientes do corte de rochas ornamentais como matéria-prima, o que lhe confere sustentabilidade e responsabilidade socioambiental.

No estado do Espírito Santo, o envolvimento político em apoio aos Arranjos Produtivos Locais (APLs) teve início em 2003 com a criação da Gerência de Arranjos Produtivos – GEAP, na Secretaria de Desenvolvimento - SEDES, juntamente com a criação da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico e Turismo – SEDETUR. O fortalecimento dos APLs foi considerado uma estratégia chave na política estadual, e a primeira atuação dessa gerência foi identificar as demandas dos setores

produtivos que poderiam ser atendidas pelos recursos federais oferecidos pelo grupo de gestão compartilhada, composto pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, a Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP e o Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq, no âmbito do Programa de Ação Regional do MCTI.

Em 2003, a coordenação federal da política dos APLs foi transferida para o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC, que estabeleceu um Grupo de Trabalho Permanente – GTP APL para orientar a atuação das instituições. Já em 2004, foram criados os Núcleos Estaduais de Apoio aos APLs pelo MDIC, visando maior eficiência nessa política. O CETEM começou a atuar efetivamente no APL de Rochas Ornamentais no Espírito Santo a partir de 2007, com a criação do Núcleo Regional do Espírito Santo, localizado no município de Cachoeiro de Itapemirim.

No período de 2004 a 2010, o APL do Calcário Cariri, também conhecido como Pedra Cariri, obteve resultados relevantes, abrangendo toda a cadeia produtiva. Além dos estudos de aproveitamento de resíduos em diversas indústrias, como agrícola, ração animal, cerâmica esmaltada, revestimento asfáltico, borracha, concreto e argamassa, destacam-se outras conquistas. Entre elas, a regularização das áreas de extração nos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri, no Ceará, a criação de uma cartilha de segurança para a saúde dos trabalhadores, e a organização dos micro e pequenos produtores por meio da criação da Cooperativa de Mineração dos Produtores da Pedra Cariri – COOPEDRAS, com o objetivo de incluir novos produtores, melhorar o processo de extração e beneficiamento, aprimorar a comercialização e viabilizar a infraestrutura, incluindo estradas, energia e água.

No APL do Mármore Bege – Bahia, a participação do CETEM teve início em 2006, promovendo cursos de aperfeiçoamento profissional para os empregados e produtores. Além disso, foram realizados estudos sobre o aproveitamento de resíduos em diversas indústrias, como produtos poliméricos, papel, cosméticos, entre outros. Em 2015, foi conduzido um estudo de viabilidade econômica para a utilização do resíduo de mármore Bege Bahia como carga em compostos poliméricos, englobando os resíduos provenientes tanto da extração quanto do beneficiamento.

Entre 2009 e 2016, no APL Quartzitos do Seridó, localizado na Paraíba, houve uma série de avanços. Além do desenvolvimento de tecnologias de lavra, foram criados equipamentos específicos para a obtenção de novos produtos com maior qualidade e valor agregado. A transferência de tecnologias simplificadas e adaptadas às necessidades do arranjo produtivo contribuiu para o sucesso desses trabalhos, estimulando inovações em produtos e processos.

Em paralelo, foram conduzidas pesquisas aplicadas para o aproveitamento dos resíduos gerados na extração e beneficiamento desses quartzitos. O objetivo era viabilizar o uso e a aplicação industrial desses resíduos em diversos setores, como argamassa, cerâmica, borracha, vidros, entre outros. Essas ações demonstram o esforço do CETEM em promover o desenvolvimento tecnológico e a inovação nessa região.

O último programa de apoio às micro, pequenas e médias empresas realizado pelo CETEM em APLs ocorreu no período de 2014 a 2016. Esse programa, denominado Programa Entidades Associadas, promovia a associação formal entre unidades de pesquisa do MCTI e laboratórios ou departamentos de instituições universitárias ou de pesquisa científica e tecnológica. O objetivo era impulsionar o desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação no país.

No contexto desse programa, o CETEM realizou parcerias com a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG e a Universidade Federal de Pernambuco – UFPE entre os anos de 2014 e 2016. Essas parcerias proporcionaram apoio financeiro e fomento para projetos específicos de interesse do CETEM, com destaque para o APL de Rochas Ornamentais no Espírito Santo e outros APLs da região do Seridó Paraibano. Essas iniciativas buscaram impulsionar o desenvolvimento tecnológico e a inovação nos APLs mencionados.

Como mencionado anteriormente, a produção de resíduos resultantes da indústria de rochas ornamentais no Brasil é significativa. É crucial ter conhecimento dos resíduos gerados no processo de beneficiamento dessas rochas, bem como suas fontes geradoras. Isso é importante tanto para incentivar o uso de processos menos prejudiciais ao meio ambiente quanto para aprimorar a gestão dos resíduos, garantindo sua disposição adequada em aterros licenciados.

Um dos principais problemas enfrentados para um desenvolvimento sustentável é o acúmulo de grande quantidade dos resíduos nos aterros. Para abordar essa questão, Lima e Castro (2014), conduziu um estudo com o objetivo de realizar a classificação ambiental dos resíduos no aterro da Associação Ambiental Monte Libano - AAMOL. O estudo envolveu um levantamento planialtimétrico da área, a instalação de uma malha com 20 pontos de sondagem e a amostragem dos resíduos. Com base na norma foram obtidos resultados satisfatórios para o aproveitamento dos resíduos dos aterros. Essas medidas visam promover a sustentabilidade e buscar soluções para o gerenciamento adequado dos resíduos gerados pela indústria de rochas ornamentais, o que contribui para a redução do impacto ambiental e o uso mais eficiente desses materiais.

Os estudos realizados por diversos autores demonstraram que os resíduos provenientes do beneficiamento de rochas ornamentais podem ser utilizados na fabricação de cerâmica vermelha. Os produtos resultantes da incorporação do resíduo de rochas ornamentais em cerâmica vermelha são mecanicamente mais resistentes e menos porosos em comparação aos produtos tradicionais (GADIOLI et al., 2022).

No estudo realizado por Aguiar et al., (2022), foram incorporados resíduos de rochas ornamentais em diferentes proporções (10%, 20%, 30%, 40% e 50%) na fabricação de cerâmica vermelha. As matérias-primas foram caracterizadas e foram realizados testes para avaliar a absorção de água, retração e resistência das peças cerâmicas. Os resultados indicaram que as peças cerâmicas fabricadas com a incorporação dos resíduos apresentaram baixa absorção de água, ou seja, têm uma menor capacidade de absorver umidade. Além disso, essas cerâmicas tiveram uma retração reduzida, o que significa que sofrem menos deformações durante o processo de secagem e queima. Por fim, observou-se que as peças cerâmicas com resíduos também apresentaram maior resistência mecânica em comparação com as cerâmicas sem resíduo. Os resultados indicaram que a incorporação de resíduos de rochas ornamentais na produção de cerâmica vermelha pode trazer benefícios, como a melhoria das propriedades físicas e mecânicas das peças. Isso pode abrir possibilidades para o aproveitamento sustentável dos resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais na indústria cerâmica, o que contribui para a redução do impacto ambiental e para a utilização mais eficiente dos recursos naturais.

Neves e Raymundo (2022), realizou um estudo de análise ambiental dos resíduos de rochas ornamentais em três aterros. O resultado mostrou que os resíduos foram classificados como

Resíduos Classe II B - Não Perigoso e inerte segundo norma ABNT. Essa classificação indica que os resíduos não apresentam características de periculosidade e são considerados inertes, o que significa que não reagem de forma significativa com outros materiais ou substâncias. Essa informação é relevante para a gestão adequada dos resíduos, pois influencia nas medidas de segurança e nos procedimentos de descarte apropriados para esses materiais.

No setor agrícola, os resíduos provenientes do beneficiamento de rochas ornamentais também apresentam potencial de uso em um processo conhecido como "rochagem". Esse processo envolve a adição de pó de rocha ao solo para enriquecimento mineral e correção da acidez. A rochagem surge como uma alternativa sustentável, utilizando rochas moídas para melhorar a fertilidade do solo. Estudos visam maximizar a liberação de nutrientes por meio de tratamentos que acelerem a solubilização das rochas. A proposta do programa 'CETEM Desafios' busca embasar cientificamente o uso do resíduo fino do beneficiamento de rochas ornamentais na agricultura, promovendo a mudança de paradigmas e contribuindo para a competitividade e sustentabilidade do setor de rochas ornamentais, além da recuperação de áreas degradadas. O resíduo é recomendado como uma fonte complementar de nutrientes para o sistema solo-planta, atuando como remineralizador. Essa prática segue padrões mais sustentáveis, e o conhecimento dos mecanismos de solubilização dos minerais presentes nas rochas auxilia em sua utilização de forma mais eficiente e racional nos sistemas agrícolas. Essa abordagem contribui para uma fertilização equilibrada, o que reduz a dependência de fertilizantes solúveis e que promove a sustentabilidade na agricultura (CAMARA et al., 2021).

2 | OBJETIVO

Realizar um abrangente levantamento bibliográfico dos estudos feitos pelo CETEM, que abordam a utilização de resíduos de rochas ornamentais, com o intuito de listar essas pesquisas, de forma cronológica, e apresentar os resultados obtidos em cada uma delas; além disso, promover uma introdução detalhada sobre a trajetória histórica da instituição no campo dessas pesquisas ao longo dos anos.

3 | METODOLOGIA

A pesquisa para esta revisão foi realizada com base nos trabalhos sobre aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais disponíveis em plataformas de pesquisas e no banco de dados Mineralis do CETEM. Os trabalhos foram organizados em ordem cronológica para a elaboração de um levantamento abrangente, que engloba centenas de publicações científicas apresentadas em congressos, revistas nacionais e internacionais e livros. O Quadro 1, contém as informações do levantamento, o que compreendem o título, tipo de publicação, local de publicação, ano, país, autores, entidade e os resultados obtidos em cada pesquisa.

4 | RESULTADOS

Quadro 1. Levantamento dos trabalhos sobre aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais realizados pelo CETEM.

	Titulo da Publicação	Tipo de Publicação	Local de Publicação	Ano	País	Autores	Entidades	Resultados Obtidos
1	Aproveitamento de finos de teares do Espírito Santo na indústria cerâmica	Artigo anais de congresso	VI SHMMT I XVIII ENTMME - Rio de Janeiro Brasil	2001	Brasil	PONTES, I.F.; STELLIN JÚNIOR, A.	CETEM	Cerâmica com finos de teares de Rochas Ornamentais
2	Aproveitamento de rejeitos de pedreiras brasileiras	Artigo anais de congresso	VI SHMMT I XVIII ENTMME - Rio de Janeiro/Brasil	2001	Brasil	ALMEIDA, S.L.M.; CHAVES, A.P.; FILHO L.S.L.	CETEM	Agregados para construção civil com rejeitos de pedreiras
3	Aproveitamento de finos gerados nas serragens de mármore e granitos	Tese de doutorado	Universidade de São Paulo	2001	Brasil	PONTES, I.F.	CETEM	Cerâmica com finos de teares de Rochas Ornamentais
4	Aproveitamento de rejeitos de pedreiras e finos de serrarias de rochas ornamentais brasileiras	Artigo anais de congresso	I SBRO/II SRON – Salvador-BA/Brasil	2001	Brasil	ALMEIDA, S.L.M.; PONTES I.F.	CETEM	Agregados para construção civil, argamassa, pré-moldados, cerâmica
5	Aproveitamento de rejeitos de pedreiras de Santo Antônio de Pádua para produção de brita e areia	Tese de doutorado	Universidade de São Paulo	2001	Brasil	ALMEIDA, S.L.M.	CETEM	Agregado para Construção Civil com resíduo de pedra
6	Aproveitamento de rejeito de pedreiras de Santo Antônio de Pádua - RJ	Artigo publicação científica	CETEM/MCT, Rio de Janeiro.	2002	Brasil	ALMEIDA, S.L.M.; CHAVES, A.P.	CETEM	Agregados para construção civil com resíduo de pedra
7	Aproveitamento dos resíduos finos das serrarias de Santo Antônio de Pádua/RJ	Artigo anais de congresso	III Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste, Recife.	2002	Brasil	CARVALHO, E.A.; CAMPOS, A.R.; PEITEI, C.C.; ROCHA, J.C.	CETEM	Argamassa fabricada com resíduos finos de rochas ornamentais
8	Aproveitamento econômico de rejeitos de lava de granitos nas pedreiras: rosa iracema e vermelho filomena	Livro técnico	Morais JO Rochas industriais: pesquisa geológica, exploração, beneficiamento e impactos ambientais. Fortaleza	2003	Brasil	VIDAL, F.W.H.; SILVA, D.C.	CETEM	Aproveitamento do resíduo em várias áreas

9	Aprovechamiento de los residuos del corte de la piedra natural de Santo Antônio de Pádua, Brasil	Artigo publicação científica	XI Reunión anual de AIESMIN - Hotel Recife palace	2003	Brasil	CARVALHO, E.A.; CAMPOS, A.R.; PEITER, C.C.	CETEM	Cerâmica vermelha e argamassa com finos de teares de RO
10	Aproveitamento de rejeitos de rochas ornamentais e de revestimentos	Artigo publicação científica	IV SRONE - Fortaleza.	2003	Brasil	VIDAL, F.W.H.	CETEM	Rejeitos de pedreiras e resíduos de serraria
11	Aproveitamento dos resíduos finos das serrarias de Santo Antônio de Pádua	Artigo anais de congresso	I Seminário da sustentabilidade ambiental da mineração, Salvador.	2003	Brasil	CARVALHO, E.A.; CAMPOS, A.R.; PEITER, C.C.; ROCHA, J.C.	CETEM	Argamassa e telhas de cerâmica vermelha
12	Arranjos produtivos locais do setor de rochas ornamentais e a experiência do polo de Santo Antônio de Pádua, RJ	Artigo publicação científica	IBEROEKA em mármoles y granitos	2003	Brasil	PEITER, C.C.; CAMPOS, A.; CAMPOS, E.A.; GAMEIRO, M.M.M.	CETEM	A integração do setor mineral por meio dos setores público e privado
13	A indústria extrativa da pedra Cariri no estado do Ceará: problemas x soluções	Artigo anais de congresso	IV SRONE - Fortaleza	2003	Brasil	VIDAL, F.W.H.; PADILHA, M.W.M.	CETEM	Soluções para melhora do empreendimento mineral no Cariri
14	Aproveitamento de resíduos de pedreiras buscando-se tecnologias limpas	Artigo publicação científica	III Congresso nacional de meio ambiente	2004	Brasil	CARRISSO, R.C.C.; RIBEIRO, R.C.C.; CARVALHO, M.R.S.	CETEM	Redução de do teor de ferro do feldspato por meio de ensaios de flotação
15	Aproveitamento dos rejeitos sólidos gerados no processo de beneficiamento de rochas ornamentais de Santo Antônio de Pádua/RJ	Artigo publicação científica	III Congresso nacional de meio ambiente	2004	Brasil	CARVALHO, E.A.; COSTA, M.S.V.; CORREA, J.C.G.; RIBEIRO, R.C.C.; PEITER, C.C.; CAMPOS, A.R.; ROCHA, J.C.; ERTHAL, F.; ROCHA, R.	CETEM	Argamassa, cerâmica vermelha e asfalto
16	Aproveitamento de resíduos de serrarias na indústria de construção civil	Artigo publicação científica	VII Jornadas Argentinas de ingeniería de minas – Buenos Aires / Argentina	2005	Brasil	PONTES, I.F.; STELLIN JÚNIOR, A.	CETEM	Redução do teor de ferro para utilização na indústria cerâmica
17	Reciclagem de finos gerados em teares de serrarias	Artigo anais de congresso	II SUFFIB - seminário: o uso da fração fina da britagem	2005	Brasil	PONTES, I.F.; STELLIN JÚNIOR, A.	CETEM	Cerâmica vermelha com resíduo de rochas

18	Uses of dimension stones residues in asphalt composition	Artigo publicação científica	1º Congresso internacional de rochas ornamentais	2005	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; CORREIA, J.C.G.	CETEM	Asfalto com resíduos de rochas
19	Utilização de rejeitos minerais em misturas asfálticas	Artigo anais de congresso	XXI ENTMMME – Natal-RN	2005	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; CORREIA, J.C.G.; SEIDL, P.R.	CETEM/UFRJ	Asfalto produzido com rejeito e outro com agregado “padrão”
20	Utilização de resíduos de rochas ornamentais nas indústrias de construção civil	Artigo anais de congresso	XXI ENTMMME – Natal – RN	2005	Brasil	PONTES, I.F.; STELLIN JÚNIOR, A.	CETEM	Purificação da amostra de resíduo através da remoção do Fe; cerâmica vermelha
21	Valorização de resíduos de serrarias de mármore e granito e sua aplicação na construção civil	Artigo anais de congresso	V Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste	2005	Brasil	PONTES, I.F.; VIDAL, F.W.H.	CETEM	Purificação do Fe presente no resíduo; cerâmica vermelha
22	Aspectos geológicos da bacia do Araripe e do aproveitamento dos rejeitos da pedra Cariri - Ceará	Artigo publicação científica	V Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste, Recife	2006	Brasil	VIDAL, F.W.H.; PADILHA, M.W.M.; OLIVEIRA, R.R.	CETEM/CODECE / URCA	Viabilidade da utilização dos resíduos da Pedra Cariri
23	Aproveitamento de resíduos de gerados no corte de rochas ornamentais em pavimentação asfáltica	Artigo anais de congresso	III Congresso brasileiro de rochas ornamentais/VI Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste, Natal	2007	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; CORREIA, J.C.G.; SEIDL, P.R.	CETEM	Agregado mineral; mistura asfáltica
24	Transferência de tecnologia nos arranjos produtivos de base mineral	Artigo anais de congresso	XXII ENTMMME/VII MSHMT – Ouro Preto-MG	2007	Brasil	PEPPER, C.C.; VIDAL, F.W.H.; OLIVEIRA, S.A.	CETEM	Trabalho de extensão tecnológica para APL's
25	Tratamento e aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais	Artigo anais de congresso	XXII ENTMMME / VII MSHMT – Ouro Preto-MG	2007	Brasil	CAMPOS, A.R.; CASTRO, N.F.	CETEM	Estudo das possibilidades do aproveitamento industrial de resíduos minerais
26	Avaliação das propriedades mecânicas e de alterabilidades de compósitos constituídos por rejeitos de mármore e polipropileno	Artigo anais de congresso	Congresso brasileiro de rochas ornamentais, Natal/Rio de Janeiro: CETEM/MCTI	2008	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; CARRISSO, R.C.C.; SOUZA, L.R.	CETEM	Materiais poliméricos com resíduo de rochas
27	Caracterização de resíduo da serragem do granito ibéré crema bordeaux visando sua incorporação em cerâmica argilosa	Artigo anais de congresso	18º Congresso brasileiro de engenharia e ciência dos materiais – CBECIMAT	2008	Brasil	PAZETO, A. A.; BORLINI, M. C.; SANDRINI, I.; OLIVEIRA, J. R.; CARANASSIOS, A.	CETEM	Caracterização do resíduo de granito

28	Caracterização de resíduo proveniente do beneficiamento de rochas ornamentais para incorporação em cerâmica argilosa	Artigo anais de congresso	52º Congresso brasileiro de cerâmica	2008	Brasil	GADIOLI, M.C.B.; PAZETO, A.A.; CORREA, J.C.G.; REIS, A.S.; CARANASSIOS, A.	CETEM	Caracterização do resíduo de granito proveniente do beneficiamento de rochas ornamentais
29	O arranjo produtivo local da pedra Cariri	Artigo anais de congresso	Prevenção e gestão de conflitos na mineração	2008	Chile	VIDAL, F.W.H.; CASTRO, N.F.; CAMPOS, A.R.; PEITER, C.C.	CETEM	Projeto APL Calcários do Cariri
30	Utilização de corretivos alternativos na correção da acidez do solo	Artigo anais de congresso	XII Encontro latino americano de iniciação científica e VIII encontro latino americano de pós-graduação – Universidade do Vale do Paraíba	2008	Brasil	MACHADO, R.V.; SANTOS, J.V.V.M.; ANDRADE, F.V.; RIBEIRO, R.C.C.; CORREIA, J.C.G.; PASSOS R.R.	CETEM/UFES	Utilização da escória, rejeito de mármore e o rejeito de rocha como corretivo da acidez do solo
31	Utilização de resíduos provenientes do corte de mármore como carga na matriz do polipropileno	Artigo anais de congresso	Prêmio Petrobras de tecnologia - 4ª edição.	2008	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; CARRISSO, R.C.C.; SOUZA, L.R.	CETEM	Uso de resíduo em compósitos do polipropileno
32	Utilização do rejeito oriundo do corte de rochas ornamentais como agregado mineral em pavimentação asfáltica	Artigo anais de congresso	XVI Jornada de iniciação científica - CETEM	2008	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; CORREIA, J.C.G.; MARTIN, C.M.M.S.	CETEM	Uso do rejeito como agregado mineral para pavimentação asfáltica
33	Caracterização do resíduo proveniente do beneficiamento do granito ibéré crema bordeaux e sua aplicação em cerâmica argilosa	Artigo anais de congresso	XVI Jornada de iniciação científica	2008	Brasil	PAZETO, A. A.; BORLINI, M. C.	CETEM	Caracterização de resíduo de rochas ornamentais para uso em cerâmica
34	Caracterização de resíduo proveniente do beneficiamento de rochas ornamentais para incorporação em cerâmica argilosa	Artigo anais de congresso	52º Congresso brasileiro de cerâmica	2008	Brasil	BORLINI, M. C.; PAZETO, A. A.; CORREIA, J. C. G. ; REIS, A. S.	CETEM	Caracterização de resíduo de rochas ornamentais para uso em cerâmica
35	APL'S de rochas ornamentais: estudo de casos	Capítulo de livro	Simpósio de geologia do Nordeste, Fortaleza/CETEM/MCTI: Rio de Janeiro.	2009	Brasil	VIDAL, F.W.H.; BABISK, M.P.; CASTRO, N.F.	CETEM	APL de rochas ornamentais
36	Aplicação de resíduos oriundos do corte de rochas ornamentais na produção de cosméticos	Artigo publicação científica	XVII Jornada de iniciação científica – CETEM	2009	Brasil	OLIVEIRA, C.; RIBEIRO R.C.; QUEIROZ, J.	CETEM	Utilização de resíduos finos em sabonetes esfoliantes

37	Aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais na fabricação de vidros	Artigo publicação científica	Simpósio de geologia do Nordeste, Fortaleza/CETEM/MCTI: Rio de Janeiro.	2009	Brasil	BABISK, M.P.; ROCHA, J.C.; LOURO, L.H.L.; SILVA, M.H.P.	CETEM	Produção de vidro com resíduos de rochas ornamentais
38	Avaliação da prática de rochagem utilizando resíduos oriundos do corte de rochas ornamentais	Artigo publicação científica	1º Congresso brasileiro de Rochagem	2009	Brasil	RIBEIRO, R.C.; ANDRADE F.V.; PASSOS, R.R.; VENTURA, R.	CETEM	Utilização de resíduos de rochas ornamentais na agricultura
39	Estudos preliminares da utilização de resíduos oriundos do beneficiamento da pedra sabão em pavimentação asfáltica	Artigo publicação científica	XVII Jornada de iniciação científica – CETEM	2009	Brasil	CORREIA, J.C.G.; CONCEIÇÃO, M.N.; RIBEIRO, R.C.C.	CETEM	Resíduo de pedra sabão em composição do pavimento asfáltico
40	O apl calcário do cariri no contexto do ordenamento do território	Capítulo de livro	Simpósio de geologia do Nordeste: Fortaleza/CETEM/MCTI: RJ	2009	Brasil	CASTRO, N.F.; MELLO, E.F.; VIDAL, F.W.H.	CETEM	APL do Cariri
41	Reaproveitamento de resíduos de rochas ornamentais para confecção de blocos paisagísticos	Artigo publicação científica	XXIII Encontro nacional de tratamento de minérios e metalurgia extrativa	2009	Brasil	QUEIROZ, J.P.C.; FREIRE, L.C.; CARANASSIOS, A.	CETEM	Uso de resíduos para confecção de blocos paisagísticos
42	Tratamento e aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais e de revestimento, visando mitigação de impacto ambiental	Artigo anais de congresso	XXIII Simpósio de geologia do Nordeste VII Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste	2009	Brasil	CAMPOS, A.R.; CASTRO, N.F.; VIDAL, F.W.H.; GADIOLI, M.C.B.	CETEM	Tratamento e aproveitamento de resíduos de forma a reduzir os impactos ambientais
6,5	Desenvolvimento de vidros sodo-cálcicos a partir de resíduos de rochas ornamentais	Artigo anais de congresso	Mestrado, instituto militar de engenharia, Rio de Janeiro.	2009	Brasil	BABISK, M.P.	CETEM/IME	Aproveitamento de resíduos para aplicações em indústrias de vidro
44	Aplicação dos resíduos oriundos do corte de mármore na matriz do polipropileno	Artigo anais de congresso	Simpósio de geologia do Nordeste: Fortaleza-CE/CETEM/MCTI: RJ	2009	Brasil	SOUZA, L.; CARLOS, R.; CARRISSO, R.	CETEM	Aproveitamento de resíduos para uso em matriz de polipropileno
45	Resíduo de serragem de granito sem granalha: caracterização	Resumo expandido em anais de congresso	VII Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste	2009	Brasil	SANDRINI, I.; AGUIAR, M.C.; OLIVEIRA, J.R.; PAZETO, A.A.; BORLINI, M.C.	CETEM/UENF	Caracterização de resíduos de rochas ornamentais

46	Utilização de resíduo do beneficiamento de granito pela tecnologia de tear à seco para obtenção de cerâmica vermelha	Artigo anais de congresso	19º CBECIMAT - Congresso brasileiro de engenharia e ciência dos materiais.	2010	Brasil	AGUIAR, M.C.; GADIOLI, M.C.B.; SANDRINI, I.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM/ UENF	Estudo dos resíduos gerados no beneficiamento de tear à seco para fabricação de cerâmica vermelha.
47	Estudo de aproveitamento de resíduos finos de quartzito da região de Seridó.	Artigo anais de congresso	Anais do II Simpósio de minerais industriais do Nordeste	2010	Brasil	BABISK, M.P.; VIDAL, F.W.H.; CORREIA, J.C.G.	CETEM	Aproveitamento de resíduo de quartzito para fabricação de vidro
48	Revestimento cerâmico obtido com argila e resíduo de rocha ornamental sem granalha	Artigo anais de congresso	54º Congresso brasileiro de cerâmica	2010	Brasil	GADIOLI, M.C.B.; PAZETO, A.A.; OLIVEIRA, S.; VIEIRA, C.M.F.; MONTEIRO, S.N.	CETEM/ UENF	Fabricação de cerâmica de revestimento com resíduo de rochas ornamentais
49	Estudo da viabilidade técnica da utilização de resíduo do beneficiamento de granito e escória de aciaria LD na fabricação de cimento portland	Artigo anais de congresso	XVIII Jornada de iniciação científica	2010	Brasil	BORGES, A.C.; BORLINI, M. C.; OLIVEIRA, J.R.	CETEM	Fabricação de cimento portland com resíduo de rochas ornamentais e escória de aciaria
50	Vidro sodo-cálcico compreendendo resíduos do granito ibéré crema bourdeaux	Artigo anais de congresso	54º Congresso brasileiro de cerâmica	2010	Brasil	BABISK, M.P.; GADIOLI, M.C.B.; VIDAL, F.W.H.	CETEM	Fabricação de vidro com resíduo de rochas ornamentais
51	Aplicação de resíduo sem granalha proveniente da serragem de granito em cerâmica vermelha	Artigo publicação científica	Congresso brasileiro de cerâmica, Porto de Galinhas-PE.	2011	Brasil	GADIOLI, M.C.B.; PAZETO, A.A.; MONTEIRO, S.N.; OLIVEIRA, J.R.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM	Resíduo sem granalha; cerâmica vermelha
52	Aproveitamento de rejeitos de quartzito de Várzea do Seridó – PB, na fabricação de argamassa	Artigo anais de congresso	XXIV ENTMMME - Salvador/BA.	2011	Brasil	VIDAL, F.W.H.; CAMPOS, A.R.; MARINHO, J.B.	CETEM	Argamassa fabricada com resíduo de rochas
53	Aproveitamento do resíduo oriundo do corte do mármore bege bahia na produção de compósitos poliméricos	Artigo anais de congresso	XXIV ENTMMME - Salvador/BA.	2011	Brasil	ARRUDA, C.; RIBEIRO, R.C.C.; VIDAL, F.W.H.	CETEM	Uso de resíduo em compósitos de polipropileno
54	Caracterização de resíduo de granito para utilização em cerâmica vermelha	Artigo publicação científica	55º Congresso brasileiro de cerâmica, Porto de Galinhas - PE, Brasil.	2011	Brasil	AGUIAR, M.C.; GADIOLI, M.C.B.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA C.M.F.	CETEM/ UENF/ LAMAV	Caracterização do resíduo de granito

55	Geração de compósitos poliméricos utilizando resíduos de rochas ornamentais como carga	Artigo publicação científica	Congresso brasileiro de química, São Luiz-MA.	2011	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; ARRUDA, C.M.R.; VIDAL, F.W.H.; OLIVEIRA, M.G.	CETEM	Uso de resíduo do mármore bege Bahia em compósito de polipropileno
56	Influence of the granite waste into a clayey ceramic body for rustic wall tiles	Artigo publicação científica	Materials Science Forum (volumes 727-728)	2011	Brasil	GADIOLI, M.C.B.; AGUIAR, M.C.; PAZETO, A.A.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM	Cerâmica vermelha fabricado com resíduo de rochas
57	Mixture of granite waste and ld steel slag for use in cement production	Artigo publicação científica	Materials Science Forum (volumes 727-728)	2011	Brasil	BORGES, A.; GADIOLI, M.C.B.; JUNIOR, L.A.B.P.; OLIVEIRA, J.R.	CETEM	Mistura de resíduo e escória para produção de cimento
58	Resíduos de rochas ornamentais associados à compostagem e o desenvolvimento do pinhão manso	Artigo publicação científica	Jornada de iniciação científica, Rio de Janeiro.	2011	Brasil	CAZOTTI, M.M.; RIBEIRO, R.C.C.	CETEM	Utilização de esterco bovino e compostagem no solo
59	Recursos & Minerais Sustentabilidade Territorial – Volume I – Grandes Minas	Livro	Rio de Janeiro: CETEM/MCTI	2011	Brasil	FERNANDES, F.R.C.; ERIQUEZ, M.A.R.S.; ALAMINO, R.C.J.	CETEM	Grandes e Pequenas Empresas
60	Recursos & Minerais Sustentabilidade Territorial – Volume II – APLS	Livro	Rio de Janeiro: CETEM/MCTI	2011	Brasil	FERNANDES, F.R.C.; ERIQUEZ, M.A.R.S.; ALAMINO, R.C.J.	CETEM	Minerações de APLS de Base Mineral
61	Aproveitamento de rejeitos de quartzitos da região do Vale do Seridó – PB	Artigo anais de congresso	Congresso brasileiro de rochas ornamentais; simpósio de rochas ornamentais do Nordeste, Campina Grande-PB.	2012	Brasil	CORREIA, J.C.G.; VIDAL, F.W.H.; VIERA, E. V.; CAMPOS, A.R.; COSTA, J.B.M.	CETEM	Pequenos bloquetes, desenvolvimento de uma usina piloto para produção de argamassas
62	Viabilidade técnica-econômica do aproveitamento do resíduo do mármore bege Bahia no setor polimérico	Artigo anais de congresso	Congresso brasileiro de rochas ornamentais; simpósio de rochas ornamentais do Nordeste, Campina Grande-PB.	2012	Brasil	FERREIRA, G.E.; VIDAL, F.W.H.; RIBEIRO, R.C.C.	CETEM	Compósito de polipropileno
63	Aproveitamento do resíduo do mármore bege bahia no setor polimérico	Artigo anais de congresso	Holos, ano 28, vol 6	2012	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; VIDAL, F.W.H.; OLIVEIRA, M.G.	CETEM	Compósito de polipropileno

64	Caracterização de resíduo de quartzitos e sua aplicação em cerâmica vermelha	Artigo anais de congresso	56º Congresso brasileiro de cerâmica/1º congresso latino-americano de cerâmica/IX Brazilian symposium on glass and related materials, Curitiba, PR.	2012	Brasil	BABISK, M.P.; VIEIRA, C.M.F.; VIDAL, F.W.H.; RIBEIRO, W.S.	CETEM/UFENF	Caracterização dos finos gerados do beneficiamento de quartzito; cerâmica vermelha
65	Caracterização física e química do resíduo granítico ibere crema boudeax, ibere golden e twilight proveniente do corte utilizando múltiplos	Artigo anais de congresso	20º CBECIMAT - Congresso brasileiro de engenharia e ciência dos materiais, Joinville, SC, Brasil.	2012	Brasil	TAGUCHI, S.P.; SOUZA, P.B.; GADIOLI, M.C.B.; PAZETO, A.A.; RODRIGUES, M.S.	CETEM/UFES	Caracterização do resíduo oriundo do tear de fio diamantado
66	Concentração de feldspatos oriundos de resíduos do corte de rochas ornamentais e sua aplicação em cerâmicos	Artigo publicação científica	Anais do encontro nacional de tratamento de minério e metalurgia extrativa, Gramado/congresso brasileiro de rochas ornamentais; simpósio de rochas ornamentais do Nordeste, Campina Grande-PB.	2012	Brasil	MORANI, L.M.; RIBEIRO, R.C.C.; CARRISSO, R.C.C.	CETEM	Concentração do feldspato para utilização na cerâmica
67	Development of a dry-mortar pilot plant using wastes from a quartzite cluster, Várzea do Seridó – Paraíba, Brazil.	Artigo anais de congresso	Globalstone Congress, Borba, Portugal.	2012	Portugal	VIDAL, F.W.H.; CAMPOS, A.R.; MARINHO, J.B.	CETEM	Desenvolvimento de uma usina piloto para produção de argamassas
68	Estudo do aproveitamento de resíduos e rejeitos na cadeia produtiva de rochas ornamentais	Artigo anais de congresso	IV Congresso brasileiro de rochas ornamentais/VIII Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste	2012	Brasil	MOFATI, L.; VIDAL, F.W.H.; SILVA, R.E.C.; CORREIA, J.C.; RIBEIRO, R.C.C.	CETEM	Exemplos de projetos em que se fazem o uso da recuperação de resíduos
69	Improvement of quarrying techniques for the extraction of ornamental quartzite in Northeast of Brazil	Artigo anais de congresso	Globalstone congress, Borba, Portugal.	2012	Portugal	VIDAL, F.W.H.; LIMA, A.A.; CASTRO, N.F.; MENDES, V.A.; COSTA, J.C.A.	CETEM	Aprimoramento de técnicas para extração de quartzito
70	Recovery of carbonate from residue of marble by flotation	Artigo anais de congresso	Global stone congress, Borba, Portugal.	2012	Portugal	RIBEIRO, R.C.C.	CETEM	Recuperação de carbonato de resíduo de mármore por flotação

71	Use of wastes from ornamental stones processing in landscaping blocks	Artigo anais de congresso	Global stone congress, Borba, Portugal.	2012	Portugal	CATTABRIGA, L.; RIBEIRO, R.C.C.	CETEM	Uso de resíduos para confecção de blocos paisagísticos
72	Use of wastes from processing ornamental stones in composition of cement for oil wells	Artigo anais de congresso	Global stone congress, Borba, Portugal.	2012	Portugal	CATTABRIGA, L.; CASTRO, N.F.	CETEM	Uso de resíduos na confecção de cimento para poços de petróleo
73	Utilização do resíduo da lavra da pedra morisca da região de Castelo do Piauí na confecção de tijolos ecológicos	Artigo anais de congresso	Congresso brasileiro de rochas ornamentais; simpósio de rochas ornamentais do Nordeste, Campina Grande-PB.	2012	Brasil	CATTABRIGA, L.; CASTRO, N.F.	CETEM	Tijolos confeccionados com resíduo
74	Aproveitamento de rejeitos de quartzitos da região do Vale do Seridó – PB	Artigo anais de congresso	IV Congresso brasileiro de rochas ornamentais / VIII Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste	2012	Brasil	CORREIA, J.C.G.; VIDAL, F.W.H.; VIERA, E.V.; CAMPOS, A.R.; COSTA, J.B.M.	CETEM	Aproveitamento de resíduos, desenvolvimento de uma usina piloto para produção de argamassas
75	Estudo do aproveitamento de resíduos e rejeitos na cadeia produtiva de rochas ornamentais	Artigo anais de congresso	Congresso brasileiro de rochas ornamentais; Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste, Campina Grande-PB.	2012	Brasil	MOFATI, L.; VIDAL, F.W.H.; SILVA, R.E.C.; CORREIA, J.C.G.; RIBEIRO, R.C.	CETEM	Exemplos de projetos em que se fazem o uso da recuperação de resíduos
76	Concentração de feldspatos oriundos de resíduos do corte de rochas ornamentais e sua aplicação em cerâmicos	Artigo anais de congresso	IV Congresso brasileiro de rochas ornamentais / VIII Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste	2012	Brasil	RIBEIRO, R.C.; CARRISSO, R.C.C.	CETEM	Concentração do feldspato para utilização na cerâmica
77	Geração de pavimentos asfálticos contendo resíduos oriundos do corte de rochas ornamentais	Artigo anais de congresso	IV Congresso brasileiro de rochas ornamentais / VIII Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste	2012	Brasil	RIBEIRO, R.C.; CORREIA, J.C.G.	CETEM	Uso de resíduos minerais graníticos como agregado mineral em misturas asfálticas
78	Utilização do resíduo da lavra da pedra morisca da região de castelo do piauí na confecção de tijolos ecológicos	Artigo anais de congresso	IV Congresso brasileiro de rochas ornamentais / VIII Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste	2012	Brasil	SILVEIRA, L.; MELO, M.; LUZ, A.	CETEM	Tijolos confeccionados com resíduo
79	Viabilidade técnica-econômica do aproveitamento do resíduo do mármore bege bahia no setor polimérico	Artigo anais de congresso	IV Congresso brasileiro de rochas ornamentais / VIII Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste	2012	Brasil	FERREIRA, G.E.; VIDAL, F.W.H.; RIBEIRO, R.C.C.	CETEM	Compósito de polipropileno com resíduos de mármore bege Bahia

80	Impacto do APL de rochas ornamentais do Espírito Santo nas comunidades	Capítulo de livro	Publicação de livro APLS	2012	Brasil	CASTRO, N.F.; MARCON, D.B.; FREIRE, L.C.; LIMA, E.F.; ALMEIDA, P.F.	CETEM	História do Setor Produtivo de Rochas Ornamentais no Espírito Santo
81	Influence of the granite waste into a clayey ceramic for rustic wall tiles	Artigo revista internacional	Materials Science Forum	2012	Internacional	GADIOLI, M.C.B.; AGUIAR, M.C.; PAZETO, A.A.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM/ UENF	Influência do resíduo de rochas na cerâmica vermelha
82	Aplicação do resíduo do beneficiamento de granito pela tecnologia de tear diamantado para obtenção de cerâmica vermelha	Artigo anais de congresso	56° CBC - Congresso brasileiro de cerâmica	2012	Brasil	AGUIAR, M.C.; GADIOLI, M.C.B.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM/ UENF	Resíduos de rochas ornamentais do beneficiamento de multifofo em cerâmica vermelha
83	Associação da compostagem ao processo de rochagem visando a liberação de potássio	Artigo anais de congresso	II Congresso brasileiro de rochagem, Poços de Caldas, MG.	2013	Brasil	RIBEIRO, R.C.; MACHADO, R.V.; ANDRADE, F.V.; CAZOTTI, M.M.	CETEM	Liberação de potássio de resíduo de rochas via compostagem
84	Efeito do tamanho de partícula do resíduo de ardósia nas propriedades de compósitos de pp	Artigo anais de congresso	12° Congresso brasileiro de polímeros (12°CBPOL)	2013	Brasil	CARVALHO, F.V.; RIBEIRO, R.C.C.; OLIVEIRA, M.G.; OLIVEIRA, R.B.	CETEM	Compósitos poliméricos com adição de resíduos de ardósia
85	Influência dos minerais presentes em resíduos calcários nas propriedades mecânicas de compósitos de pp	Artigo anais de congresso	12° Congresso brasileiro de polímeros (12°CBPOL)	2013	Brasil	CARVALHO, F.V.; RIBEIRO, R.C.C.; OLIVEIRA, M.G.; OLIVEIRA, R.B.	CETEM	Compósitos poliméricos com adição de resíduos de calcário
86	Liberação de potássio de resíduos de rochas ornamentais submetidos a diferentes extratores usando microondas	Artigo anais de congresso	XXXIV Congresso brasileiro de ciência do solo, Florianópolis, SC	2013	Brasil	CAZOTTI, M.M.; RIBEIRO, R.C.C.; ANDRADE, F.V.	CETEM/ UFES	Potássio extraído de resíduos de rochas ornamentais
87	Avaliação morfológica, mecânica e térmica de compósitos constituídos por pp e resíduos de mármore	Artigo publicação científica	Congresso brasileiro de polímeros-CBPOL, Florianópolis-SC.	2013	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; OLIVEIRA, M.G.; CARRISSO, R.C.C.; SOUZA, L.R.	CETEM	Compósitos de polipropileno com resíduos de mármore
88	Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento	Livro	CETEM/MCTI	2013	Brasil	VIDAL, F.W.H.; CASTRO, N.F.; CASTRO, H.C.A.	CETEM	Resíduos: Tratamento e aplicações industriais

89	Incorporação de resíduo de quartzitos em cerâmica vermelha	Artigo revista holos	Revista Holos	2013	Brasil	BABISK, M.P.; VIDAL, F.W.H.; RIBEIRO, W.S.; AGUIAR, M.C.; GADIOLI, M.C.B.; CANDIDO, V.S.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM/ UENF	Uso de resíduos de quartzito para fabricação de cerâmica vermelha
90	Avaliação da utilização de resíduos de rochas ornamentais na completação de poços de petróleo	Artigo publicação científica	XXII – Jornada de iniciação científica-CETEM	2014	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; QUEIROZ, J.P.C.; SOUZA, N.A.S.	CETEM	Busca de novas alternativas para a utilização de resíduos do corte de rochas ornamentais
91	Caracterização ambiental dos resíduos gerados no beneficiamento de rochas ornamentais na região de Cachoeiro de Itapemirim	Artigo publicação científica	CETEM/MCTI	2014	Brasil	LIMA, E.F.; CASTRO, N.F.	CETEM	Contribuir com o desenvolvimento sustentável no setor
92	Compósito de polietileno de alta densidade com resíduo mineral para obtenção de papel sintético	Artigo publicação científica	Congresso brasileiro de engenharia e ciência dos materiais	2014	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; CONCEIÇÃO, M.N.	CETEM	Confecção de papel sintético
93	Caracterização ambiental dos resíduos gerados no beneficiamento de rochas ornamentais na região de Cachoeiro de Itapemirim	Relatório técnico	CETEM/MCTI	2014	Brasil	LIMA, E.F.; CASTRO, N.F.	CETEM	Viabilidade técnica e ambiental do uso dos resíduos depositados nos aterros
94	Properties of high temperature sintered clay ceramic added with multi-wire sawn granite waste	Artigo publicação científica	Materials Science Forum	2014	Internacional	GADIOLI, M.C.B.; AGUIAR, M.C.; VIEIRA, C.M.F.; MONTEIRO, C.N.	CETEM	Cerâmica vermelha com incorporação de resíduo de rochas ornamentais
95	Influence of quartzite residues on the strenght of added red clay ceramic	Artigo revista internacional	Materials Science Forum	2014	Internacional	BABISK, M.P.; RIBEIRO, W.S.; AGUIAR, M.C.; CANDIDO, V.S.; GADIOLI, M.C.B.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM / UENF / IME	Estudo da influência do resíduo de quartzito na fabricação de cerâmica vermelha

96	Clay ceramic incorporated with granite waste obtained from diamond multi-wire sawing technology	Artigo revista internacional	Materials Science Forum	2014	Internacional	AGUIAR, M.C.; GADIOLI, M.C.B.; BABISK, M.P.; CANDIDO, V.S.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM / UENF / IME	Incorporação de Resíduos de Rochas Ornamentais provenientes de tear multifios na Fabricação de Cerâmica Vermelha
97	Microstructural evaluation of a clay ceramic incorporated with granite rejects from stone sawing using diamond wire	Artigo revista internacional	Materials Science Forum	2014	Internacional	AGUIAR, M.C.; GADIOLI, M.C.B.; BABISK, M.P.; CANDIDO, V.S.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM / UENF / IME	Incorporação de resíduo de rochas ornamentais em cerâmica vermelha e posteriormente avaliar a microestrutura da cerâmica fabricada com esses resíduos
98	Characterization of a granite waste for clay ceramic addition	Artigo revista internacional	Materials Science Forum	2014	Internacional	AGUIAR, M.C.; GADIOLI, M.C.B.; BABISK, M.P.; CANDIDO, V.S.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM / UENF / IME	Caracterizar e avaliar os resíduos de rochas ornamentais na fabricação de cerâmica vermelha
99	Aplicação de resíduos de pegmatitos na geração de compósitos poliméricos	Artigo publicação científica	Congresso brasileiro de polímeros	2015	Brasil	SOUZA, N.A.S.; RIBEIRO, R.C.C.; OLIVEIRA, M.G.	CETEM / INT-RJ	Utilização de resíduos na matriz do polietileno de alta qualidade
100	Aproveitamento de resíduos oriundos da lava e do beneficiamento do mármore bege bahia visando a geração de compósitos poliméricos	Artigo anais de congresso	CETEM/MCTI	2015	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; OLIVEIRA, M.G.	CETEM	Viabilidade técnica de usar resíduos do bege bahia como carga na matriz do polipropileno
101	Avaliação dos resíduos de rochas ornamentais calcárias na fabricação de papel sintético	Artigo publicação científica	Congresso brasileiro de polímeros	2015	Brasil	CONCEIÇÃO, M.N.; RIBEIRO, R.C.C.; BASTIAN, F.L.	CETEM	Produção de papel polimérico
102	Caracterização e tratamento da lama do beneficiamento de rochas ornamentais	Artigo anais de congresso	XXVI Encontro nacional de tratamento de minérios e metalurgia extrativa	2015	Brasil	MARCON, D.B.; VIDAL, F.W.H.; CASTRO, N.F.	CETEM	Desenvolvimento sustentável do setor
103	Estabilização do alumínio presente em resíduos de rochas ornamentais na matriz do polipropileno	Artigo publicação científica	Congresso brasileiro de polímeros	2015	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.; CONCEIÇÃO, M.N.	CETEM	Análise da aplicação de resíduos de rochas no polipropileno

104	Disponibilização de resíduos de pedreiras para aproveitamento na pavimentação da br-101, no Espírito Santo	Artigo anais de congresso	IX Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste	2016	Brasil	SILVA, H; V.; CASTRO, N.F.	CETEM	Utilização de resíduos grossos na base ou sub-base de pavimentos
105	Previabilidade econômica para o uso do bege bahia como carga em compostos poliméricos	Artigo anais de congresso	CETEM/MCTI	2016	Brasil	VIDAL, F.W.H.; FERREIRA, G.E.; RIBEIRO, R.C.C.	CETEM	Implantação de uma unidade de beneficiamento para os resíduos do Bege Bahia
106	Caracterização de resíduos de mármore para fabricação de rocha artificial	Artigo anais de congresso	CBE/CIMAT - Congresso brasileiro de engenharia e ciência dos materiais	2016	Brasil	AGUIAR, M.C.; SILVA, A.G.P.; GADIOLI, M.C.B.	CETEM / UENF	Caracterização de resíduos de rochas ornamentais
107	Cerâmica incorporada com resíduo de rochas ornamentais proveniente da serragem de blocos utilizando tear multifio: caracterização ambiental	Artigo anais de congresso	6th International workshop advances in cleaner production	2017	Brasil	GADIOLI, M.C.B.; PIZETA, P.P.; AGUIAR, M.C.	CETEM	Caracterização ambiental da cerâmica com uso dos resíduos de rochas ornamentais
108	Rocha artificial produzida com pó de rocha e aglomerante polimérico	Artigo anais de congresso	6th International workshop advances in cleaner production	2017	Brasil	AGUIAR, M.C.; SILVA, A.G.P.; GADIOLI, M.C.B.	CETEM	Produção de rochas artificiais utilizando resíduos da indústria de rochas
109	Desenvolvimento de cerâmica vermelha com blend de resíduos	Artigo anais de congresso	Congresso anual da ABM	2018	Brasil	BARRETO, G.N.S.; DELAQUA, G.C.G.; GADIOLI, M.C.B.; VIEIRA, C.M.F.; BABISK, M.P.	CETEM	Comportamento das massas cerâmicas com diferentes blends de resíduos de rochas
110	Desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e inovadoras para o arranjo produtivo local da Pedra Cariri no Ceará	Artigo publicação científica	Rede APL mineral	2018	Brasil	VIDAL, F.W.H.; CASTRO, N.F.; COELHO, F.C.A.	CETEM	Melhoria na produção da Pedra Cariri
111	Produção de vidros silicatos com resíduo fino de quartzo	Artigo anais de congresso	Congresso anual da ABM	2018	Brasil	GOMES, V.R.; VIDAL, F.W.H.; VIEIRA, C.M.F.; SAMPAIO, J.A.; BABISK, M.P.	CETEM / UENF	Caracterização de resíduos finos de quartzo
112	Próteses ortopédicas formadas por resíduos de rochas e polietileno de alta densidade (PEAD)	Artigo anais de congresso	Congresso brasileiro de engenharia e ciência dos materiais	2018	Brasil	EIRIZ, N.S.; RIBEIRO, R.C.C.; OLIVEIRA, M.G.	CETEM	Produção de próteses ortopédicas com a utilização de polietileno

113	Geração de próteses ortopédicas utilizando resíduos finos oriundos do beneficiamento do mármore bege bahia	Artigo anais de congresso	Seminário nacional de arranjos produtivos locais de base mineral	2018	Brasil	RIBEIRO, R.C.C.	CETEM	Produção de polímeros para próteses de membros humanos
114	Estudo da viabilidade técnica da utilização de resíduos de rochas em massas cerâmicas	Livro	Série CETEM	2018	Brasil	SANT'ANA, M.A.K.; GADIOLI, M.C.B.	CETEM	Cerâmicas fabricadas com resíduos do processamento de multilâmina
115	Desenvolvimento de novos materiais com resíduos da extração e do beneficiamento de rochas ornamentais	Matéria de revista	Rochas de Qualidade	2018	Brasil	GADIOLI, M.C.B.	CETEM	Fabricação de novos produtos utilizando resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais
116	Microstructural characterization of clay-based ceramics with the addition of granite residues	Artigo revista internacional	Materials Science Forum	2019	Internacional	GADIOLI, M.C.B.; DE AGUIAR, M.C.; VIEIRA, C.M.F.; GARCIA FILHO, F.C.; MONTEIRO, S.N.	CETEM	Produção de cerâmica vermelha com resíduo de rochas ornamentais
117	Geração de pisos poliméricos contendo resíduos de rochas ornamentais como carga	Artigo anais de congresso	Congresso brasileiro de polímeros	2019	Brasil	RIBERO, R.C.C.; TOSCANO, N.; DALTO, D.; OLIVEIRA M.	CETEM	Viabilidade técnica do resíduo do bege bahia na matriz do polipropileno
118	Livro de resumos do X Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste - SRONE	Capítulo de livro	X Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste	2019	Brasil	VIDAL, F.W.H.; PAZETO, A.A.; CASTRO, N.F.	CETEM	Tudo que tange os estudos envolvendo estudos com rochas ornamentais desde sustentabilidade até viabilidade técnica
119	Produção e caracterização de rocha artificial com resíduos de quartzitos da lava e beneficiamento de rochas ornamentais	Artigo anais de congresso	Congresso anual da ABM	2019	Brasil	AGRIZZI, C.P.; GADIOLI, M.C.B.; SANTOS, E.A.C.C.; GIRONDI, G.C.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM / UENF	Produção de rochas artificiais com resíduos de quartzitos
120	Avaliação microestrutural da rocha artificial fabricada com aglomerante geopolimérico utilizando resíduo de mármore	Resumo expandido em anais de congresso	X Simpósio de rochas ornamentais do Nordeste	2019	Brasil	AGUIAR, M.C.; SILVA, A.G.P.; GADIOLI, M.C.B.	CETEM / UENF	Rocha artificial fabricada com resíduo de mármore

121	Estudo da microestrutura de cerâmicas incorporadas com resíduos de rochas ornamentais proveniente do tear multifio	Artigo anais de congresso	XXVII Jornada de iniciação científica e III Jornada de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação	2019	Brasil	SANT'ANA, M.A.K.; GADIOLI, M.C.B.	CETEM	Avaliação microestrutural das cerâmicas fabricadas com resíduos de rochas ornamentais
122	Development of silicate glasses with granite waste	Green Materials Engineering	Capítulo de livro	2019	Internacional	BABISK, M.P.; GOMES, V.R.; SAMPAIO, J.A.; GADIOLI, M.C.B.; VIDAL, F.W.H.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM / UENF	Fabricação de vidro com resíduo de granito
123	Characterization of ornamental stones wastes for use in ceramic material	Artigo revista internacional	Materials Science Forum	2019	Internacional	GADIOLI, M.C.B.; PONCIANO, V.M.; HORA, B.R.B.; CAMARGO, J.L.; PIZETA, P.P.	CETEM	Caracterização de resíduo de rochas ornamentais para utilização em cerâmica vermelha
124	Use of waste of ornamental stone in ceramic mass incorporation in Brazil	Capítulo de livro	The Minerals, Metals & Materials Series	2019	Internacional	SANT'ANA, M.A.K.; GADIOLI, M.C.B.; BABISK, M.P.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM / UENF	Aproveitamento de Resíduos de Rochas Ornamentais na Incorporação de cerâmica vermelha
125	Produção de rocha aglomerada artificial fabricada com resíduos de quartzito e resina vegetal	Artigo anais de congresso	XXVIII Jornada de iniciação científica e IV jornada de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação	2020	Brasil	FERNANDES, M.C.S.; GADIOLI, M.C.B.; AGUIAR, M.C.	CETEM	Rochas aglomeradas produzidas com resíduos de rochas ornamentais
126	Desenvolvimento de rochas artificiais eco eficientes com resíduos de rochas ornamentais	Artigo anais de congresso	XXVIII Jornada de iniciação científica e IV Jornada de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação	2020	Brasil	ANTUNES, L.B.; GADIOLI, M.C.B.; AGUIAR, M.C.	CETEM	Rochas aglomeradas produzidas com resíduos de rochas ornamentais
127	Utilização de resíduos de rocha ornamental para a fabricação de cerâmica vermelha no estado do Espírito Santo	Artigo anais de congresso	IX Jornada do programa de capacitação institucional	2020	Brasil	AGUIAR, M.C.; GADIOLI, M.C.B.	CETEM	Resíduos de rochas ornamentais na fabricação de cerâmica vermelha

128	Ornamental stone wastes as an alternate raw material for soda-lime glass manufacturing.	Artigo revista internacional	Materials Letters	2020	Internacional	GOMES, V.R.; BABISK, M.P.; VIEIRA, C.M.F.; SAMPAIO, J.A.	CETEM	Resíduo de rochas ornamentais para fabricação de vidro
129	Characterization of a quartzite residue and its application in red clay ceramics	Artigo revista internacional	Materials Science Forum	2020	Internacional	BABISK, M.P.; RIBEIRO, W.S.; AGUIAR, M.C.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM	Fabricação de cerâmica avermelha com resíduo de quartzito
130	Mixture of granite waste and LD steel slag for use in cement production	Artigo revista internacional	Materials Science Forum	2020	Internacional	BORGES, A.C.; GADIOLI, M.C.B.; PINTO JUNIOR, L.A.B.; OLIVEIRA, J.R.	CETEM	Utilização da mistura de resíduos de granito e escória de aciaria LD na produção de cimento
131	Cerâmica vermelha fabricada com resíduo de rocha ornamental: teste industrial	Artigo anais de congresso	X Jornada do programa de capacitação institucional	2021	Brasil	AGUIAR, M.C.; GADIOLI, M.C.B.	CETEM	Resíduos de rochas ornamentais na fabricação de cerâmica vermelha em escala industrial
132	Rochas aglomeradas: uma alternativa tecnológica e ambiental para a utilização dos resíduos de rochas ornamentais	Livro	Série CETEM	2021	Brasil	GADIOLI, M.C.B.; AGUIAR, M.C.; GIORI, A.J.N.; PAZETO, A.A.; FERNANDES, M.C.S.	CETEM	Estudo das rochas aglomeradas com resíduos de rochas ornamentais.
133	Caracterização e uso de resíduo do beneficiamento de rochas ornamentais na produção de mudas de tomateiro	Artigo revista internacional	Brazilian Journal of Development	2021	Brasil	SANTOS, E.S.; CARVALHO, A.H.O.; CAMARA, G.R.	CETEM / UFES	Caracterização de resíduos de rochas ornamentais

134	Utilização de rochas ornamentais ricas em minerais potássicos como fonte alternativa de insumo agrícola via rochagem	Livro	Série CETEM	2021	Brasil	CAMARA, G.R.; FAITANIN, B.X.; SILVEIRA, L.L.L.; CHIODI FILHO, C.; SANTOS, E.S.	CETEM	Rochas ornamentais usadas para rochagem
135	Red ceramics produced with primary processing fine waste of ornamental stones according to the circular economy model	Artigo revista internacional	Sustainability	2022	Internacional	AGUIAR, M.C.; GADIOLI, M.C.B.; SANT'ANA, M.A.K.; ALMEIDA, K.M.; VIDAL, F.W.H.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM	Cerâmica Vermelha Produzida com Resíduos Finos de Processamento Primário de Rochas Ornamentais Segundo o Modelo de Economia Circular
136	Incorporation of ornamental stone waste in the manufacturing of red ceramics	Artigo revista internacional	Materials	2022	Internacional	GADIOLI, M.C.B.; AGUIAR, M.C.; VIDAL, F.W.H.; SANT'ANA, M.A.K.; ALMEIDA, K.M.; GIORI, A.J.N.	CETEM	Incorporação de Resíduos de Rochas Ornamentais na Fabricação de Cerâmica Vermelha
137	Planejamento de experimentos aplicado no aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais	Livro	Série CETEM	2022	Brasil	LIMA, R.M.; GADIOLI, M.C.B.; AGUIAR, M.C.; PEDRUZZI, A.D.	CETEM	Série do cetem com estatísticas aplicadas no aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais.
138	Normatização da utilização de resíduos de rochas ornamentais em artefatos de cerâmica vermelha e à base de cimento portland	Artigo anais de congresso	XXIX Encontro Nacional de Tratamentos de Minérios e Metalurgia Extrativa - ENTMMME.	2022	Brasil	VIDAL, F.W.H.; GADIOLI, M.C.B.; AGUIAR, M.C.; ALMEIDA, K.M.; VIEIRA, G.L.	CETEM/UFES	Normatização do uso dos resíduos de rochas ornamentais do estado do Espírito Santo na fabricação de cerâmica vermelha e à base de cimento Portland
139	Avaliação das propriedades de cerâmica vermelha fabricada com resíduo de rochas ornamentais: teste industrial	Artigo anais de congresso	XXIX Encontro Nacional de Tratamentos de Minérios e Metalurgia Extrativa - ENTMMME.	2022	Brasil	AGUIAR, M.C.; GADIOLI, M.C.B.; VIDAL, F.W.H.; ALMEIDA, K.M.	CETEM	Cerâmicas fabricadas em escala industrial com resíduos de rochas ornamentais

140	Resistência ao ataque químico das rochas aglomeradas artificiais fabricadas com resíduos de rochas ornamentais e resina poliuretana vegetal	Artigo anais de congresso	XXIX Encontro Nacional de Tratamentos de Minérios e Metalurgia Extrativa - ENTMME.	2022	Brasil	LIMA, R.M.; GADIOLI, M.C.B.; AGUIAR, M.C.; PEDRUZZI, A, D.	CETEM	Uso dos resíduos de rochas ornamentais para fabricação de rochas aglomeradas e a avaliação do ataque químico dessas rochas fabricadas
141	Cálculo da incerteza da medição para os ensaios de densidade aparente e absorção de água de rocha aglomerada fabricada com resíduos de rochas ornamentais e resina vegetal	Artigo anais de congresso	XXIX Encontro nacional de tratamentos de minérios e metalúrgia extrativa - ENTMME.	2022	Brasil	PEDRUZZI, A, D.; GADIOLI, M.C.B.; AGUIAR, M.C.; LIMA, R.M.	CETEM	Uso de estatística para avaliar as propriedades das rochas aglomeradas fabricadas com resíduos de rochas ornamentais
142	Uma revisão sobre a utilização da rede simplex na fabricação de rochas artificiais	Artigo anais de congresso	XXIX Encontro Nacional de Tratamentos de Minérios e Metalurgia Extrativa - ENTMME.	2022	Brasil	LIMA, R.M.; AGUIAR, M.C.; PEDRUZZI, A, D.; GADIOLI, M.C.B.	CETEM	Revisão de trabalhos para verificar a viabilidade do uso de resíduos de rochas ornamentais para a fabricação de rochas artificiais
143	Normatização dos finos do beneficiamento de rochas ornamentais (fibro) em cerâmica vermelha	Artigo anais de congresso	XI Jornada do programa de capacitação institucional	2022	Brasil	AGUIAR, M.C.; GADIOLI, M.C.B.	CETEM	Resíduos de rochas ornamentais na fabricação de cerâmica vermelha
144	Propostas do cetem de uso dos finos do beneficiamento de rochas ornamentais (fibro) nas indústrias de cerâmica vermelha e concreto segundo o modelo de economia circular	Matéria de revista	Rochas de Qualidade	2022	Brasil	VIDAL, F.W.H.; GADIOLI, M.C. B	CETEM	Matéria publicada sobre a proposta do CETEM para uso de resíduo fino do beneficiamento de rochas ornamentais na indústria de cerâmica vermelha e concreto
145	Comparison between synthetic and biodegradable polymer matrices on the development of quartzite waste-based artificial	Artigo revista internacional	Sustainability	2022	Internacional	AGRIZZI, C.P.; CARVALHO, E.A.S.; GADIOLI, M.C.B.; BARRETO, G.N.S.; AZEVEDO, A.R.G.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C.M.F.	CETEM / UENF	Comparação entre matrizes poliméricas sintéticas e biodegradáveis no desenvolvimento de pedra artificial à base de resíduos de quartzito.

146	Análise comparativa de parâmetros físicos-mecânicos de rochas aglomeradas eco eficientes desenvolvidas por métodos industriais e laboratoriais	Artigo anais de congresso	XI Jornada do programa de capacitação institucional - PCI / CETEM, 2022	2022	Brasil	PEDRUZZI, A.D.; GADIOLI, M.C.B.	CETEM	Utilização de resíduo de rochas ornamentais para fabricação de rochas artificiais
147	Economia circular: estudo temporal da integridade dos resíduos de rocha ornamental utilizados em projeto arquitetônico e construção de edificação unifamiliar	Resumo anais de congresso	XXIX Encontro nacional de tratamento de minérios e metalurgia extrativa	2022	Brasil	PADES, R.; SILVEIRA, L. L. L.	CETEM	Estudo da integridade dos resíduos de rochas ornamentais utilizados em projetos arquitetônicos
148	Remineralizadores de solos: importância e perspectivas futuras	Livro	Série CETEM	2023	Brasil	ARAUJO, P.C.; RIBEIRO, C.M.; CAMARA, G.R.; GOES, M.A.C.; SOBRAL, L.G.S.	CETEM	Resíduos de rochas ornamentais utilizados como remineralizadores de solo
149	Evaluation of the contents of ornamentals stones wastes and vegetable polyurethane resin in the production of engineered stones	Artigo revista internacional	Journal of Building Engineering	2023	Internacional	GADIOLI, M. C. B.; AGRIZZI, C. P.; AGUIAR, M. C.; LIMA, R. M.; PEDRUZZI, A. D.; RIBEIRO, C. E. G.	CETEM	Rochas aglomeradas fabricadas com resíduos de rochas ornamentais com diferentes teores de resina
150	Industrial scale manufacturing of red ceramic scaling blocks with ornamental stone wastes	Artigo revista internacional	Environmental and Social Management Journal	2023	Internacional	ALMEIDA, K. M.; GADIOLI, M. C. B.; SAGRILLO, V. P. D.; AGUIAR, M. C.	CETEM	Fabricação em Escala industrial de bloco de vedação com resíduo fino do beneficiamento de rochas ornamentais
151	Estudo da microestrutura de cerâmicas incorporadas com resíduo de rochas ornamentais proveniente do tear multifio	Artigo revista internacional	Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana	2023	Internacional	SANT'ANA, M. A. K.; GADIOLI, M. C. B.; AGUIAR, M. C.	CETEM	Avaliação da microestrutura de cerâmica incorporada com resíduos de rochas ornamentais provenientes do tear multifio
152	Incorporação de Resíduos de Rochas Ornamentais na Produção de Cerâmica Vermelha: Uma Abordagem Sustentável	Artigo revista internacional	Revista Observatorio de La Economía Latinoamericana	2023	Internacional	AMORIM, M. M.; AGUIAR, M. C.; ALMEIDA, K. M.; SANT'ANA, M. A. K.; GADIOLI, M. C. B.	CETEM	Utilização de resíduo de rochas ornamentais em cerâmica vermelha

5 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostraram que após uma extensa revisão bibliográfica, o CETEM vem desenvolvendo ao longo dos anos trabalhos voltados para o uso dos resíduos gerados no setor de rochas ornamentais, a fim de encontrar uma alternativa tecnológica e ambientalmente amigável para a utilização desses resíduos e contribuir para um ciclo produtivo mais sustentável. Com isso, cresce a busca por modelos econômicos mais eficientes, como é o caso da economia circular, na qual há a inserção de resíduos gerados de volta ao processo.

Nota-se que o uso dos resíduos de rochas ornamentais na fabricação de outros produtos é viável, como na produção de materiais cerâmicos, aglomerados minerais, vidros, concretos, na agricultura como fonte de fertilização e corretivo do solo, entre outros. Portanto, esse levantamento bibliográfico colabora para que outros pesquisadores possam ter uma base de referências para ampliarem suas pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M.C. et al. Red Ceramics Produced with Primary Processing Fine Waste of Ornamental Stones According to the Circular Economy Model. *Sustainability*, v. 14, n. 19, p. 12887, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS – ABIROCHAS. Balanço das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2021. Informe 01/2022. Brasília/DF, 2022.

CAMARA, G.R. et al. Utilização de rochas ornamentais ricas em minerais potássicos como fonte alternativa de insumo agrícola via rochagem – Parte I. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2021. Série Rochas e Minerais Industriais, 30. 71p.

CAMPOS, A.R et al.: Resíduos: Tratamento e Aplicações Industriais. In: VIDAL, F.W.H. et al. Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e 106 beneficiamento. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral, 2014, cap. 9, p. 435.

GADIOLI, M.C.B. et al. Incorporation of ornamental stone waste in the manufacturing of red ceramics. *Materials*, v. 15, n. 16, p. 5635, 2022.

LIMA, E.F.; CASTRO, N.F. Caracterização ambiental dos resíduos gerados no beneficiamento de rochas ornamentais na região de Cachoeiro de Itapemirim. Relatório Técnico. Espírito Santo: CETEM/MCTI, 2014.

MONTANI, C. XXXII World Marble and Stones Report 2021, Aldus Casa di Edizioni in Carrara, 2021.

NEVES, M.A.; RAYMUNDO, V. Depósitos de resíduos finos do beneficiamento de rochas ornamentais e qualidade do aquífero freático. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 27, n. 2, p. 257-267, 2022.

SILVEIRA, L.L.L.; VIDAL, F.W.H.; SOUZA, J.C. Beneficiamento de rochas ornamentais. In: Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014. p. 329-398.

VIDAL, F.W.H. et al. Lavra de rochas ornamentais. In: Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014, cap. 4, p. 155-257.

SÉRIES CETEM

As Séries Monográficas do CETEM são o principal material de divulgação da produção científica realizada no Centro. Até o final do ano de 2023, já foram publicados, eletronicamente e/ou impressos em papel, mais de 380 títulos, distribuídos entre as seis séries atualmente em circulação: Rochas e Minerais Industriais (SRMI), Tecnologia Mineral (STM), Tecnologia Ambiental (STA), Estudos e Documentos (SED). A Série Iniciação Científica consiste numa publicação eletrônica anual.

A lista das publicações poderá ser consultada em nossa homepage. As obras estão disponíveis em texto completo para download. Visite-nos em <https://www.gov.br/cetem/pt-br/assuntos/repositorio-mineralis-e-biblioteca>.

Últimos números da Série Tecnologia Ambiental

STA-124 – **Biodeterioração das pinturas murais “Coro” e “Escola de Canto” de Cândido Portinari.** Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Giovanna Oliveira dos Santos Consoli, Caroline Martins de Souza, Cláudia Nunes e Áurea Maria Lage de Moraes.

STA-123 – **Estudo das alterações da pintura mural “jogos infantis” de Cândido Portinari.** Roberto Carlos da Conceição Ribeiro, Rosana Elisa Coppedê Silva, Caroline Martins de Souza, Michelle Teixeira dos Santos Cassiano, Cláudia Nunes e Áurea Maria Lage de Moraes, 2023.

STA-122 – **Remineralizadores de solos: importância e perspectivas futuras.** Patrícia Correia Araújo, Carla de Matos Ribeiro, Guilherme de Resende Camara, Maria Alice Cabral Goes e Luis Gonzaga Santos Sobral, 2023.

INFORMAÇÕES GERAIS

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral
Avenida Pedro Calmon, 900 – Cidade Universitária
21941-908 – Rio de Janeiro – RJ
Geral: (21) 3865-7222
Biblioteca: (21) 3865-7218
E-mail: biblioteca@cetem.gov.br
Homepage: <http://www.cetem.gov.br>

NOVAS PUBLICAÇÕES

Se você se interessar por um número maior de exemplares ou outro título de uma das nossas publicações, entre em contato com a nossa biblioteca no endereço acima.

Solicita-se permuta.

We ask for interchange.



Missão Institucional

Desenvolver tecnologias inovadoras e sustentáveis, e mobilizar competências visando superar desafios nacionais do setor mineral.

O CETEM

O Centro de Tecnologia Mineral - CETEM é um instituto de pesquisas, vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI, dedicado ao desenvolvimento, à adaptação e à difusão de tecnologias nas áreas minerometalúrgica, de materiais e de meio ambiente.

Criado em 1978, o Centro está localizado no campus da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, na cidade Universitário, no Rio de Janeiro e ocupa 20.000m² de área construída, que inclui 25 laboratórios, 4 plantas-piloto, biblioteca especializada e outras facilidades.

Durante seus 45 anos de atividade, o CETEM desenvolveu mais de 800 projetos tecnológicos e prestou centenas de serviços para empresas atuantes nos setores minerometalúrgico, químico e de materiais.