



CT Rede **APL** mineral



Prêmios Melhores Práticas em APL de Base Mineral 2022

Parte 1

Formulário de Inscrição da Prática

IDENTIFICAÇÃO DA PRÁTICA REALIZADA NO APL DE BASE MINERAL

Título: Desenvolvimento sustentável do Arranjo Produtivo Local de Rochas Ornamentais por meio da Normatização do uso dos finos do beneficiamento (FIBRO) em materiais da construção civil segundo a economia circular.

Temática: IV transferência e disseminação de tecnologia e inovação

Modalidade: Tecnológico e ambiental.

Segmento: IV – Calcário, cal e cimento;

VI – Cerâmica vermelha;

X – Rochas ornamentais.

Coordenador da Prática no APL de base Mineral:

Nome: Monica Castoldi Borlini Gadioli

Profissão: Pesquisadora Titular

Instituição: CETEM

Cargo: Coordenador

E-Mail: mborlini@cetem.gov.br

Telefone: (28) 3511-8937 / (27) 99914-3404

DADOS DO APL DE BASE MINERAL

Preencher ou atualizar Formulário de Cadastro de APL de Base Mineral do Comitê Temático RedeAPLmineral, disponível no link <https://forms.gle/SfaDN9KtuoyzJNAt5>, do APL em que a prática foi aplicada e anexar no formato pdf à página de submissão da Prática.

Nome do APL de base mineral: Rochas Ornamentais do ES



CT Rede APL mineral



Coordenador do APL de base mineral:

Nome: Celmo De Freitas

Cargo: Coordenador

Endereço: Avenida Frederico Augusto Coser, 234, Aeroporto

CEP:29314-045

Cidade: Cachoeiro de Itapemirim / Estado: Espírito Santo

Telefone: (28) 3521-6144

E-Mail: sindirochas@sindirochas.com.br

Dados do(s) Responsável (eis) pela Inscrição da Prática em APL de base mineral

<u>Nome</u>	<u>Instituição</u>	<u>Cargo</u>	<u>E-mail</u>	<u>Telefone</u>
<u>Monica Castoldi Borlini Gadioli</u>	<u>CETEM</u>	<u>Pesquisadora Titular</u>	<u>mborlini@cetem.gov.br</u>	(28) 3511-8937
<u>Francisco Wilson Hollanda Vidal</u>	<u>CETEM</u>	<u>Engenheiro de Minas</u>	<u>fwhollanda@gmail.com</u>	(28) 3511-8937

Responsável para contato:

Nome: Monica Castoldi Borlini Gadioli

Cargo: Pesquisadora Titular do CETEM

Endereço: Rodovia Cachoeiro X Alegre, Km5, s/n, Bairro: Morro Grande.

CEP: 29311-970 / **Cidade:** Cachoeiro de Itapemirim / **Estado:** Espírito Santo

Telefone: (28) 3511-8937 / (27) 99914-3404

E-Mail: mborlini@cetem.gov.br

O desenvolvimento da Prática foi em função de esforço próprio do APL? Explique:

A prática foi desenvolvida no âmbito do APL de Rochas Ornamentais do ES e foi iniciada com o Projeto: "Normatização da utilização de resíduo e rocha ornamental em artefatos de cerâmica vermelha e a base de cimento Portland".

O desenvolvimento da Prática foi em função de esforço próprio e contou com o apoio de entidade tecnológica (Institutos de P&D&I, outros)? Explique:

CETEM na Coordenação de Apoio Técnico às Micro e Pequenas Empresas, a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES e a Unidade Acadêmica de Mineração do Instituto Federal do Espírito Santo - IFES, da Engenharia de Materiais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF e Engenharia civil da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES.

O desenvolvimento da Prática foi em função somente de apoio de entidades tecnológicas e/ou de consultoria tecnológica? Explique:

Teve o apoio de consultoria tecnológica do professor da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF Carlos Maurício Fontes Vieira.

Critérios de Julgamentos da Prática e seus pesos

CRITÉRIOS DE JULGAMENTO	NOTA DE 1 A 10	PESOS 26 PONTOS
1. Originalidade da proposta.		3
2. Efetividade da aplicação e dos resultados obtidos com indicadores qualitativos e quantitativos comprovando a agregação de valor à produção do APL.		4
3. Tecnologia e Inovação.		3
4. Potencial de transferência de tecnologia para a Cadeia Produtiva do APL.		3
5. Domínio de Métodos e Técnicas.		3
6. Controle de qualidade no processo produtivo.		2
7. Parceria – comprovação de que a prática foi resultado de participação de parceiros, tais como, governo, setor privado e instituições científicas e tecnológicas e organizações não governamentais.		2
8. Geração de trabalho e distribuição de renda, crescimento econômico.		2
9. Sustentabilidade – demonstrar que a sua continuidade encontra-se assegurada mediante documentos ou ações formalizadas.		2
10. Liderança e fortalecimento da comunidade – evidências da participação da comunidade e lideranças locais.		1
11. Preenchimento do Formulário https://forms.gle/SfaDN9KtuoyzJNAt5 (Formulário preenchido=10 pontos; formulário não preenchido= 0 pontos).		1

Anexar os seguintes arquivos na página de submissão da prática

A: Formulário de Inscrição da Prática preenchido.

B: Descrição da Prática - Descreva a Proposta de Prática conforme o MODELO DE DESCRIÇÃO DE PROPOSTA DE PRÁTICA PARA SUBMISSÃO AO PRÊMIO MELHORES PRÁTICAS EM APL DE BASE MINERAL 2022 – PMP APL MINERAL 2022

C: Cadastro no Comitê Temático RedeAPLmineral (<https://forms.gle/SfaDN9KtuoyzJNAt5>) do APL de Base Mineral no qual a Prática foi aplicada, no formato pdf.

D: Outras informações complementares que se fizerem necessárias, como fotos, vídeos, diagramas, fluxogramas, tabelas, gráficos, etc.

Declaração de Compromisso:

- Declaro conhecer o regulamento e aceitá-lo na íntegra, responsabilizando-me pela veracidade das informações prestadas na ficha de inscrição e nos Anexos A, B, C e D, referentes ao Prêmio Melhores Práticas em APL de Base Mineral 2022.

Cachoeiro de Itapemirim, 24 de outubro de 2022.



CT Rede **APL** mineral



Monica Castoldi Borlini

Monica Castoldi Borlini Gadioli/Pesquisadora Titular



CT Rede **APL** mineral



Parte 2

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO ARRANJO PRODUTIVO LOCAL DE ROCHAS ORNAMENTAIS POR MEIO DA NORMATIZAÇÃO DO USO DOS FINOS DO BENEFICIAMENTO (FIBRO) EM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL SEGUNDO O MODELO DE ECONOMIA CIRCULAR

Monica Castoldi Borlini Gadioli

D.Sc. Eng. Química. Coordenadora. Servidora do CETEM

mborlini@cetem.gov.br

Francisco Wilson Hollanda Vidal

D.Sc. Eng. Minas. Servidor do CETEM

fwhollanda@gmail.com

Geilma Lima Vieira

D.Sc. Eng. Civil. Professora da UFES

geilma.vieira@gmail.com

Kayrone Marvila de Almeida

Eng. Minas. Mestrando em Eng Metalúrgica e de Materiais

kayronemarvila@gmail.com

Mariane Costalonga de Aguiar

D.Sc. Eng. Materiais. Bolsista PCI do CETEM

maguiar@cetem.gov.br

Maria Angélica Kramer Sant'Ana

Eng. Minas. Mestranda em Eng Metalúrgica e de Materiais

mariaangelicaks@gmail.com

Carlos Maurício Fontes Vieira

D.Sc. Eng. Materiais. Professor da UENF

vieira@uenf.br

Resumo

O estado do Espírito Santo é conhecido mundialmente pela alta produção e exportação de rochas ornamentais. A etapa de beneficiamento das indústrias de rochas ornamentais brasileira gera grandes quantidades de resíduos finos anualmente. Estima-se que no Brasil são gerados 2,5 milhões de toneladas por ano. O Espírito Santo é responsável por cerca de 2 milhões de toneladas, que de acordo com esta estimativa durante os últimos 10 anos foram gerados pelas indústrias de rochas ornamentais capixabas cerca de 20 milhões de toneladas. Os resíduos são depositados em aterros, associativos e particulares, que em geral, até o momento existe apenas estudos para o aproveitamento dos mesmos, porém ainda não foram normatizados. Esses resíduos são uma preocupação para os órgãos ambientais, sejam federais e/ou estadual. O presente trabalho, dentro do APL, teve como objetivos a necessidade de estudar a utilização desses resíduos em artefatos de cerâmica vermelha e de concreto, demonstrando que sua utilização não representa riscos ambientais e à saúde humana. Portanto, o projeto tem como objetivo principal a elaboração de uma instrução normativa para a utilização dos resíduos finos do beneficiamento de rochas ornamentais, que chamamos de FIBRO na produção de artefatos de cerâmica vermelha e componentes construtivos à base de cimento Portland para concreto. Durante o desenvolvimento do projeto, foram realizadas articulações com instituições, órgãos e empresas do setor de rochas ornamentais e cerâmica vermelha. Nas empresas foram realizadas visitas técnicas, caracterização tecnológica dos resíduos e demais componentes dos produtos, e também, ensaios em laboratórios e testes piloto nas indústrias. Foram feitas análises ambientais dos resíduos segundo a norma ABNT 10004 e ensaios normativos com os artefatos de cerâmica vermelha e produtos de materiais e componentes construtivos à base de cimento Portland para os processos industriais. Realizou-se também um levantamento bibliográfico de trabalhos já publicados sobre utilização de resíduos de rochas ornamentais. Foram mapeadas as indústrias de cerâmica vermelha, concreto e empresas de rochas ornamentais para atestar a logística de proximidade entre elas e comprovar o uso do resíduo sem a necessidade de transporte em grandes distâncias. Os testes industriais realizados mostraram que o resíduo pode ser sim utilizado nos artefatos para a construção civil. De acordo com o objetivo principal do projeto foram elaboradas duas propostas de instruções normativas para utilização dos resíduos.

Palavras chave: Resíduos, rochas ornamentais, cerâmica vermelha, concreto.

Modalidades Contempladas pela Prática:

- Ações de governança integrando empresas de rochas ornamentais, cerâmica vermelha e instituições governamentais no estado;
- Respeito às legislações mineral, ambiental, trabalhista e tributária;
- Ações de desenvolvimento da pequena produção mineral;
- Fortalecimento do cooperativismo/associativismo,
- Agregação de valores dos resíduos de rochas ornamentais;
- Aproveitamento de resíduos na geração de novos produtos industriais;
- Desenvolvimento e transferência de tecnologias;
- Garantia da saúde e segurança no trabalho e
- Apoio à criação de novos empreendimentos, com foco no empreendedorismo.

Sobre o APL: APL – Rochas ornamentais do ES, Cachoeiro de Itapemirim e municípios da região sul do ES.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de rochas ornamentais do mundo. Segundo a ABIROCHAS (2021) as exportações brasileiras de materiais rochosos naturais somaram US\$ 1,34 bilhão e 2,40 Mt em 2021. O Espírito Santo é o estado que fica em destaque como um dos maiores produtores no País. A maior parte da produção de rochas ornamentais se encontra na região Sudeste do Brasil. Segundo ABIROCHAS (2020), o Espírito Santo é responsável por cerca de 40% da produção e por 80% da exportação brasileira de rochas ornamentais.

As etapas de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais geram perdas consideráveis de resíduos, que ao longo da cadeia produtiva representam perdas da ordem de até 90%. Esses resíduos são oriundos 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 são os resíduos grossos da lavra, normalmente dos blocos fora do padrão de mercado, além de outros irregulares, que dependendo do método da lavra bem como do tipo geológico e da própria rocha, podem atingir perdas de milhões de toneladas como por exemplo: pedreiras de quartzitos geralmente tem perdas entre 80-90%. No beneficiamento ocorrem também perda de resíduos grossos no aparelhamento dos blocos, de nome conhecido no setor por casqueiro, em torno de 14%. Na transformação do bloco em chapas na serraria é produzido os resíduos finos do beneficiamento que chamamos de FIBRO, gerando um passivo de 26% em volume de bloco. Estimam que no Brasil, hoje são gerados anualmente cerca de 2,5 milhões de toneladas de resíduos finos, dos quais somente no Estado do Espírito Santo são depositados em aterros associativos e particulares 2,0 milhões toneladas. Estima-se que no Brasil foram gerados nos últimos 10 anos mais de 25 milhões de toneladas dos resíduos finos. Além da quantidade considerável, o problema agrava-se visto que a maioria das indústrias não gerencia corretamente o manejo de seus resíduos.

Desde meados da década de 1990 estudos a respeito da utilização dos resíduos gerados nos processos de beneficiamento das rochas ornamentais vêm sendo conduzidos a fim de analisar os produtos gerados com esse material (CALMON et al., 1997), que é descartado a altos custos em aterros industriais.

Os resíduos são uma preocupação crescente para o setor de rocha ornamental brasileiro, pois seu descarte inadequado pode causar problemas ambientais. Contudo, os resíduos de rochas possuem características relevantes para serem utilizados como matérias-primas na fabricação de novos produtos e já são utilizados para fabricação de diversos materiais, em especial para a fabricação de cerâmica vermelha e de concreto.

Estudos recentes mostram a viabilidade técnica de aproveitamento dos resíduos gerado na serragem de blocos de rochas ornamentais com teares multifio. Segundo a pesquisa realizada por Sant'Ana e Gadioli (2018), a utilização de 50% de resíduos de rochas ornamentais na massa de artefatos cerâmicos pode aumentar em até 45% a sua resistência mecânica, e também ser uma alternativa para os problemas ambientais gerados pela deposição dos resíduos. Ressalta-se que a percentagem de incorporação de resíduos de rochas ornamentais na massa cerâmica depende das características dos argilominerais, além do processo de fabril de tratamento térmico para obtenção do produto cerâmico. De acordo com Gadioli et al., 2022 e Aguiar et al., 2022, a incorporação de resíduos de rochas ornamentais na massa cerâmica, contribui com a redução da porosidade do material, com isso havendo uma melhoria nas suas propriedades tecnológicas avaliadas.

O panorama atual da utilização desses materiais finos gerados no processo de beneficiamento de rochas ornamentais na produção de matrizes de cimento Portland está aquém de sua real capacidade, visto que não há normatização adequada para assegurar seu uso para essa finalidade. Tendo isso em vista, torna-se imprescindível que sejam confeccionadas normas técnicas capazes de direcionar esses resíduos para fábricas de materiais de concreto à base de cimento Portland, já que os estudos demonstram que há viabilidade técnica para tal procedimento. Com isso, o material que estaria ocupando espaço nos aterros industriais volta então ao ciclo de produção.

O uso dos resíduos para fabricação de novos materiais contribui para a redução de consumo de matérias-primas naturais, para a diminuição da quantidade de resíduos a ser descartada na natureza, além de agregar

valor a um resíduo indesejável e gerar, dessa forma, economia para o setor e mitigação do impacto ambiental.

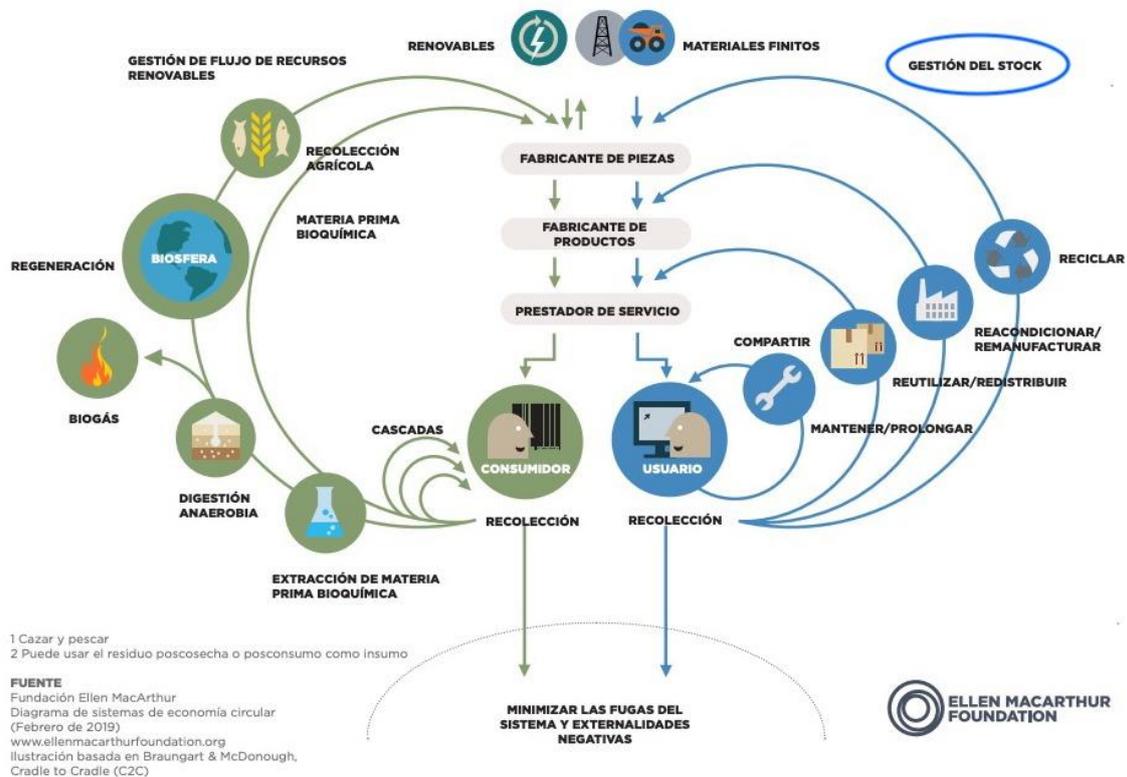


Figura 1. Diagrama sistêmico da economia circular. Fonte: Fundação Ellen MacArthur, 2019.

O projeto desenvolvido engloba e faz parte do APL Mineral de Rochas Ornamentais do Espírito Santo. O financiamento dele foi realizado pelo Governo do Estado do Espírito Santo pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES. O título do projeto é “NORMATIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM ARTEFATOS DE CERÂMICA VERMELHA E À BASE DE CIMENTO PORTLAND”. No âmbito do projeto, foi realizada atividades referentes ao plano estipulado para normatização do uso dos resíduos fins do beneficiamento de rochas ornamentais em artefatos de cerâmica vermelha. Foram elaboradas duas instruções normativa para auxiliar na utilização dos resíduos de rochas ornamentais em cerâmica vermelha e artefatos de concreto. Também foram realizados ensaios tecnológicos das argilas, resíduos e artefatos de cerâmica e concreto das empresas na região. Estes ensaios foram disponibilizados para os empresários. O projeto contribuiu para interação entre instituições públicas e privadas, isso ajudou também nas boas relações entre empresas de segmentos diferentes, como por exemplo indústrias de cerâmica vermelha e empresas beneficiadoras de rochas ornamentais. Por fim, o projeto dentro do APL possibilitou a abrangência do conhecimento técnico científico sobre as áreas de rochas ornamentais e cerâmica vermelha, isso devido as publicações de artigos e relatórios.

2. OBJETIVOS DA PRÁTICA

Os objetivos dessa prática foi elaborar a normatização da utilização de resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais em artefatos de cerâmica vermelha e produtos de materiais e componentes construtivos à base de cimento Portland. Foram realizados diversos ensaios e testes industriais com as argilas, resíduos também foi feito com os produtos cerâmicos e de concreto. Com os resultados foram então elaboradas duas propostas



CT Rede APL mineral



de normas para utilizar os resíduos, uma para a indústria de cerâmica vermelha e a outra para o concreto. As ações executadas também objetivam a diminuição da deposição do resíduo de rochas ornamentais em aterros. A reutilização do resíduo faz parte de uma ação sustentável, ela é uma estratégia descrita no plano nacional de resíduos sólidos.

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA

A princípio foi realizado uma articulação com os setores industriais (empresas, associações, entidades), instituições de ensino e pesquisa e institutos tecnológicos e de órgãos públicos regulamentadores, licenciadores e fiscalizadores de requisitos ambientais das atividades industriais. Foram realizadas reuniões e consulta sobre ambos interesses entre todos. Após, começou a ser estudo e levantados dados sobre estudos já realizados sobre o uso do resíduo em cerâmica e concreto para criar um levantamento bibliográfico. Ao mesmo tempo, foi levantado a quantidade de empresas de rochas ornamentais e indústrias de cerâmica vermelha e concreto no estado do Espírito e confeccionado um mapa para provar a logística de proximidade entre elas.

Depois do estudo detalhado, iniciou-se as visitas as empresas para coleta de resíduos de rochas ornamentais, argilas e artefatos cerâmicos. Foram coletados estes materiais para caracterização, física, química e ambiental. Os artefatos foram levados para teste normativos para saber a qualidade dos produtos produzidos. Após, foram realizados testes industriais. A indústria de artefatos de cerâmica vermelha, CIMACO, Cerâmica Sardinha, Cerâmica São José Telhas e Cerâmica Santa Maria cederam suas instalações para realização de testes industriais utilizando resíduos de rochas em artefatos cerâmicos. Portanto, foram iniciados os ensaios em escala industrial. Foram confeccionados telhas e tijolos com resíduos de rochas ornamentais em suas massas cerâmicas. Os ensaios variaram valores de porcentagem entre 10%, 20% e 30%. Em seguida os artefatos foram submetidos a ensaios normativos e teste ambiental.

Por último, foram definidos os limites aceitáveis de resíduos e seus componentes para confecção da norma. Foi então montado uma equipa para realizar a elaboração da norma. Após estudos, chegou-se à conclusão que uma instrução normativa seria melhor para aplicação. Então, foram proposto e elaborado duas instruções normativas, isso em parceria com o IEMA - Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo. As normas foram divididas em: uma para utilização dos resíduos fino do beneficiamento de rochas ornamentais na cerâmica vermelha e outra no concreto.

4. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA PRÁTICA

A articulação entre as instituições, órgãos e empresas envolvidas foi primordial para andamento do projeto dentro do APL. Todos contribuíram para a elaboração final da instrução normativa de uso dos resíduos em cerâmica vermelha e concreto. Com o apoio, criamos um levantamento bibliográfico, foi obtido então mais de 100 trabalhos, entre eles artigos, relatórios, dissertações e teses acadêmicas sobre o uso do resíduo de rochas em artefatos. Este levantamento proporcionou o início do projeto, os primeiros passos e o norte para elaboração da instrução normativa.

O mapeamento das indústrias de cerâmica vermelha, concreto e empresas beneficiadoras de rochas ornamentais, mostrou que existe uma ótima logística de proximidade entre elas. Portanto existe sim a possibilidade de usar o resíduo sem obter um gasto a mais com transporte. O estudo ainda contabilizou que existe no Espírito Santo 61 indústrias de cerâmica vermelha em atividade, 42 aterros de resíduos de rochas ornamentais. Foi levantado as principais e maiores empresas de rochas ornamentais e indústrias de artefatos cerâmicos. Vale ressaltar que não é o valor total, apenas as maiores. O resultado mostrou que o estado possui aproximadamente 85 empresas beneficiadoras e 33 indústrias de artefatos de concreto levantadas para estudo.

Diversas empresas dentro e fora do estado foram visitadas para apresentação do projeto e da viabilidade da utilização do resíduo. Desde o início do projeto, a equipe vem se reunindo com diversas empresas, instituições e órgãos governamentais. Esta inteiração colaborou para a confecção da instrução normativa que foi de interesse de ambas as partes. Durante algumas visitas, foram coletados materiais para ensaios de caracterização. Os resultados foram positivos. Os dados foram compartilhados com os empresários do setor.



CT Rede APL mineral



Os testes industriais realizados, utilizando os resíduos na massa cerâmica, mostraram que possui viabilidade para aplicação. Os dados analisados foram positivos, o melhor resultado foi com a incorporação de 20% de resíduo na massa cerâmica. O produto final foi submetido a análise ambiental, o mesmo mostrou que não é perigoso para a saúde humana. Os dados analisados contribuíram na elaboração da instrução normativa.

Por final, as duas instruções normativas elaboradas, uma para cerâmica e a outra para concreto, ajudou para entender melhor como utilizar o resíduo e quais procedimentos seguir. Ela teve como finalidade estabelecer os critérios para condições de uso dos resíduos do beneficiamento nos artefatos, isso visando atender à necessidade de aproveitamento e uso dele, assim consequentemente, diminuir o impacto ambiental.

5 CONCLUSÕES

O levantamento bibliográfico realizado, possibilitou um melhor entendimento sobre a história da utilização dos resíduos de rochas ornamentais em artefatos cerâmicos. Com os anos, vimos uma grande evolução e estudo mais aplicado na área. A base de dados criada serve como suporte para averiguar ensaios e caracterizações já realizados. O levantamento das indústrias cerâmica, concreto e polos beneficiadores de rochas ornamentais apontou que o estado do Espírito Santo possui uma boa logística de proximidade entre estas indústrias, com isso o resíduo pode ser utilizado sem necessidade de gastos maiores com transporte.

Os resultados da caracterização do material coletado, indicou valores favoráveis para utilização dos resíduos de beneficiamento de rochas ornamentais em artefatos de cerâmica vermelha. Os resíduos de rochas ornamentais apresentaram características adequadas à utilização no segmento de cerâmica vermelha, como granulometria fina e quantidades significativas de óxidos alcalinos e alcalinos terrosos. Além de ter melhorado a trabalhabilidade/plasticidade da argila, possibilitando assim, ajuste da etapa de conformação da cerâmica.

Os testes industriais foram satisfatórios. O produto criado apresentou em alguns casos maior resistência e menor absorção de água. Isso devido os resíduos atuar como fundente durante o processo de queima do artefato cerâmico. Com a incorporação dos resíduos e a temperatura de queima mais elevada, foi possível observar um melhoramento nas propriedades tecnológicas das peças cerâmicas. Isto ficou comprovado que em temperaturas mais elevadas e com o incremento dos resíduos, as propriedades tecnológicas obtiveram uma melhora significativa, consequentemente, há uma melhoria no produto, tornando-o mais competitivo no mercado.

Por fim, foram elaboradas duas instruções normativas em parceria com o IEMA, para determinar os padrões e características específicas para a utilização dos resíduos finos do beneficiamento de rochas ornamentais em artefatos de cerâmica vermelha e concreto. A instrução normativa vai colaborar para o uso sustentável dos resíduos e na economia circular. Este documento será publicado e estará disponível no repositório do CETEM para toda a comunidade técnica e científica, bem como para os profissionais e empresários ligados aos setores produtivos de interesse ao trabalho.

6 AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de registrar como agradecimentos a importância das instituições e empresas do setor de rochas ornamentais para a realização do projeto. Inicialmente a Universidade Federal do Espírito Santo-UFES (Departamento de Engenharia Civil), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-UENF (Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais), Instituto Federal do Espírito Santo a saber: Campus de Cachoeiro de Itapemirim, Santa Teresa e Vitória, Federação das Indústrias do Espírito Santo-FINDES, Associação Noroeste de Produtores de Pedras Ornamentais do Espírito Santo--ANPO, SINDIROCHAS, ABIROCHAS, SINDICER, SINDUSCON-ES, CAJUGRAN, GRANIBRAS, PEMAGRAM, ON-ES, e as empresas das indústrias de cerâmicas pela disponibilidade de realização dos testes industriais, a saber: Cerâmica CIMACO, Cerâmica Sardinha, Cerâmica São José Telhas e Cerâmica Santa Maria, e finalmente a Associação Ambiental Monte Líbano – AAMOL e Associação de Desenvolvimento Ambiental do Mármore e Granito – ADAMAG.



6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, M.C.; Gadioli, M.C.B.; Sant'ana, M.A.K.; Almeida, K.M.; Vidal, F.W.H.; Vieira, C. M. F. Red Ceramics Produced with the Primary Processing Fine Waste of Ornamental Stones According to the Circular Economy Model. *Sustainability*. **2022**, *15*, 5635.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS. **Balanco das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2020**. Informe 01/2020. Brasília/DF, 2020.

CALMON, J. L.; TRISTÃO, F. A.; LORDÊLLO, F. S. S.; SILVA, S. A. C.; MATTOS, F. V. **Reciclagem do resíduo de corte de granito para produção de argamassas. I Encontro Nacional Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis**. Canela: ANTAC, 1997.

Fundação Ellen MacArthur. Disponível em: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/diagrama-sistemico>. 2019.

Gadioli, M.C.B.; Aguiar, M.C.; Vidal, F.W.H.; Sant'ana, M.A.K.; Almeida, K.M.; Giori, A.J.N. Incorporation of Ornamental Stone Waste in the Manufacturing of Red Ceramics. *Materials*. **2022**, *15*, 5635.

SANT'ANA, M. A. K.; GADIOLI, M. C. B. Estudo da viabilidade técnica da utilização de resíduos de rochas em massas cerâmicas. **Série Tecnologia Ambiental**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral, 2018.