



**SOCIEDADE EDUCACIONAL VERDE NORTE S/C Ltda**  
**FACULDADE VERDE NORTE - FAVENORTE**  
**CURSO BACHAREL ENGENHARIA CIVIL**

**GEREMIAS BANDEIRA ROCHA**  
**VALTER RIBEIRO RAMOS**

**INCORPORAÇÃO DE CINZA DE FOLHAS DE EUCALIPTO NA FABRICAÇÃO  
DO BLOCO CERÂMICO**

**MATO VERDE – MG**  
**2021**

GEREMIAS BANDEIRA ROCHA  
VALTER RIBEIRO RAMOS

**Incorporação de cinza de folhas de eucalipto na fabricação do bloco cerâmico**

Artigo Científico, apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Verde Norte, mantida pela Sociedade Educacional Verde Norte, como requisito parcial para obtenção de título em Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Raquel Rodrigues Soares Sobral

**MATO VERDE – MG  
2021**

**Geremias Bandeira Rocha; Valter Ribeiro Ramos**

**INCORPORAÇÃO DA CINZA DE FOLHAS DE EUCALIPTO NA FABRICAÇÃO DO  
BLOCO CERÂMICO**

Artigo apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Verde Norte, mantida pela Sociedade Educacional Verde Norte S/C Ltda, como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Aprovado em** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Banca Examinadora**

---

Convidada: Cleiciane Faria Soares  
Formação/Titulação: Engenheira Ambiental  
Instituição: Faculdade Verde Norte - FAVENORTE

---

Orientador: Adilson Lino da Silva  
Formação/titulação: Engenheiro Civil  
Faculdade Verde Norte - FAVENORTE

# INCORPORAÇÃO DA CINZA DE FOLHAS DE EUCALIPTO NA FABRICAÇÃO DO BLOCO CERÂMICO

Geremias Bandeira Rocha<sup>1</sup>; Valter Ribeiro Ramos<sup>2</sup>

## Resumo

No Norte de Minas Gerais, em São João do Paraíso, considerada capital nacional do óleo de eucalipto, há um grande descarte de folhas provenientes da produção do óleo de eucalipto. As destilarias utilizam parte das folhas na queima para aquecimento da caldeira de destilação do óleo e as cerâmicas da região estão utilizando para queima do bloco. A queima das folhas derivadas da produção de óleo gera grande impacto ambiental, pois, devido ao grande volume necessário para se produzir pequena quantidade de óleo faz com que não haja o descarte correto, havendo assim a queima quando o local de descarte está com capacidade total. Na queima das folhas tanto no pátio de descarte quanto nas fornalhas das caldeiras e nas grelhas dos fornos das cerâmicas há um grande volume de cinzas provenientes das folhas de eucalipto. Visando um maior aproveitamento desse material, esse trabalho propõe a incorporação da cinza das folhas de eucalipto em parcial na fabricação de blocos cerâmicos, com o objetivo de diminuir o impacto ambiental, além de ser uma nova opção de uso dessa matéria-prima. Foram coletadas amostras de argila e cinzas de folhas de eucalipto na cerâmica Marata em São João do Paraíso MG e encaminhadas ao Laboratório de Ensaios de Monte Carmelo (LEMC). A partir das análises realizadas no laboratório LEMC, foi possível perceber a viabilidade de uso das cinzas em quantidade parcial na fabricação de bloco cerâmico.

**Palavras chave:** Óleo. Cinza. Folhas.

## Abstract

**In the north of Minas Gerais, in São João do Paraíso, considered the national capital of eucalyptus oil, there is a large discard of leaves from eucalyptus oil production. Distilleries use part of the leaves in the burning for heating the oil distillation boiler and the ceramics of the region are using for burning the block. The burning of the leaves derived from the production of oil generates great environmental impact, because due to the large volume necessary to produce a small amount of oil there is not the correct disposal, so there is burning when the disposal site is at full capacity. In the burning of the leaves both in the disposal yard and in the boiler furnaces and grills of the ceramics kilns there is a large volume of ash from the eucalyptus leaves. Aiming at a better use of this material, this work proposes the incorporation of eucalyptus leaves ash in partial in the manufacture of ceramic blocks, in order to reduce the environmental impact, besides being a new option for use of this raw material. Samples of clay and ash of eucalyptus leaves were collected in the ceramic .Marata in São João do Paraíso MG and sent to the Testing Laboratory of Monte Carmelo (LEMC). From the analyses performed in the laboratory LEMC, it was possible to realize the feasibility of using the ash in partial quantity in the manufacture of ceramic block.**

**Keywords:** oil, Gray, leaves.

---

Graduando em Engenharia Civil. Faculdade Verde Norte , Favenorte, Mato Verde. E-mail:

<sup>1</sup> geremiasbandeira@outlook.com

<sup>2</sup> valtervrgmg@gmail.com

## **Introdução**

As indústrias nos últimos anos vêm sendo cada vez mais cobradas por conta da matéria prima utilizada para construções civis, preocupado com o impacto causado pela sua extração. Visando diminuir o impacto, as empresas estão buscando alternativas com relação a reciclagem de material, uma delas é incorporar resíduos industriais na obtenção de novos produtos, visando gerar economia e preservar o meio ambiente.

Segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS; ABRAF (2017), o eucalipto tem como seus principais usos: celulose, carvão vegetal para siderurgia, painéis de aglomerados de madeira e compensados, madeira serrada, lenha e biomassa como fontes de energia, óleos essenciais e postes e mourões.

A cerâmica vermelha ou estrutural, como conhecida, compreende os materiais cerâmicos formados por blocos de vedações e estruturais, tijolos, telhas, lajotas, manilhas, pisos rústicos e materiais ornamentais, Sua fabricação utiliza matérias-primas como argilas e siltes argilosos, com certo teor de impurezas. Possui boa durabilidade e resistência mecânica à compressão, baixo custo, o que torna um dos principais materiais utilizados na construção civil. (Lucena, 2007)

Buscando a economia as cerâmicas da região estão utilizando parte dessas folhas na queima de blocos cerâmicos, mesmo com a utilização das folhas nas caldeiras e nos fornos cerâmicos, ainda há um grande volume de folhas a ser descartadas pelas destilarias. Assim quando a área de descarte está com capacidade máxima é feita a queima das folhas gerando uma grande quantidade de cinzas.

A composição das cinzas é muito variada, pois, depende desde a qualidade da madeira até as condições operacionais da caldeira, mas é possível verificar características pozolânicas, o que explica a utilização de resíduos sólidos minerais na construção civil (Foelkel, 2011).

De acordo com Rossi, Monteiro e Vieira (2011) Com a queima da biomassa nas indústrias nesse processo se gera uma grande quantidade de cinza. Estas cinzas que são geradas no processo de combustão são constituídas por elevadas quantidades de sílica e de óxidos alcalinos e alcalinos - terroso. Esses resíduos podem ser utilizados na construção civil pois, eles já alguns anos já vem sendo alvo de grandes pesquisas para seu reaproveitamento tais como na indústria cimentícia na cerâmica dentre outros setores.

No norte de Minas Gerais, em São João do Paraíso, considerada capital nacional do óleo de eucalipto, há um grande descarte de folhas provenientes da produção do óleo de

eucalipto. As destilarias utilizam parte das folhas na queima para aquecimento da caldeira de destilação do óleo.

A queima das folhas derivadas da produção de óleo gera grande impacto ambiental, pois devido ao grande volume necessário pra se produzir pequena quantidade de óleo, faz com que não haja o descarte correto, havendo assim a queima quando o local de descarte está com capacidade total. Seria possível a utilização parcial de cinzas de folhas de eucalipto na produção de blocos cerâmicos?

A cinza das folhas de eucalipto incorporada na produção de blocos cerâmicos agrega algum benefício no produto final?

As cinzas são materiais ricos em pozolana, que é um material ligante e pode trazer benefício ao bloco cerâmico na sua resistência e ductilidade.

Visando um maior aproveitamento desse material, esse trabalho propõe a incorporação da cinza das folhas de eucalipto em parcial na fabricação de blocos cerâmicos, com o objetivo de diminuir o impacto ambiental além de ser uma nova opção de uso dessa matéria-prima.

Buscando transformar problemas ambientais em oportunidades econômicas, pois mesmo com o aproveitamento que já é feito, usando como fonte de calor nas caldeiras na produção de óleo, na queima dos fornos para fabricação de blocos cerâmicos e ainda como cobertura de solos pelos agricultores que buscam alternativas para corrigir ou impedir a degradação do solo e evitar erosão, ainda há um grande volume de folhas que sobram nas áreas de descarte. E assim quando esse local atinge sua capacidade máxima é necessária a queima para desocupar espaço para novo descarte.

Assim a utilização das cinzas em parcial na fabricação de bloco cerâmico é uma alternativa a mais de se minimizar o impacto ambiental causado na extração da argila utilizada na produção de blocos e no desmatamento que é feito para a implantação das florestas de eucalipto, que é utilizado na produção do óleo. Pois, quando é feita a extração da argila tem o impacto no solo que é escavado e as crateras que ficam após a extração, além da emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) que é lançado na atmosfera quando é feita a queima dos blocos nos fornos cerâmicos.

Na construção civil há uma grande demanda de matéria prima que causa grande impacto na sua produção, uma delas é a produção de blocos cerâmicos onde é grande a utilização da argila, faz com que na sua extração gere grande impacto ambiental.

Os processos realizados nas indústrias e agroindústrias têm como objetivo final a geração de um produto de interesse, mas para que isso ocorra não há como não gerar resíduos durante o processo (LIMA, 2008).

Ainda segundo Lima (2008); Existem vários estudos que visam identificar a viabilidade em transformar os resíduos gerados em fonte de matéria prima para novos produtos, contribuindo ainda com a “preservação do ambiente, redução de custos e do consumo de energia”

### **Objetivos**

Analisar o uso parcial da cinza de folha de eucalipto na fabricação de bloco cerâmico; identificar resistência do bloco com adição de 10%, 20% e 30% de cinza na argila e avaliar a permeabilidade do bloco.

### **Métodos**

Esse trabalho é do tipo pesquisa experimental, explicativa, teve objetivo de avaliar a utilização de cinza de folhas de eucalipto na fabricação de bloco cerâmico. Para execução do experimento, foram coletadas amostras de cinza em pontos diferentes nas áreas de descarte e coletado as argilas na área de produção na cerâmica Maranata no município de São João do Paraíso MG, as amostras foram confeccionadas de acordo a solicitação do laboratório de ensaios de Monte Carmelo, MG (LEMC).

No laboratório LEMC, foi feita a avaliação de viabilidade de uso na fabricação de bloco cerâmico, avaliação de resistência e permeabilidade do bloco. Após as análises foram obtidos resultados estão apresentados em quadros e fotos.

Foram separados 10 kg de argila para a primeira amostra e 1 kg de cinzas, na segunda amostra foi utilizado 10 kg de argila e 2 kg de cinza e na terceira amostra foi utilizado 10 kg de argila e 3 kg de cinza. Para o preparo das amostras foi utilizado uma balança de precisão, com variação de 1 g, sendo preparado 1 amostras de cada porcentagem, após a pesagem foi feita a mistura das cinzas com a argila, embaladas em sacolas plásticas e vedadas, conforme foto 1.

Foto 1- amostras separas e adicionadas de 10%,20% e 30 % de cinza de eucalipto

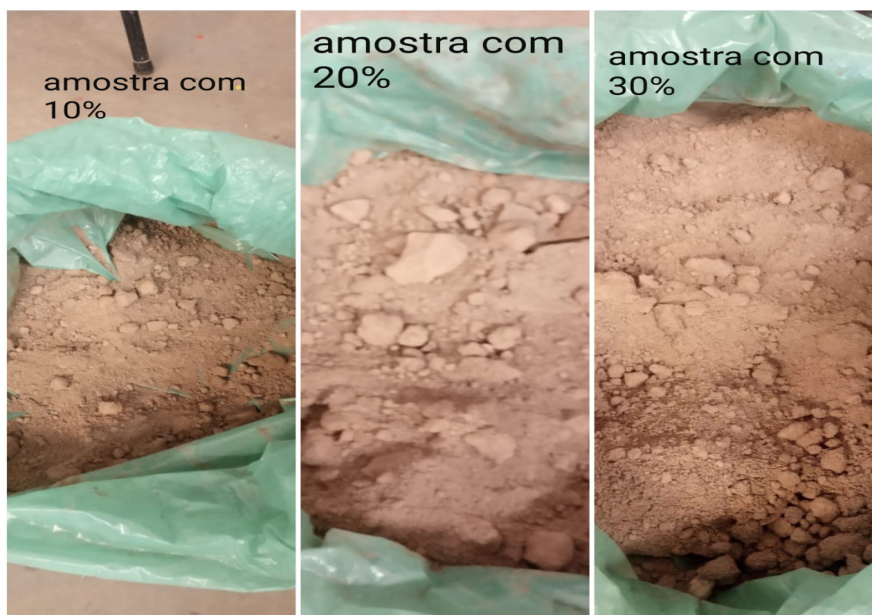


Foto 1 – autoria própria. 2021.

As amostras foram enviadas para o laboratório LEMC, e passaram pelo processo de laminação, esse processo é necessário para que haja diminuição na granulometria. A seguir imagem da máquina utilizada no processo de laminação.

Foto 2- máquina utilizada para processo de laminação



Foto- laboratório Lemc. 2021.



**FOTO 3** amostras após processo de laminação



Foto- laboratório Lemc. 2021.

Após o processo de laminação da argila o material foi para a máquina extrusora conhecida como maromba, que é responsável por dar o formato desejado ao produto. A extrusão ocorre durante a passagem da massa sob alta pressão. Máquina Ilustrada na imagem a seguir:

Imagem 1 – Maromba a vácuo de laboratório MVIG – 75 – Gelenski



Imagem-<https://www.gelenski.com.br/wp-content/uploads/Maromba-Laborat%C3%B3rio-MVIG-75-1.jpg> . 2021.

Após a fabricação, os corpos de prova foram levados para secagem e em seguida para queima em fornos de altas temperaturas. Logo serão apresentados resultados das análises feitas pelo laboratório LEMC, apresentados em imagens e quadros e tabelas.

Foto 4- amostras após secagem 110°C



Foto- laboratório Lemc.2021.

### Resultados e discussões:

Segundo Pascoal (2003) as resistências a tensão de ruptura a flexão de corpos de prova após secagem a 110°C, cujos valores limites para essa temperatura são de no mínimo 1,5 Mpa para tijolos maciços, 2,5 Mpa para tijolos furados e 3 Mpa para telhas, esses valores são utilizados para avaliar a adequação e confecção dessas peças.

No quadro 1 estão as características do corpos de prova após a secagem à 110° C.

Quadro 1- Amostras ensaios realizados com corpos por extrusão:

Amostras	Adição 10%	Adição 20%	Adição 30%%
Umidade de extrusão	26,17%	26,79%	25,51%
Contração linear	1,44%	1,43%	1,43%
Tensão de ruptura a flexão	19,53 kgf	16,08 kgf	16,84 kgf
Cor	Cinza	Cinza	Cinza

Fonte- elaborado pelos autores. 2021.

Na amostra com 10% de cinza de folhas de eucalipto a umidade de extrusão foi de 26,17% valor semelhante as outras amostras, sendo, a com 20% que obteve valor de 26,79% e com adição de 30% que obteve valor de 25,51% valores questão dentro do estabelecido pela NBR 15270 na qual, a umidade necessária é de 20 a 30 % por extrusão.

Para contração linear as amostras tiveram pouca variação com apenas 0,01%, sendo, a com 10% de adição cinza resultando 1,44%,já na amostra com 20% obteve 1,43%

igual a amostra com 30%, valores satisfatórios referente ao estabelecido pela norma que deve ser inferior a 3%.

Para a tensão de ruptura a flexão as amostras também tiveram valores satisfatórios de 19,53 Kgf para amostra com 10% de adição de cinza, 16,08 kgf para amostra com 20% e 16,84 kgf para amostra com 30%. Considerado que a amostra com 10% obteve valor mais satisfatório.

No quadro 2 estão os resultados após a queima em forno a 850° C e 950° C, com a adição de 10% após avaliação da perda ao fogo, contração linear, tensão de ruptura a flexão, absorção de água e coloração. O resultado pós queima a 850°C com adição de 10 % de cinzas de folhas de eucalipto foram de 8,9% para perda ao fogo, 2,28% para contração linear, 48,88 kgf de resistência a flexão, 18,91% de absorção de água e coloração salmão claro

Para a queima a 950°C os resultados foram: 9,26% de perda ao fogo, 5,5% de contração linear, 104,1 kgf de resistência a flexão, 13,35% de absorção de água e coloração laranja.

Segundo Santos, (1992) os valores mínimos para o módulo de ruptura a flexão após queima são de 2 Mpa, para tijolos maciços, 5,5 Mpa para tijolos furados e 6,5 Mpa para telhas.

Percebe-se que na queima a 950° C a amostra apresenta 104,10 kgf (10,21 Mpa) de tensão a ruptura valor satisfatório comparado com valores mínimos citados por Santos.

Nas amostras com 20 e 30 % de adição de cinza percebe que houve uma queda na tensão de ruptura a flexão com relação a amostra de 10%, mas com resultados que ainda se enquadram na norma, como mostra a tabela-1.

Quadro 2- amostra com 10 % - resultados após queima a 850°C e 950°C

(°C)	P.F. (%)	C.L. (%)	T.R.F.(Kgf)	AA (%)	COR
850°	8,90	2,28	48,88	18,91	Salmãoclaro
950°	9,26	5,50	104,10	13,35	laranja

Fonte- elaborado pelos autores. 2021.

Foto 5-Amostra 10% após a queima 850° C e 950° C



Foto: laboratório Lemc .2021.

Na amostra com 20 % de adição de cinza, a tensão de ruptura a flexão demonstra valor de 85,84 kgf sendo menor que a amostra com 10% quando se faz a queima a 950°C conforme quadro 3.

Quadro 3-amostra com 20%- resultados após queima a 850°C e 950°C

(°C)	P.F. (%)	C.L. (%)	T.R.F.(KGF)	AA(%)	COR
850°	8,75	2,31	58,50	17,25	Laranja
950°	9,19	4,48	85,84	11,12	Laranja

Fonte- elaborado pelos autores. 2021.

Foto 6- amostra 20% após a queima 850° C e 950° C



Foto- laboratório Lemc (2021)

Quadro 4 - Amostra 3 características cerâmicas dos corpos de prova da com 3 kg de cinzas:

(°C)	P.F.(%)	C.L.(%)	T.R.F.(KGF)	AA(%)	COR
850°	8,44	2,07	47,18	16,71	Salmao claro
950°	8,83	4,53	82,64	10,80	Laranja

Fonte- elaborado pelos autores. 2021.

Foto 7- amosta 30%, após a queima 850° C e 950° C



Foto- laboratório Lemc (2021)

#### **LEGENDA PARA O QUADRO 2,3 E 4:**

**PF-** Perda ao fogo (%) Perda de água, matéria orgânica que o corre a partir da peça seca.

**CL-** Contração linear (%) após queima Variação das dimensões após queima

**TRF-** (Mpa) Resistência a flexão do corpo de prova

**AA –** Absorção de água (%) Quando o produto consegue absorver de água após exposição na água fervente durante 2 horas.

Na amostra 1 com adição de 10% se obteve 48,88 kgf (4,79 Mpa ) quando faz a queima a 850° C e de 104,10 kgf (10,2018 Mpa) para a queima a 950° C ,resultados que se enquadra aos valores mínimos segundo santos (1992).

Na amostra 2 com a adição de 20% os resultados foram de 58,50 kgf a 850° C (5,733 Mpa) e a 950° C 85,84 kgf (8,41 Mpa), valores parecidos com a amostra 3 que deram resultados de 47,18 kgf a 850° C (4,62MPa) e a 82,64 kgf (8,09Mpa) a 950°C.

A absorção de água segundo a NBR 15270-2 estabelece que para blocos de alvenaria estrutural e blocos de alvenaria de vedação não deve ser menor que 8% e não deve ser maior que 22%, na amostra 1 a absorção de água com queima a 850° C ficou com 18,91% e após queima a 950° C ficou com 13,35% de absorção, dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma.

Na amostra 2 a absorção se água após a queima de 850° C foi de 17,25% e 11,12% a 950 ° C.

Na amostra 3 a absorção de água após a queima de 850°C foi de 16,70% e 10,80% após a queima de 950° C. Percebe se que quanto maior e adição de cinza mais permeável ele se torna.

## Conclusão

Os resultados obtidos após análise foram satisfatórios e ficou comprovado a viabilidade de uso da incorporação de cinzas de folhas de eucalipto na fabricação de bloco cerâmico. Na temperatura de 850°C e 950°C mostrou que os resultados ficaram dentro dos estabelecidos pela NBR 15270, que estabelece a resistência mínima de 2 Mpa, e os resultados obtidos nas amostras analisadas foram de 10,2 Mpa para a mostra de 10 %, 8,41 Mpa para amostra de 20% e 8,09 Mpa para a amostra der 30%. Demonstrando assim um valor de resistência acima do mínimo estipulado pela NBR 15270, sendo que a resistência de blocos mais encontrados no mercado é de 6 Mpa.

Esse trabalho serve de base para futuras pesquisas de viabilidade de uso na produção industrial.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15207: Componentes cerâmicos- blocos para alvenaria. Segunda Ed. 29 nov. 2017

FOELKEL, Celso. **Resíduos Sólidos Industriais do Processo de Fabricação de Celulose Kraft de Eucalipto: Resíduos Minerais.** Disponível em: < [http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT25\\_ResiduosMinerais.pdf](http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT25_ResiduosMinerais.pdf)>. Acesso em 09 fev. 2021.

LIMA, Sofia A. **Análise da Viabilidade do Uso de Cinzas Agroindustriais em Matrizes Cimentícias.** 2008. 160 f. Tese Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – universidade federal de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

LUCEMA, Maurilio, M. **Efeitos da Introdução de Resíduos Cinzas de Forno Cerâmicos em Massas Para Cerâmica Industrial.** Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/15556/1/MaurilioML.pdf> Acesso em: 10 nov. 2020.

ROSSI, D. P.; MONTEIRO, S. N.; VIEIRA, C. M. F. **Utilização de cinza de incineração de lenha e serragem em cerâmica vermelha.** Disponível em: [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/47/078/47078220.pdf?r=1](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/47/078/47078220.pdf?r=1&r=1) Acesso em: 10 nov. 2020.

PASCHOAL, José A. A. **Estudo de Parâmetros de Qualidade Para a Cerâmica Estrutural Vermelha.** 2003. 206 f. tese Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.