

**PRODUÇÃO DE TELHA SEM AMIANTO USANDO FIBRAS DE COCO VERDE E CINZAS DE CANA-DE-AÇÚCAR.**

Ana Paula dos Santos Rodrigues<sup>1</sup>; Daiene Lemes Pinto<sup>2</sup>, Fernanda Luiza Mendonça Oliveira<sup>3</sup>, Guilherme Vitor Batista Correia<sup>4</sup>, Wilson de Souza Benjamin<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Química, Universidade de Uberaba – UNIUBE, Uberaba-Brasil.

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Química, Universidade de Uberaba – UNIUBE, Uberaba-Brasil.

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Química, Universidade de Uberaba – UNIUBE, Uberaba-Brasil.

<sup>4</sup>Graduando em Engenharia Química, Universidade de Uberaba – UNIUBE, Uberaba-Brasil.

<sup>5</sup>Professor Pesquisador da Universidade de Uberaba – UNIUBE, Uberaba - Brasil.

(anapauladossantosrodrigues03@hotmail.com), (daiene.lemes@hotmail.com),  
(luizafemendonca@gmail.com), (g-vitoor@hotmail.com), (gestor.quimica@uniube.br)

**Resumo**

Embora apresente propriedades interessantes para a produção de telhas, como resistência, qualidade e durabilidade, o amianto pode ocasionar sérios problemas de saúde, como alguns tipos de câncer, por exemplo. Uma alternativa ao amianto é a utilização de fibras sintéticas, vegetais e cinzas. Pensando nisso, este trabalho realizou experimentos com fibras de coco verde e cinzas de cana de açúcar, com lama

abrasiva e cimento em diferentes proporções. Em seguida, realizou-se teste de absorção de água e de resistência, e os resultados comparados à telha de Eternit comercial, os valores obtidos foram satisfatórios, uma vez que, tanto a absorção de água quanto a resistência do material dos corpos de prova apresentaram dentro do limite permitido, logo é possível observar a viabilidade da substituição do amianto por fibras de coco

## 9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

verde e cinzas de cana de açúcar. Além disso, foi possível encontrar um meio de utilização para ambos os materiais, que não eram aproveitados e possuíam problemas de descarte.

**Palavras-chave:** Fibras, Amianto, Telhas.

### 1 Introdução

O fibrocimento é um material à base de cimento, com adições minerais e com fibras de reforço, distribuídas discretamente pela matriz. Em sua forma original era composto por cimento, amianto e água. Desde sua descoberta, estudos vêm sendo realizados para a melhoria de seus constituintes e propriedades. As empresas buscam produzir produtos de fibrocimento sem amianto que tenham qualidade e baixo custo. Principalmente em países em desenvolvimento, há uma necessidade de fibrocimentos de baixo custo com desempenho aceitável sob climas agressivos. (TONOLI, 2009).

O amianto apresenta alta resistência mecânica, incombustíveis, baixa condutividade térmica, boa capacidade de isolamento térmica e acústica, flexibilidade e baixo custo. Por isso é bastante usada nos dias de hoje, nos fibrocimentos. Cerca de 90% da produção mundial de fibras de amianto e cimento Portland destina-se à fabricação de produtos de fibrocimento, como: telhas onduladas, placas de revestimento, caixas de água e tubos (SACRAMENTO, 2007)

O problema maior das fibras de amianto é que, segundo MENDES (2010) são facilmente separáveis, geralmente invisíveis, sem odor, altamente aerodinâmicas, deslocando-se por grandes distâncias, permanecendo no meio ambiente por longo tempo. Porém a exposição ao amianto está associada a riscos à saúde que são amplamente

reconhecidos pela Organização Mundial da Saúde e de Trabalhadores, institutos de pesquisa e alguns governos aplicaram proibições sobre seu uso comercial.

Dessa forma, novas tecnologias de compósitos estão sendo pesquisados para substituir o uso de amianto. Segundo a Associação Brasileira de Indústria e Distribuidores de Produtos de Fibrocimento, várias fibras vegetais e sintéticas estão sendo experimentadas para esse fim.

O cimento, um dos constituintes do fibrocimento, tem a função de dar resistência e aumentar a velocidade de endurecimento. O mesmo é um aglomerante hidráulico, uma vez que possui a característica de unir outros materiais e reagir ao se misturar com água (ARQ,2013).

A fibra seja ela vegetal, sintética ou mesmo o amianto, tem a finalidade de reforçar a matriz frágil, aumentar a resistência à tração e ao impacto e a capacidade de absorção de energia (REDDY, 1997).

Com base nestas informações, este trabalho vem propor a substituição do amianto na composição de telhas de fibra de coco e também de cinzas de cana-de-açúcar.

## 2 Materiais e Métodos

### 2.1. Métodos de preparo das matérias primas.

Lodo primário do tratamento de efluente na indústria de celulose: As fibras de celulose foram secas em estufa, durante 25 minutos, e trituradas em um liquidificador por cerca de 30 minutos, em seguida, foi armazenado em um béquer.

## 9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

Lama abrasiva do mármore e granito: A lama abrasiva foi seca em estufa por 24 horas, há 100°C para posterior trituração em liquidificador, até uma obtenção de uma granulometria próxima à granulometria do cimento utilizado.

### 2.2. Produção da telha.

A produção das telhas foi feita com base na metodologia do trabalho de SAVASTANO (2000) e TONOLI (2006), com as adequações necessárias a realidade dos autores do projeto.

Para dar início a produção da telha, pesou-se o material de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de material utilizada na produção da telha.

Telha	Cimento (g)	Lama abrasiva (g)	Água (mL)	Fibra
1	98,8	31,9	49,4	Coco 10g
2	106,0	28,5	53,0	Coco 10g
3	106,0	28,5	53,0	Cinzas de cana 4,75g
4	95,0	47,5	47,5	Cinzas de cana 29,5g

Fonte: Acervo do autor.

Com esses dados, foi possível iniciar a pesagem dos materiais pré-preparados,

que foram acrescentados da seguinte forma: lama abrasiva, cimento, material substituto do amianto e água. A mistura foi feita manualmente com bastão de vidro até obtenção de uma massa homogênea.

Em seguida, utilizando um molde de telha, 110X150mm, untada com óleo de motor, com ajuda de um pincel, para facilitar a desenformação da telha produzida.

Após a produção, as telhas de fibrocimento seguiram para o processo de cura durante 28 dias, sendo que nos três primeiros dias as telhas permaneceram no molde em ambiente arejado, em seguida, foram desenformadas e ficaram por sete dias imersas em água e por mais 18 dias em ambiente externo e coberto para etapa final de cura.

### 2.3. Teste de absorção da água

As telhas foram submersas em água, à temperatura ambiente por 24 horas, para isso elas colocou-as em uma bandeja. Decorrido o tempo de repouso, as telhas foram pesadas e suas massas úmidas anotadas.

Em seguida, colocou as telhas na estufa à 105°C por mais 24 horas. As massas secas foram aferidas para que fosse possível calcular a porcentagem de absorção de água, utilizando a equação abaixo.

$$\% \text{ absorção de água} = \frac{M_{\text{úmida}} - M_{\text{seca}}}{M_{\text{seca}}} * 100$$

## 9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

### 2.4. Teste de resistência

A telha ficou 24 horas na estufa à temperatura de 105°C.

No dia seguinte em uma prensa hidráulica, para uniformizar a pressão, as telhas de prova foram colocadas em um recipiente de madeira e nas ondulações colocou-se areia, assim a área para aplicação da força será uniforme. Uma força foi aplicada na região central do corpo de prova.

Com intuito de amortecer o impacto e distribuir as forças igualmente na curvatura, em um recipiente quadrado de madeira, com tamanho suficiente para cobrir toda a telha, inseriu-se uma camada de areia, após inseriu-se a telha e em seguida a mesma foi coberta com mais areia.

Por fim, realizou-se os cálculos de resistência do material utilizando a seguinte equação:

$$resistênciamaterial = \frac{F}{A}$$

Onde:

F: é a força suportada (N)

A: é a área do corpo de prova (mm<sup>2</sup>)

E para o cálculo do módulo da resistência à flexão (MPa) utilizou-se a seguinte equação:

$$Módulodaresistênciáflexão(MPa) = \frac{3 * F * L}{2 * b * e^2}$$

Onde:

F: força de ruptura (N)

L: comprimento da telha (mm)

B: largura da telha (mm)

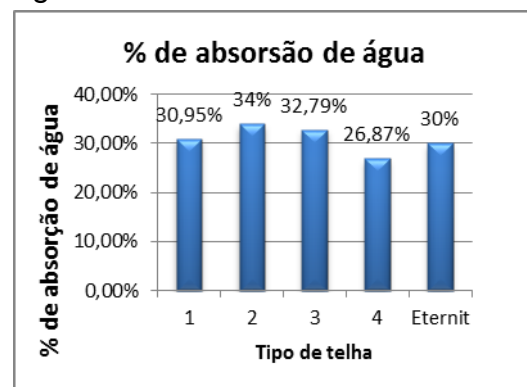
E: espessura da telha (mm)

### 3 Resultados

#### 3.1. Teste de absorção de água

Os resultados dos valores do teste de absorção de água foram representados no gráfico 1, para as telhas 1, 2, 3, e 4 e, para a telha Eternit, comparando os valores obtidos.

Gráfico 1 – Porcentagem de absorção de água.



Fonte: Acervo do autor.

#### 3.2. Teste de resistência

Como todas as telhas possuem comprimento (L) de 110 mm e largura (b) de 150mm, foi possível realizar os cálculos de carga de ruptura e do módulo de resistência à flexão (MPa). Além disso a telha 1 apresentou 7,25mm de espessura, a telha 3 apresentou 9mm de espessura e a telha 4 apresentou 8,5mm de espessura.

A telha 1 suportou uma força de 640KgF o que equivale à 6272N. Como as fibras de coco formam trama, isto é, o entrelaçamento entre as fibras o que ocasiona a melhor distribuição da força.

Ocorreu o rompimento transversal na cobertura (calha) e sobre a careca não houve rompimento.

A telha 3 suportou uma força de 640KgF o que equivale à 6272N.

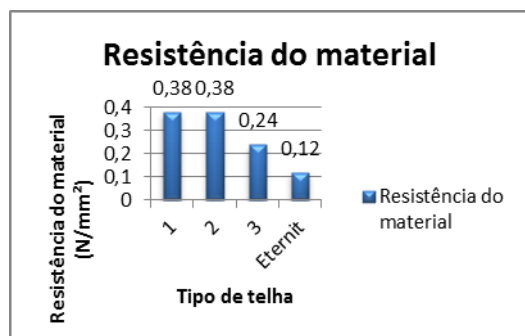
## 9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015

Ocorrendo rompimento de forma transversal e longitudinal, havendo rompimento na carea.

A telha 4 suportou uma força de 400KgF, o que equivale à 3920N. A ruptura deu-se, tanto na cobertura (calha) quanto na carea, de forma longitudinal.

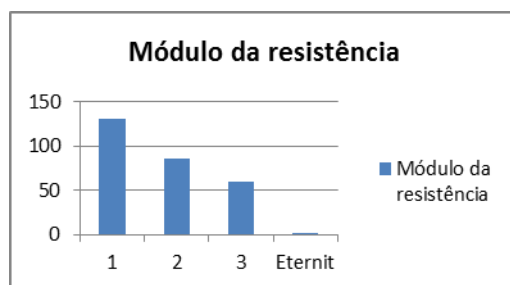
Os valores da resistência do material e do módulo da resistência à flexão foram dispostos nos gráficos 2 e 3, respectivamente, sendo que, o módulo de resistência à flexão para as telhas 1, 3 e 4 foram 131,26 MPa, 85,17 MPa e 59,68 MPa, respectivamente.

Gráfico 2 – Resistência do material



Fonte: Acervo do autor.

Gráfico 3 – Módulo de resistência



Fonte: Acervo do autor.

### 4 Discussão

De acordo com o limite estabelecido pela ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1993), para absorção de água, que telhas de fibrocimento sem amianto devem ter teor igual ou inferior a 37%. Dessa forma observa-se que todos os

corpos de prova atenderam às especificações, sendo que estes ficaram abaixo de 37%.

Todas as telhas tiveram uma resistência de material superior quando comparadas à telha comercial Eternit, portanto é possível considerar a boa qualidade dos possíveis substitutos do amianto.

### 5 Conclusão

Foi possível observar que a substituição do amianto pelas fibras de coco rendeu bons resultados tendo embasamento nos dados obtidos pelos testes que foram satisfatórios por enquadrar nas normas da ABNT, o mesmo pode-se dizer para a substituição por cinza de cana de açúcar.

Nos testes de resistência foi possível observar que os tipos de fibras distintas ocasionaram diferentes rompimentos nos corpos de prova, mesmo com as diferenças as telhas suportaram forças elevadas, tal fato deu-se, principalmente, pela formação de trama entre as fibras, o que ocasiona a melhor distribuição da força.

Já nos testes de absorção de água, segundo a ABNT, telhas de fibras vegetais devem ter porcentagem de absorção de água menor que 37%, todos os corpos de prova ficaram dentro do limite, o que representou um bom resultado.

Portanto, o presente trabalho atendeu às expectativas, uma vez que os resultados dos testes ficaram nos intervalos estipulados, sendo possível então à utilização de fibras de coco verde

**9º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 23 a 28 de novembro de 2015**

e cinzas de cana de açúcar como substitutos do amianto.

**6 Referências**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7581**. Telha ondulada de fibrocimento, Rio de Janeiro, 1993.

ARQ, Arquitetura e Urbanismo. **Classificação**. Disponível em: <<http://www.arq.ufsc.br/arq5661/Argamasas/Textos/classificacoes.html>>. Acesso em: 4 abr. 2013.

MENDES, R., 2010. **Asbesto (amianto) e doença: revisão de conhecimento científico e fundamentação para uma urgente mudança da política brasileira sobre a questão**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 17(1):7-29, jan-fev.

REDDY, J. N., Mechanics of Laminated Composite Plates: theory and analysis, **CRC Press, Inc.**, ISBN 0-8493-3101-3. 1997.

SACRAMENTO FILHO, A. L., 2007. **Boletim Informativo do Amianto**,

Departamento Nacional de Produção Mineral- DNPM, Ministério de Minas e Energia, Brasília.

SAVASTANO JUNIOR, H & SANTOS, S. F. dos, 2010. **Materiais a base de cimento reforçados com fibra vegetal: Reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo**. Tese, Departamento de Engenharia de Construção Civil. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

TONOLI, G. H. **Aspectos produtivos e análise de desempenho do fibrocimento sem amianto no desenvolvimento de tecnologia para telhas onduladas**. Dissertação, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

TONOLI, G. H. D. **Fibras curtas de Eucalipto para novas tecnologias em fibrocimento**. 2009.152 f. Dissertação (Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.