PRODUÇÃO DE TELHA DE FIBROCIMENTO SEM AMIANTO

Julcelly Dayara De Oliveira Henriques[1], Ryara Guiotto Rambalducci[1], Thaynara Coradini Pin[2], Verena Vieira Fhechiani[1], Flávia Pereira Puget[3].

[1]Bacharel em Engenharia Química nas Faculdades Integradas de Aracruz
[2]Graduanda em Engenharia Química nas Faculdades Integradas de Aracruz (thaynaraa.cp@gmail.com) Aracruz/Brasil
[3]Professora Doutora do Centro de Engenharia Química das Faculdades Integradas de Aracruz

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar a viabilidade técnica de fabricação de telhas onduladas de fibrocimento sem amianto, substituindo alguns dos constituintes primários do fibrocimento por lodo primário do tratamento de efluentes da indústria de celulose, lona vinílica e lama abrasiva. Foram confeccionadas telhas, com teores fixos de cimento (33%), lama abrasiva (11%) e água (45%), sendo variados apenas: a composição de fibras vegetais e sintéticas (0, 2, 9 e 11%). As telhas foram confeccionadas artesanalmente e colocadas à prova de qualidade por meio de ensaios de empenamento, permeabilidade, absorção de água e flexão. Para o teste de empenamento, os resultados mostram que as telhas com menores porcentagens de lona vinílica apresentaram valores dentro do limite permitido, ao contrário do teste de permeabilidade, no qual as telhas com melhores desempenhos foram as com maiores porcentagens de lona, respectivamente. Com relação aos ensaios de flexão e absorção de água, as telhas apresentaram valores inadequados quando comparados à referência. Assim, para o estudo em questão as telhas confeccionadas seguindo os padrões propostos não atenderam a todas as especificações exigidas para produção comercial.

PALAVRAS-CHAVE: Amianto, fibras, fibrocimento

PRODUCTION WITHOUT ASBESTOS FIBRE CEMENT TILE

ABSTRACT

This work aimed to investigate the technical feasibility of manufacturing of corrugated asbestos cement asbestos, replacing some of the primary constituents of cement for primary sludge from the effluent treatment in the pulp industry, vinyl canvas and abrasive slurry. Tiles were prepared with fixed amounts of cement (33%) abrasive slurry (11%) and water (45%) and varying only the composition of vegetable and synthetic fibers (0, 2, 9 and 11%). The tiles were made by hand and put to test quality by testing warping, permeability, water absorption and flexing. For warpage testing, the results show that the tiles with smaller percentages of vinyl canvas showed values within the allowable limit, unlike the permeability test, in which the tiles were the best performers with higher percentages of canvas, respectively. With respect to

flexion tests and water absorption, the tiles had inadequate when compared to the reference values. Therefore, for the study in question made the tiles following the proposed standards did not meet all the specifications required for commercial production.
KEYWORDS: Asbesto, fiber, cement

INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades com alto potencial de crescimento presente na base do desenvolvimento da infraestrutura do Brasil, apresentando uma extensa cadeia produtiva. Entretanto, esse segmento vem enfrentando desafios relacionados às questões ambientais, decorrentes da geração de resíduos e da extração de recursos naturais.

Amplamente utilizados na construção civil, os materiais cimentícios vêm superando este desafio ambiental com a substituição de seus principais componentes por materiais reaproveitáveis (ABREA, 2011). O fibrocimento é um exemplo desse tipo de material cimentício muito utilizado na produção de telhas e caixas d'água. Em sua forma original, este era composto por cimento, amianto e água. Desde a sua descoberta, estudos vêm sendo realizados para a melhoria dos seus constituintes e propriedades. Uma das melhorias foi a adição de fibras vegetais como reforço, que proporciona às matrizes cimentícias maior resistência ao impacto, causado por maior absorção de energia, além de um aumento na capacidade de isolamento termo acústico (AGOPYAN & SAVASTANO,1997; ARTIGAS, 2013; ETERNIT, 2013).

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).

No trabalho de MARTELLO et al. (2002) foi possível observar que ao substituir parcialmente o cimento por materiais com atividades pozolânicas há economia de energia e diminuição da poluição. Diversos materiais vêm sendo testados para substituírem parcialmente o cimento, podendo destacar KAWABATA (2008) que utilizou cinzas da casca de arroz; PAULA et al. (2009) que utilizaram cinzas do bagaço da cana-de-açúcar; GEYER (2001), GUMIERIE et al. (2004) e ROSSA (2009) que enfatizaram a utilização de escória de alto forno como melhora no desempenho final.

A fibra mineral amianto, outro componente do fibrocimento têm a finalidade de reforçar a matriz frágil, aumentar a resistência à tração e ao impacto e a capacidade de absorção de energia (REDDY, 1997). O amianto é uma fibra natural encontrada em 2/3 do solo e da água de todo o planeta, e que está presente com uma concentração de cerca de 10% em massa neste compósito cimentício. Apesar de ser o componente mais importante, o amianto apresenta-se como a problemática deste trabalho, pois este acarreta graves danos à saúde como: câncer e disfunção nas vias respiratórias, com incidência preocupante, sobretudo nos trabalhadores da indústria do fibrocimento e de construções civis, impulsionando a substituição do mesmo por agregados minerais, vegetais e poliméricos (NETO, et al., 2010; ARTIGAS, 2013).

Diversos materiais vêm sendo testados como alternativa ao uso de amianto. SAVASTANO (1992) utilizou fibras vegetais de coco, sisal, e malva; TONOLI (2006) fibras proveniente do refino da polpa Kraft de sisal em conjunto com fibras de

polipropileno; e TEIXEIRA (2010) utilizou a fibra do bagaço de cana-de-açúcar.

Com base nestas informações, este trabalho vem propor a substituição do amianto na composição de fibrocimento pela lona vinílica usada, que é constituída basicamente de cloreto de polivinila (PVC) e de fibra de poliéster e avaliar a substituição da fibra vegetal (polpa celulósica virgem), por lodo primário do tratamento de efluentes da indústria de celulose, pois este é rico em celulose como verificado por PELISSARI et al. (2012). Além disso, é proposto a valorização da lama abrasiva oriunda do beneficiamento das rochas ornamentais nos processos de corte e polimento, avaliando a substituição parcial do cimento por este material, uma vez que o mesmo é constituído de elevado teor de sílica e alumina (que possuem características pozolânicas).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi dividido na preparação das matérias-primas, na produção das telhas de fibrocimento sem amianto e na análise do desempenho físico e mecânico, avaliando a qualidade das telhas de fibrocimento. Os principais materiais empregados no trabalho foram rejeitos, selecionados segundo as tendências atuais de pesquisa e de reaproveitamento. A fibra de celulose oriunda do lodo primário do tratamento de efluentes da indústria de celulose, a lama abrasiva oriunda do rejeito do beneficiamento da indústria de mármore e granito, o cimento Portland CPIII e a lona vinílica formada a partir de fibras sintéticas de poliéster e de PVC.

Métodos de preparo das matérias primas

Lodo primário do tratamento de efluente da indústria de celulose: As fibras de celulose foram secas em estufa e trituradas em um moinho de facas (Adamo, modelo 340) até obtenção de uma granulometria entre 15 e 30 mm, em seguida, foi armazenado em recipiente seco e fechado.

Lona vinílica: A lona foi cortada em tamanhos 5x5 cm para uma desagregação em liquidificador industrial com a adição de 100g de lona vinílica e 1,5 litros de água. Após a mesma a lona foi seca em estufa e a água utilizada no processamento foi reutilizada em diversas bateladas de desagregação e por fim foi utilizada na preparação das telhas de fibrocimento.

Lama abrasiva do mármore e granito: A lama abrasiva foi seca em estufa por 24 horas, há 100ºCpara posterior trituração em moinho de facas (Adamo, modelo 340) até uma obtenção de uma granulometria próxima à granulometria do cimento utilizado.

Produção da telha

A produção das telhas foi feita com base no trabalho de SAVASTANO (2000) e TONOLI (2006) com adequações. As telhas apresentaram formato tipo onda pequena, com dimensões 200 mm x 200 mm e foram feitas em triplicata para cada ensaio. As composições das telhas e as cores usadas para suas identificações podem ser observadas na Tabela 1.

TABELA 1 – Composições das telhas de fibrocimento produzidas.

Cor de identificação	Cimento Portland (%)	Fibra de celulose (%)	Lona Vinílica (%)	Lama Abrasiva (%)	Água (%)
Amarelo	33	9	2	11	45
Preto	33	11	0	11	45
Azul	33	2	9	11	45
Verde	33	0	11	11	45

Ressalta-se que as composições de cimento, lama abrasiva e água foram mantidas constantes, de forma que se pudesse avaliar somente a influência das fibras vegetais e sintéticas no desempenho das telhas.

Os teores de fibra de celulose e de lona vinílica variaram de 0, 2, 9 e 11%, pois segundo SAVASTANO (2000), a adição de porcentagens próximas a 12% proporcionam ao produto final um melhor desempenho. Já a composição de lama abrasiva (11%) foi definida com base no trabalho de BARBOSA e COSTA (2012), que obtiveram resultados satisfatórios utilizando teores de lama abrasiva de 10% e de 20% em telhas de concreto.

O processo de produção das telhas iniciou-se com a pesagem do material pré-preparado (lama abrasiva, cimento, celulose, lona vinílica e água) e posterior mistura manual até a obtenção de uma massa homogênea. Para a fabricação da telha, foi utilizado como molde telhas de polipropileno (PP) untadas com óleo de motor queimado, para permitir uma melhor desenformação.

Após a confecção, as telhas de fibrocimento seguiram para o processo de cura com duração de 28 dias, sendo que nos três primeiros dias as telhas permaneceram no molde em ambiente arejado. Em seguida, as telhas foram desenformadas e ficaram por sete dias imersas em água e por mais 18 dias em ambiente externo e coberto para a etapa final de cura (Figura 1).

FIGURA 1 - Estrutura para processo de cura em ambiente externo e coberto.
Fonte: Acervo pessoal.

Ensaios físicos e mecânicos

Os ensaios físicos realizados foram os de absorção de água, permeabilidade e empenamento e o ensaio mecânico de flexão.

Absorção de água: Para este ensaio, utilizou-se a técnica de imersão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993) baseada em DIAS (2011), na qual os corpos de prova foram submersos em água, por 24 horas, à temperatura ambiente. Em seguida, pesou-se a massa úmida e a massa seca (após a secagem em estufa, a 105±5℃ por 24 horas).

Para determinação de absorção de água, utilizou-se a Equação 1:

$$Absorção\ de\ água\ (\%) = \frac{M_{úmida} - M_{seca}}{M_{seca}} x100 \quad (1)$$

Permeabilidade à água: Para este ensaio, foi utilizado um tubo de PVC com seção circular, reto, aberto nas extremidades, com diâmetro interno de 24,5 mm e altura suficiente para formar uma coluna d'água de 250 mm conforme sugerido por BARBOSA & COSTA (2012). O esquema do ensaio foi reproduzido na Figura 2. O mesmo foi mantido por 24 horas, em ambiente coberto e ventilado. Decorrido este tempo, a face inferior da telha foi observada para verificar se houve ou não vazamento, ou formação de gotas. Para aprovação no teste, não é aceito vazamento, ou formação de gota na face inferior do corpo de prova, após o final do teste.

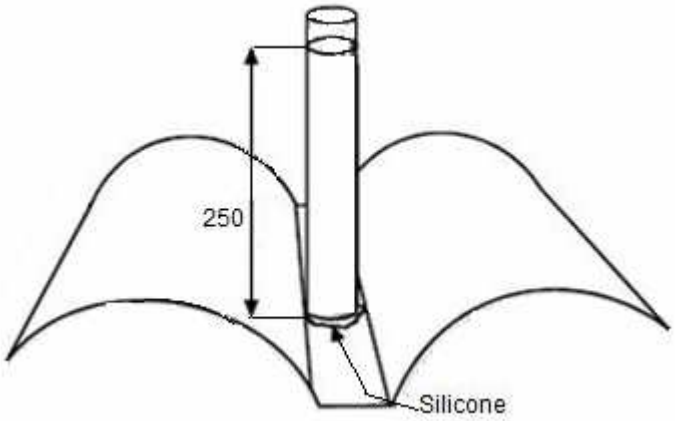

FIGURA 2 - Esquema do ensaio de permeabilidade.
Fonte: BARBOSA & COSTA, 2012, com adaptações.

Empenamento: No ensaio de empenamento, o corpo de prova foi apoiado em um plano horizontal e fixado em suas extremidade para posterior medição de 6 pontos de apoio do corpo de prova em relação ao plano (Figura 3). Para a execução do ensaio foi utilizado um pente de folga da marca Cocaco, com 20 lâminas de aço (0,05 a 1 mm). O empenamento foi obtido pela passagem do pente de folga entre o corpo de prova e os pontos de apoio.

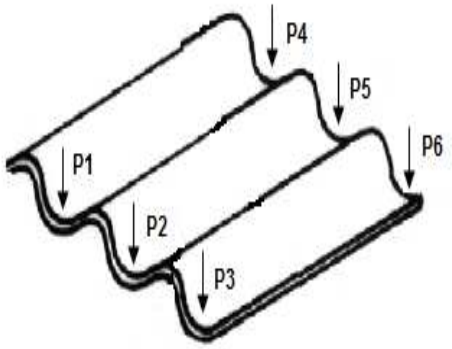

FIGURA 3 – Pontos de apoio do corpo de prova.
Fonte:ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993.

Resistência à flexão*:* O ensaio de flexão foi baseado no trabalho de ARAÚJO et al. (2008) em que determinaram a carga de ruptura e o módulo de resistência à flexão. Para a realização do teste, seguindo as orientações da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2005), o corpo de prova (200 mm de largura e 6 mm de espessura) foi acondicionado por imersão em água saturada com hidróxido de cálcio, durante 24 horas à temperatura média de 5˚C. Este ensaio foi realizado em uma prensa hidráulica (marca Marcon, modelo MPH-15), e foi necessária a utilização de dois apoios com 160 mm de distância, localizados nas extremidades da prensa com uma força sendo aplicada na região central dos corpos de prova (Figura 4). De acordo com a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2005), uma borracha de aproximadamente 10 mm de espessura, de comprimento e largura iguais aos do apoio foram colocadas entre todos os pontos de contato do corpo de prova com a prensa hidráulica para amortecimento do impacto.

FIGURA 4 - Esquema do ensaio de flexão.
Fonte: Acervo pessoal.

Para a determinação dos valores de carga de ruptura e módulo de resistência a flexão, foram utilizadas as Equações 2 e 3 respectivamente.

$$\text{Carga de Ruptura (N)} = \frac{FL}{b} \quad (2)$$

Onde:
F: força de ruptura (N);
L: distância entre as barras de apoio (mm) e;
b: a largura do corpo de prova (mm).

$$\text{Módulo de resistência à flexão (MPa)} = \frac{3FL}{2be^2} \quad (3)$$

Onde: e: espessura do corpo de prova (mm).

Como os ensaios realizados para determinar a força de ruptura não foram realizados conforme estabelece à ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2005), os resultados obtidos não podem ser comparados com os valores estabelecidos pela mesma. Dessa forma, para que pudéssemos ter uma ideia da qualidade das telhas produzidas, os resultados obtidos para as telhas produzidas foram comparados com os ensaios para a telha comercial da Eternit.

RESULTADOS

Ensaios físicos e mecânicos

Absorção de água: Na Figura 5, a telha de coloração preta apresentou um valor médio de 76,14% de umidade, seguida da telha amarela com 66,57%, telha azul com 64,21% e telha verde com 58,04%.

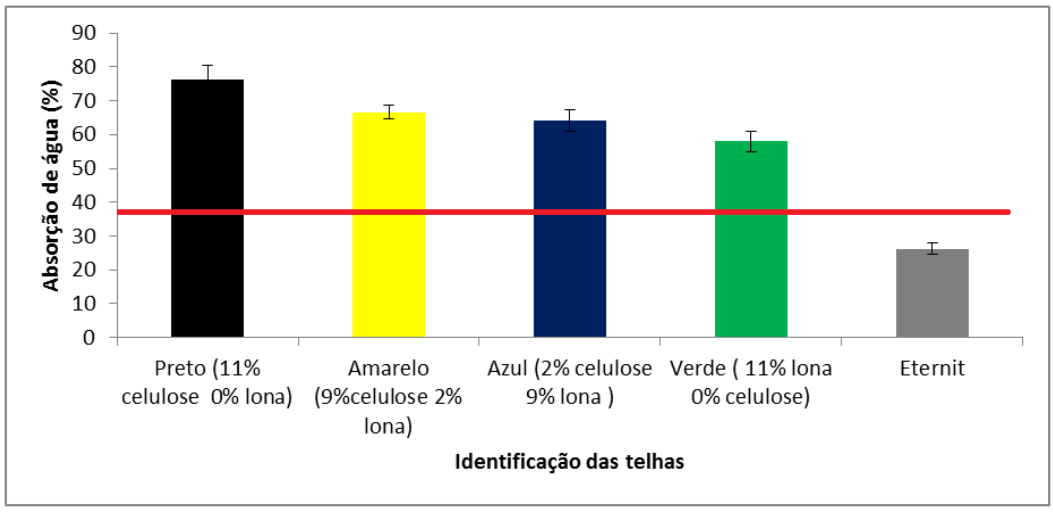

FIGURA 5 – Gráfico dos resultados do teste de absorção.

Como pode ser observado, as telhas com maiores teores de celulose foram as que mais absorveram água, esse resultado pode estar associado ao caráter hidrofílico da celulose, que aumenta a capacidade da telha de absorver e reter água.

O fato das telhas com maiores porcentagens de lona absorverem menos água, pode estar associado à característica de hidrofobicidade comum às fibras sintéticas. Observou-se experimentalmente que apesar de absorver água, a capacidade de reter a água absorvida é muito baixa. Isso explica o comportamento da telha verde, que apesar do teor de 0% de celulose, ainda apresentou alto teor de absorção de água.

De acordo com o limite estabelecido pela ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1993), que telhas de fibrocimento sem amianto devem ter teor igual ou inferior a 37%. Dessa forma observa-se que nenhum dos corpos de prova atenderam às especificações.

Empenamento

Esse teste é relevante devido a importância da avaliação do encaixe das telhas segundo SAVASTANO (2000) e BARBOSA & COSTA (2012), quando apoiado sobre um plano horizontal, o afastamento entre o corpo de prova e o plano não deve exceder a 3 mm. Na Tabela 6, pode-se observar que as médias de empenamento em cada um dos seis pontos se apresentou abaixo do limite de 3 mm, indicado assim um resultado satisfatório para todos os corpos de prova.

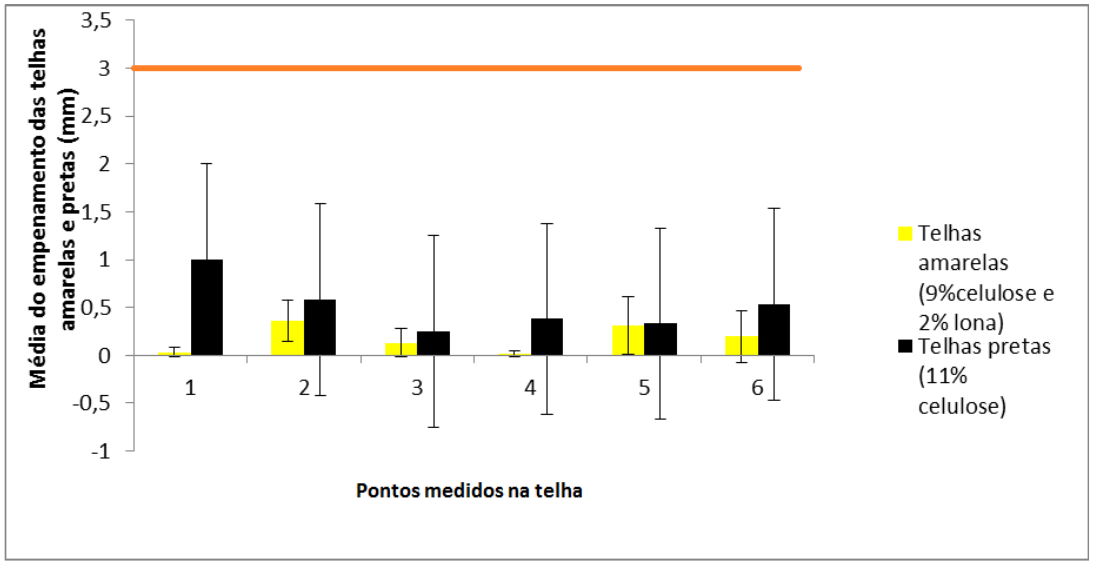

TABELA 6 - Gráfico da média do empenamento dos corpos de prova amarelo e preto.

Na Tabela 7, pode-se observar que ao considerar o desvio padrão as telhas azuis nos pontos 1 e 2 e as telhas verdes no ponto 6 apresentaram empenamento maior que 3 mm. Esse resultado não satisfatório pode estar relacionado com o método manual de fabricação das telhas.

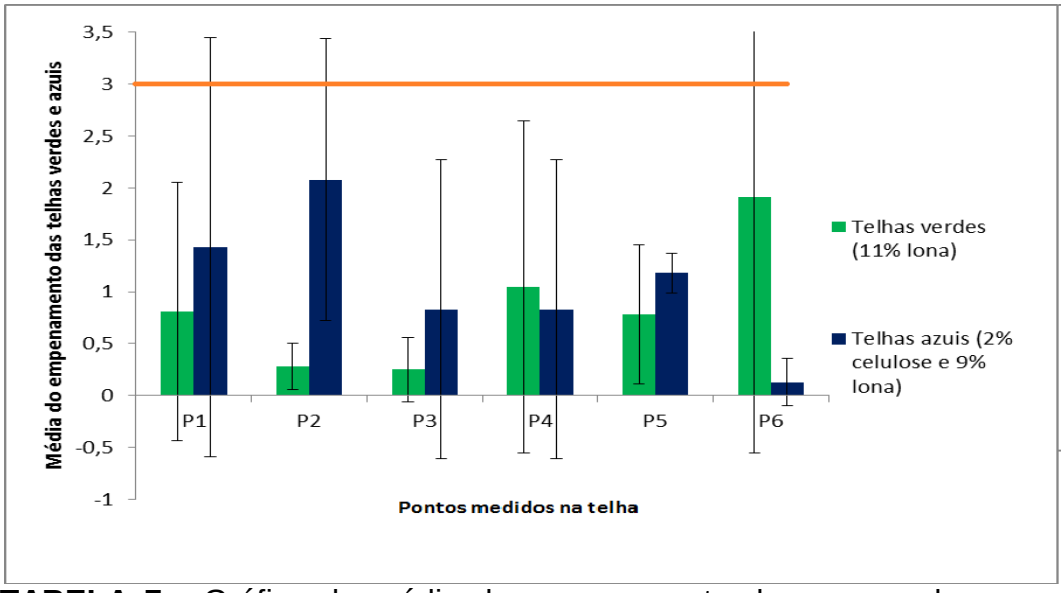

TABELA 7 - Gráfico da média do empenamento dos corpos de prova verde e azul.

Permeabilidade à Água: Os resultados obtidos após análise em triplicata estão apresentados no Quadro 1 Como podem ser observadas as amostras que apresentaram os melhores desempenhos foram as que possuíam maior teor de lona, sendo as de cor azul e verde. Este resultado pode estar associado à presença de PVC que pode ter funcionado como material impermeabilizante.Os corpos de prova que apresentaram os piores desempenhos foram os com maiores teores de celulose, sendo as de cor preto e amarelo as que apresentaram vazamentos e formação de gotas. Esse comportamento pode estar associado à característica hidrofílica da celulose, permitindo uma maior absorção de água e umidade pela telha.

QUADRO 1 – Verificação de vazamentos/gotas ou manchas.

Batelada	Preto	Amarelo	Azul	Verde
1°	Mancha	Gota/vazamento	Mancha	Mancha
2°	Gota/vazamento	Mancha	Mancha	Mancha
3°	Gota/vazamento	Mancha	Mancha	Mancha

Resistência à Flexão*:* Os resultados das cargas de ruptura, pode-se observar o Tabela 8.

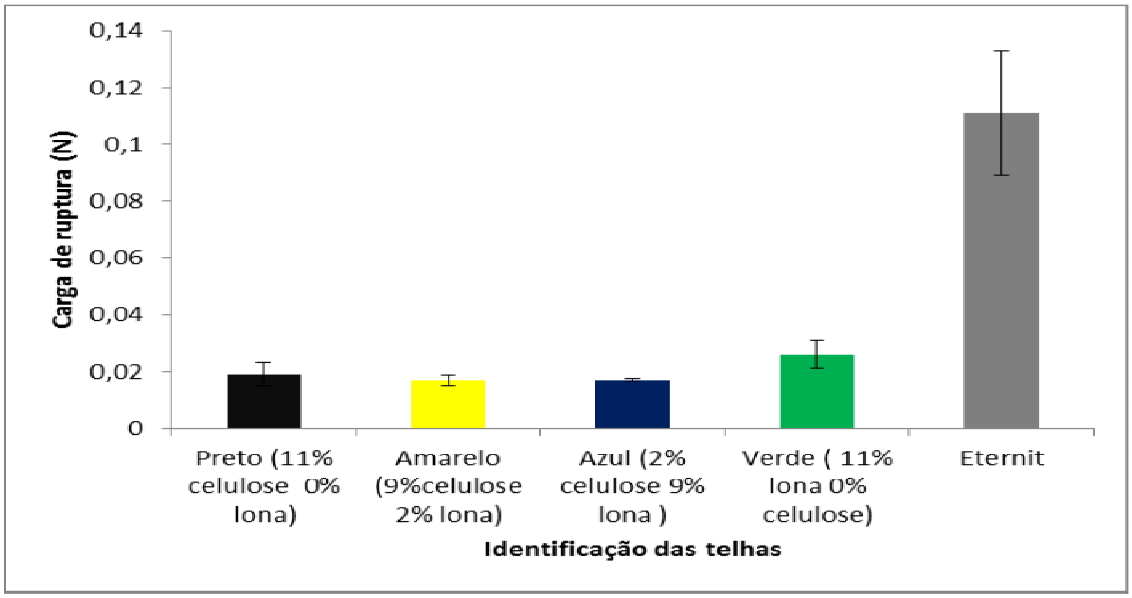

TABELA 8 - Gráfico da carga de ruptura.

As telhas de modo geral tiveram uma carga de ruptura bem inferior quando comparada com a telha comercial da Eternit. Este resultado pode estar associada à deformação das fibras de celulose e das micro-fraturas na parede celular desta que ocorreram na etapa de preparação da matéria-prima, em que tritura-se a celulose para padronização da sua granulometria. De acordo com SPADER (2009), outro componente que pode ter contribuído para a diminuição da carga de ruptura é o percentual de lama abrasiva, já que o referido material não apresenta plasticidade.

A Tabela 9 proporciona a visualização dos resultados do módulo de resistência a flexão, sendo possível comparar a resistência dos corpos de prova com as telhas comerciais da Eternit. Os valores encontrados foram bem inferiores ao do módulo de resistência da telha de fibrocimento fabricada pela Eternit. Este baixo desempenho pode estar associado à ausência de características plásticas na lama abrasiva, na celulose e na fibra de poliéster, além da existência de trincas superficiais e pela porosidade das telhas.

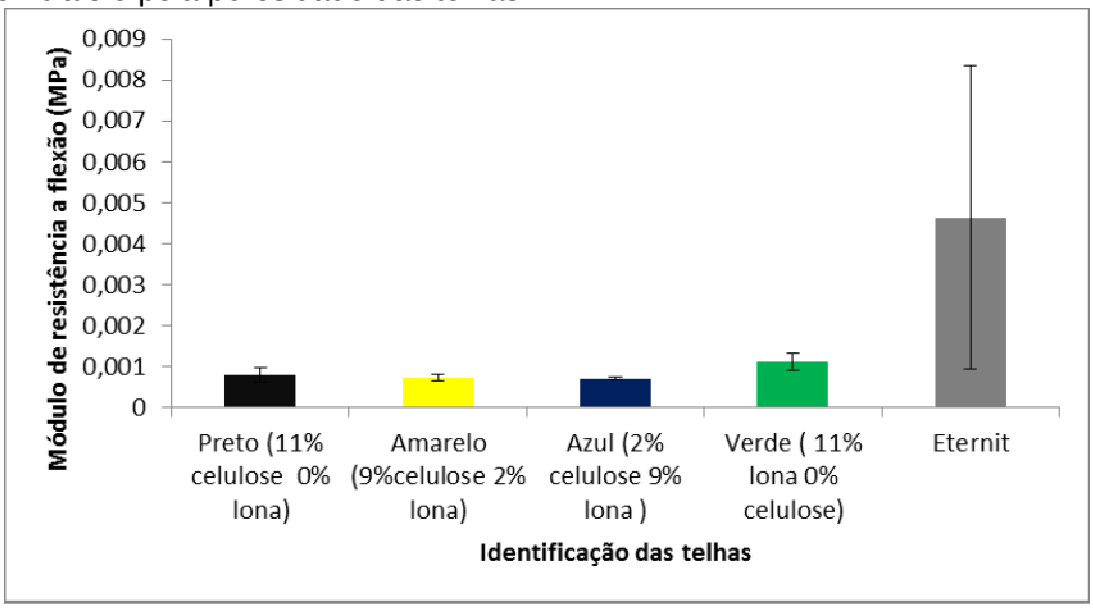

TABELA 9 - Gráfico do módulo de resistência à flexão.

CONCLUSÕES

Com base nos ensaios pode-se concluir que as telhas identificadas com as cores azul e verde apresentaram apenas manchas de umidade, o que está de acordo com BARBOSA & COSTA (2012). Este bom resultado, deve-se à característica impermeabilizante da lona vinílica, que é composta em sua maioria por fibra de poliéster e PVC que possuem pouca capacidade para absorver água.

No teste de empenamento, todas as telhas de cor preto e amarelo foram aprovadas, ficando abaixo do limite de afastamento de 3 mm, enquanto que as telhas de cor azul e verde excederam este limite.

No teste de absorção, as telhas de fibrocimento produzidas apresentaram teores superiores a 37%, ficando acima do aceitável para comercialização.

No teste de flexão, pode-se observar o módulo de resistência à flexão, e a carga de ruptura. A telha de cor verde com 11% de lona vinílica (maior concentração), foi a que apresentou melhor desempenho, com valores mais próximos aos da telha de referência da Eternit do que as demais composições.

As análises realizadas e os resultados obtidos neste trabalho mostram que, usando as composições estudadas, a produção de telhas onduladas de fibrocimento como uma alternativa de substituir o amianto pela lona vinílica e reaproveitar rejeitos (lama abrasiva e lodo primário da indústria de celulose) não permite alcançar todas as exigências da legislação para comercialização.

REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15210-2**, Telha ondulada de fibrocimento sem amianto e seus acessórios - parte 2: ensaio, Rio de Janeiro, 2005.

ABREA, **Associação Brasileira dos Expostos ao Amianto**, 2011. Disponível em: <(http://www.abrea.com.br/index.html)>. Acesso em: 9 maio 2013.

AGOPYAN, V.; SAVASTANO., H. Jr. **Uso de materiais alternativos à base de fibras vegetais na construção civil: Experiência Brasileira**. Seminário Ibero americano de materiais fibro reforçados. Universidad del Valle, Cali, Colômbia, 1997. P. 23-40. (Artículo 03).

ARQ, Arquitetura e Urbanismo. **Classificação.** Disponível em:<(http://www.arq.ufsc.br/arq5661/Argamassas/Textos/classificacoes.html)>. Acesso em: 24 junho 2013.

ARTIGAS, L. V., **Fibrocimento**. Materiais de construção III, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

BARBOSA, J. F.; COSTA, V. S. da. **Avaliação da utilização de lama abrasiva do beneficiamento de mármore e granito na confecção de telhas de concreto.**

Trabalho de Conclusão de Curso. Tecnologia em Saneamento Ambiental, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

DIAS, C. M. R., **Fibrocimentos com graduação funcional**. Tese, Engenharia de Construção Civil e Urbana – USP, São Paulo, 2011.

ETERNIT. Eternit S.A., 2013. **Eternit** 2013. Disponível em:<(http://www.eternit.com.br)>. Acesso em: 10 maio 2013.

GEYER, R. M. T. **Estudo sobre a potencialidade de uso das escórias de aciaria como adição ao concreto**. Tese, Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

GUMIERI, A. G.; DAÍ MOLIN, D. C. C.; VILELA, A. C. F. Utilização de escória de aciaria no processo linz-donawitz como adição de cimentos. **Revista ABM.** São Paulo, 2004. Vol.1 n°1, p. 69-4.

KAWABATA, C. J. **Aproveitamento de cinzas de queima de resíduos agroindustriais na produção de compósitos fibrosos e concreto leve para a construção rural.** Tese, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

MARTELLO, L. S.; CASADO, C. E. F.; SAVASTANO, H. Jr. **Cinzas de dejetos suínos como adição em produtos à base de cimento.** Seminário sobre poluentes aéreos e ruídos em instalações para produção de animais, 2002. p.102-109.

NETO, A. H. A.; GOMES, A. B. V.; SOUZA, A. M. M.; SOUZA, D. C. L.; SÁ, I. R.; LIMA, L. R. M.; LIMA, P. T. M. **Coberturas: Cobertura Fibrocimento**. Centro Universitário do Maranhão, São Luís, 2010.

PAULA, M. O.; TINÔCO, I. F. F.; RODRIGUES, C. S.; SILVA, E. N.; SOUZA, C. F. Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009. Vol.13, n.3, p.353–357.

PELISSARI, D. C., AMARAL, D. F., ESTEVES, R. S., **Avaliação da viabilidade técnica da incorporação do lodo primário da indústria de celulose na composição de briquetes**. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro de Engenharia Química, FAACZ, 2012.

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

ROSSA, J. J. **Adição de escória de alto forno em argamassa colante tipo AC-I.** Dissertação, Engenharia e Ciência dos Materiais. Setor de Tecnologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SAVASTANO, H. Jr. **Zona de transição entre fibras e pasta de cimento Portland: Caracterização e inter-relação com as propriedades mecânicas do compósito**. Tese, Engenharia de Construção Civil e Urbana. Universidade de São Paulo, São Paulo,1992.

SAVASTANO, H. Jr., **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.

SPADER, R. Z. **Introdução de novos materiais em massas de telhas cerâmicas**. Curso de tecnologia em Cerâmica. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

TEIXEIRA, R. S. **Utilização de resíduos sucro-alcooleiros na fabricação de fibrocimento pelo processo de extrusão.** Dissertação, Ciências e Engenharia de Materiais. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

TONOLI, G. H. D., **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.