

# AValiação DO TRATAMENTO DE FIBRA NATURAL DE ABACAXI PARA UTILIZAÇÃO EM COMPÓSITOS DE MATRIZ CIMENTÍCEA\*

Afonso Rangel Garcez Azevedo<sup>1</sup>  
Juliana Pessanha Reis<sup>2</sup>  
Markssuel Teixeira Marvila<sup>3</sup>  
Euzébio Bernabé Zanelato<sup>4</sup>  
Lucio Petrucci<sup>5</sup>  
Jonas Alexandre<sup>6</sup>  
Sergio Neves Monteiro<sup>7</sup>  
Daiane Cecchin<sup>8</sup>  
Thuany Espírito Santo Lima<sup>9</sup>

## Resumo

A utilização de compósitos cimentícios é amplamente realizada em pesquisas científicas. Nesse contexto o objetivo desse trabalho foi avaliar duas formas de tratamento de fibras de abacaxi para utilização desse material como reforço de argamassas. Foram realizados tratamentos com solução de 10% de NaOH em temperatura ambiente e em temperatura de ebulição. Além disso foram confeccionados corpos de prova contendo fibras tratadas pelas duas metodologias, sendo ensaiados a densidade do estado endurecido, resistência à tração na flexão e resistência à compressão. Os resultados comprovam que a técnica de tratamento térmico proposto é efetiva, ao passo que a técnica com tratamento em temperatura ambiente não é recomendada.

**Palavras-chave:** Argamassas; Fibra de abacaxi; Compósitos.

## EVALUATION OF PINEAPPLE NATURAL FIBER TREATMENT FOR USE IN CEMENT COMPOSITES

### Abstract

The use of cementitious composites is widely carried out in scientific research. In this context the objective of this work was to evaluate two forms of pineapple fiber treatment for the use of this material as reinforcement of mortars. Treatments were performed with 10% NaOH solution at room temperature and at boiling temperature. In addition, specimens containing fibers treated by the two methodologies were made. The density of the hardened state, flexural tensile strength and compressive strength were tested. The results confirm that the proposed thermal treatment technique is effective, whereas the technique with treatment at room temperature is not recommended.

**Keywords:** Mortars; Pineapple fiber; Composites.

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia Civil, Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup> Estudante de Engenharia Civil, LECIV, Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia Civil, Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

<sup>4</sup> Doutorando em Engenharia Civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

<sup>5</sup> Doutor em Engenharia dos Materiais, Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

<sup>6</sup> Doutor em Ciências de Engenharia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

<sup>7</sup> Doutor em Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade da Flórida, Gainesville, Flórida, Estados Unidos.

<sup>8</sup> Doutora em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brazil.

<sup>9</sup> Mestre em Engenharia Civil, Universidade Candido Mendes, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

Compósitos são materiais multifásicos feitos artificialmente, apresentando fases distintas quimicamente, separados por uma interface [1]. Combinam materiais com propriedades diferentes, criando um material com propriedades distintas, através do princípio da ação combinada [2]. A grande maioria dos materiais compósitos é constituída de duas fases: a matriz, que é contínua e envolve a outra fase, e a fase dispersa que fica espalhada dentro da matriz [3]. Uma forma de classificar os compósitos, inclusive, é em decorrência de como a fase dispersa está presente na matriz. Sendo assim, o compósito pode ser reforçado por partículas, grandes ou por dispersão, ou reforçado por fibras, contínuas e alinhadas ou descontínuas e curtas, que podem ser dispostas de maneira alinhada ou orientada aleatoriamente [4].

A matriz que compõe o compósito, por sua vez, pode ser classificada conforme a classe de materiais de onde ela provém. Dessa forma as classificações possíveis são matriz polimérica, cerâmica ou metálica [5]. Os materiais cimentícios classificam-se na classe dos cerâmicos, porém são usualmente separadas numa classe distinta em função de sua importância na engenharia.

A utilização de fibras em matrizes cimentícias é amplamente pesquisada, conforme alguns trabalhos destacados a seguir:

- Amaral et al. (2012) [6] realizou o estudo do efeito do tratamento térmico a 300°C na conectividade da estrutura de poros de argamassas de cimento reforçadas com fibra de polipropileno, realizando a comparação com argamassas sem as fibras e com fibras sem tratamento térmico. Os autores concluíram que o tratamento térmico e o uso de fibras incrementam consideravelmente a resistência à compressão e reduz a fragilidade que o material possui.

- Santos et al. (2017) [7] estudou o uso de agregado miúdo reciclado em matrizes cimentícias para compósitos reforçados com fibra de sisal, um tipo de fibra natural, obtendo resultados satisfatórios. Os autores utilizaram como traço base as composições estudadas por Toledo Filho (1999) [8], em que foi comprovada a possibilidade do uso de fibras de sisal em argamassa.

- Ferrari e Hanai (2011) [9] avaliaram a influência de fibras de aço no comportamento estrutural de vigotas de concreto, construindo modelos de tamanho reduzido com comprimento total de 60 cm, e ensaiando a flexão em 3 pontos. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que além de aumentar a resistência do material, a utilização das fibras de aço ductilizaram a ruptura dele.

- Silva et al. (2014) [10] avaliaram a resistência à compressão de argamassas a base de cimento com adição de fibra de coco de diferentes tamanhos. Os autores concluíram que a fibra de coco não é indicada para utilização em compósitos cimentícios, uma vez que o material provocou redução da resistência mecânica da argamassa.

- Santana et al. (2018) [11] realizou a caracterização de argamassas leves com agregado de EVA, utilizando reforço de fibras de piaçava. Os autores validaram o uso da fibra como reforço, uma vez que o material provocou aumento da resistência mecânica das argamassas.

Nesse contexto o objetivo desse trabalho é realizar o estudo de um compósito, produzido com matriz cimentícia tipo argamassa, reforçado com fibras descontínuas e curtas, orientadas aleatoriamente, proveniente da coroa do abacaxi. Essas fibras naturais já foram estudadas anteriormente em matriz cimentícia pelos autores desse trabalho [12], onde verificou-se que a fibra sem tratamento, em seu estado natural, é impossível de ser utilizada em argamassas uma vez que o açúcar presente na

composição da fibra atua como inibidor das reações de hidratação, o que impede que o cimento da matriz reaja, fazendo com que a argamassa demore muitos dias para endurecer. Conclui-se, dessa forma, que a utilização da fibra em seu estado natural seria inviável. Portanto, o objetivo desse trabalho foi verificar duas formas de tratamento diferentes, um tratamento a temperatura ambiente e outro com aquecimento das fibras em temperatura de ebulição, para utilização desse tipo de fibra em compósitos de matriz cimentícia.

## 2 METODOLOGIA

Para avaliação da possibilidade da utilização de fibra natural de abacaxi inicialmente foi realizado a extração do material, da coroa do abacaxi. O procedimento seguinte foi secar as coroas em estufas na temperatura de 100°C por 3 horas. Após esse tempo a coroa foi particulada através de liquidificação, utilizando um aparelho com 1000 W de potência. As fibras curtas foram novamente aquecidas a 100°C em estufa durante mais 12 horas, para retirada da água restante proveniente do procedimento de liquidificação.

Transcorrido esse tempo as fibras foram tratadas seguindo dois procedimentos: no primeiro o material foi misturado numa solução de NaOH com concentração de 10%, utilizando a proporção de 1:10 (fibra: solução), em temperatura ambiente por 2 horas. O segundo procedimento é bastante similar ao primeiro, porém a solução é aquecida a temperatura de ebulição, sendo os demais parâmetros mantidos em relação ao primeiro procedimento. Os dados do tratamento destacado foram extraídos do trabalho de Jaramillo et al. (2016) [13], em que os autores utilizaram fibras de abacaxi em compósitos de matriz polimérica.

Foi realizado a análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV) com as fibras tratadas termicamente a fim de verificar a efetividade do tratamento promovido.

Foram confeccionadas argamassas na proporção 1:3:0,025 (cimento: areia: fibra de abacaxi), com teor de água/cimento fixado em 0,67, utilizando os dois padrões de fibras estudados nesse trabalho. Esse teor água/cimento foi utilizado em todas as composições e foi obtido após análise bibliográfica [6,8,12].

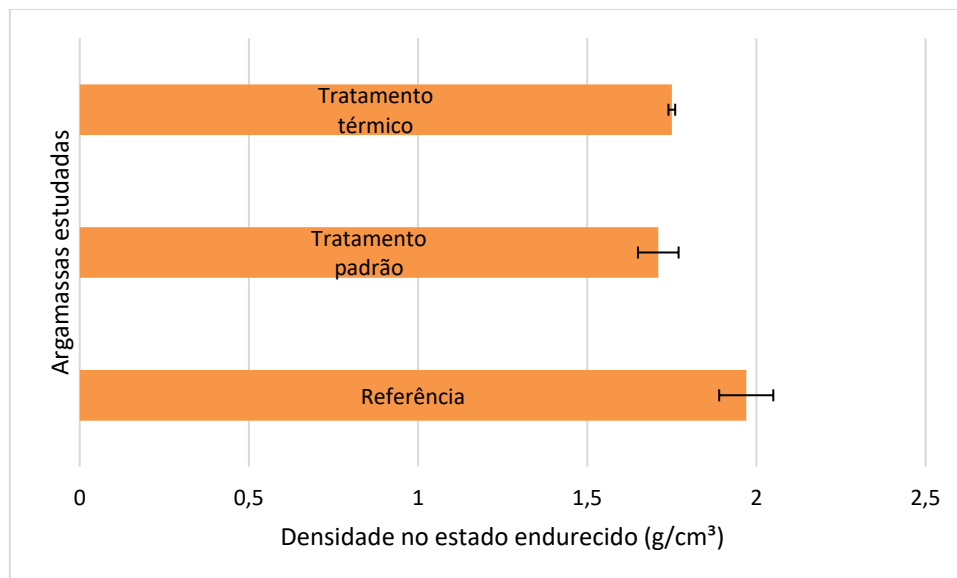
As argamassas foram produzidas em corpos de prova prismáticos 40x40x160mm, conforme procedimento da ABNT NBR 13279 [14]. Foi utilizado o tempo de cura de 28 dias a temperatura ambiente de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ . Para cada proporção foram confeccionados três corpos de prova.

Após o tempo de cura os corpos de prova foram pesados e medidos para obtenção da densidade de massa no estado endurecido, conforme ABNT NBR 13280 [15]. Na sequência os corpos de prova foram ensaiados a tração na flexão e a compressão, conforme metodologia da ABNT NBR 13279 [14]. Foi utilizado uma máquina universal de ensaios EMIC com cédula de carga tipo S de 30kN de capacidade para realizar os ensaios mecânicos.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados de densidade no estado endurecido obtido para os compósitos avaliados com os dois padrões de fibras utilizadas: as fibras tratadas a temperatura ambiente e as fibras tratadas termicamente. Na figura também são apresentados os valores de densidade obtidos para a argamassa de referência sem a incorporação das fibras. É possível notar que as argamassas que utilizam fibra apresentam redução considerável de densidade, o que é muito importante do ponto de vista estrutural, uma vez que argamassas com menores densidades provocam

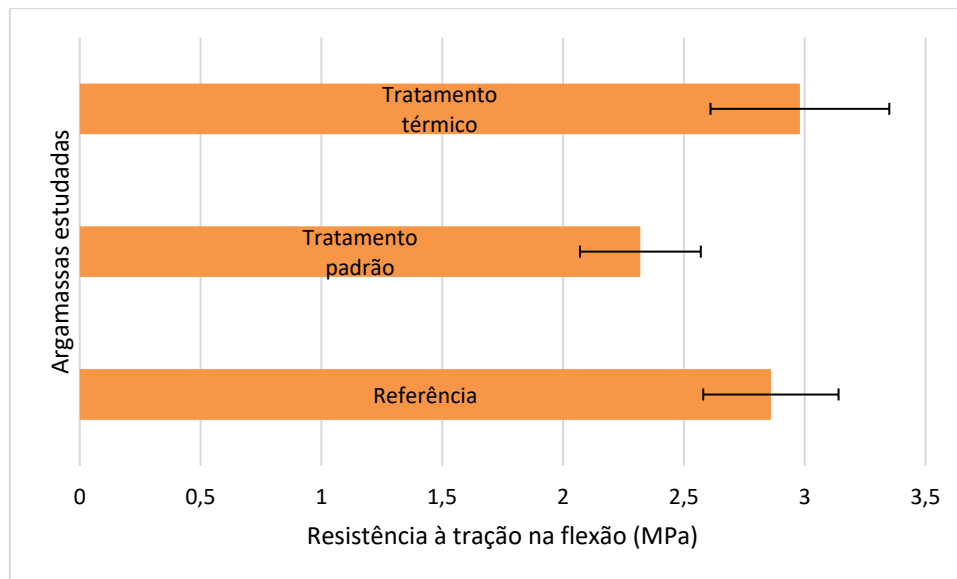
menores cargas de peso próprio. A redução destacada foi em torno de 15%, valores muito consideráveis. Além disso, destaca-se que não houve diferença estatística para os tratamentos propostos nas metodologias um e dois, isto é, em termos de densidade no estado endurecido, as duas formas de tratamento apresentam valores equivalentes.



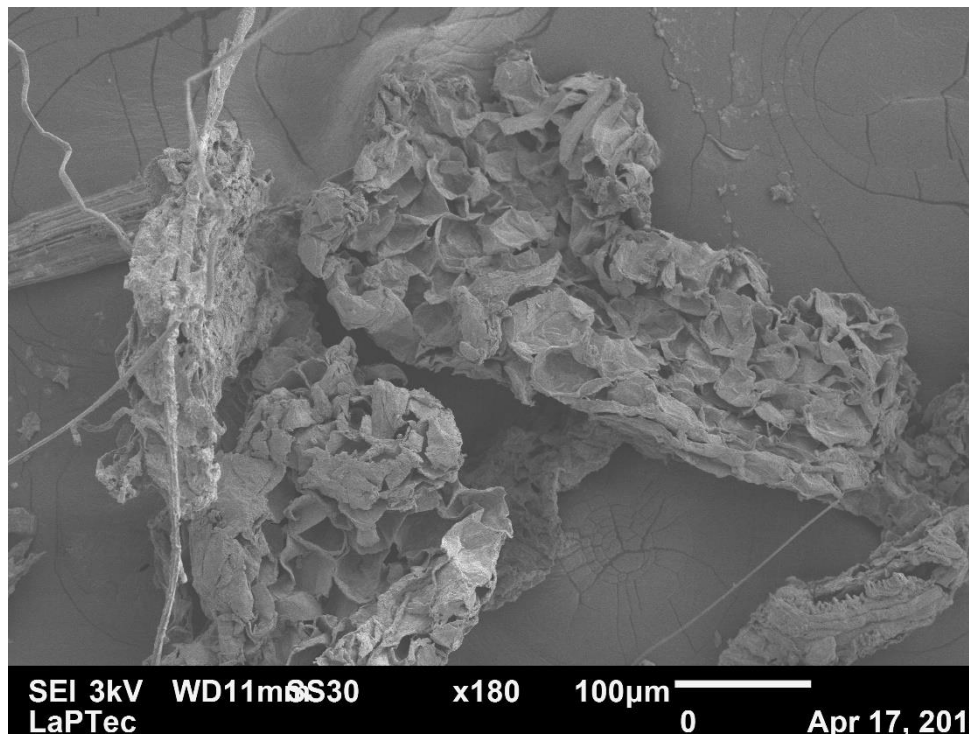
**Figura 1.** Densidade no estado endurecido das argamassas avaliadas.

A Figura 2 apresenta os resultados de resistência à tração na flexão para as argamassas estudadas. Verifica-se que o tratamento padrão promove redução da resistência à tração na flexão das argamassas, quando comparado aos valores da argamassa de referência. O tratamento térmico, porém, é efetivo uma vez que mantém estatisticamente a resistência das argamassas quando comparadas ao valor da argamassa de referência.

Destaca-se que na execução do ensaio verificou-se que após a ruptura, as argamassas de referência apresentavam ruptura abrupta, ocorrendo a separação do corpo de prova em duas partes. Já no ensaio das argamassas com fibras tratadas termicamente esse fato não aconteceu, uma vez que os corpos de prova, mesmo após a ruptura, mantinham sua integridade física, sendo necessária uma carga adicional para separar as amostras em duas partes. Isso ilustra que a incorporação das fibras tratadas termicamente promoveu uma ductilização da seção. Esse fato pode ser atribuído a ponte de transferência de esforços promovida pelas fibras de abacaxi, que ao serem tratadas termicamente aumentam sua área superficial, conforme ilustrado na Figura 3.

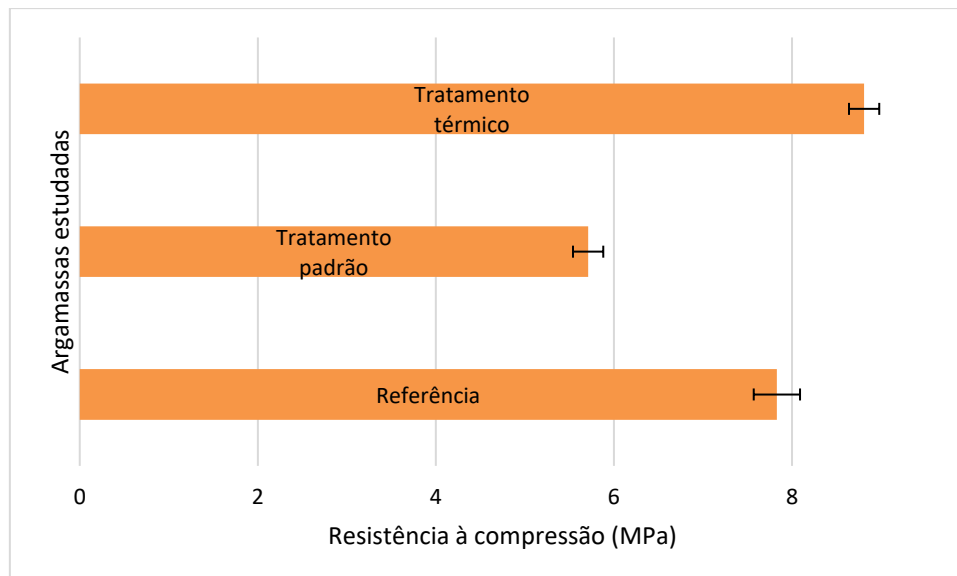


**Figura 2.** Resistência à tração na flexão das argamassas avaliadas.



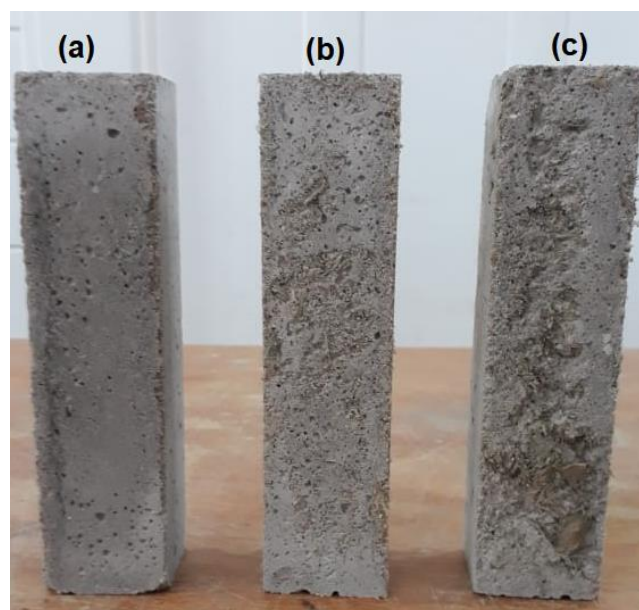
**Figura 3.** Microscopia eletrônica de varredura das fibras de abacaxi tratadas termicamente.

A Figura 4 apresenta os resultados de resistência à compressão para as argamassas avaliadas nesse estudo. Verifica-se que o tratamento padrão não provocou melhorias na resistência à compressão das argamassas quando comparadas a composição de referência. Por outro lado, as argamassas com fibras tratadas termicamente apresentam melhorias nas propriedades de compressão. Os valores de resistência à compressão aumentam de 7,83 MPa para 8,81 MPa, aumento de 12,5%. Esses valores comprovam novamente que o tratamento térmico é mais efetivo do que o tratamento em temperatura ambiente, uma vez que promove aumento da superfície específica da fibra de abacaxi.



**Figura 4.** Resistência à compressão das argamassas avaliadas.

Por fim, a Figura 5 apresenta os corpos de prova das três composições avaliadas após o procedimento de desmoldagem. Observa-se que os corpos de prova confeccionados com fibra tratadas na temperatura ambiente apresentam problemas em sua composição após a desmoldagem, sendo esse padrão não obtido para as argamassas com fibra tratada termicamente. Isso pode ser atribuído a maior adesão que as fibras térmicas apresentam com a matriz cimentícia.



**Figura 5.** Corpos de prova após procedimento de desmoldagem: (a) referência; (b) tratamento térmico; e (c) tratamento a temperatura ambiente.

## 4 CONCLUSÃO

Compósitos de matriz cimentícia com a incorporação de fibras naturais de abacaxi mostram-se adequadas para utilização como argamassas, desde que o processo de tratamento das fibras seja realizado de maneira correta.

Através de resultados anteriores, verificou-se que a utilização de fibras de abacaxi sem tratamento, em seu estado natural, era inviável uma vez que o material contém

açúcar em sua composição, o que retarda as reações de hidratação do cimento, impedindo que o material ganhe resistência.

Em relação ao processo de tratamento das fibras, duas possibilidades foram avaliadas, um tratamento com solução de 10% de NaOH a temperatura ambiente e outro utilizando a mesma solução, porém na temperatura de ebulição.

Verificou-se que a utilização de fibras tratadas reduz a densidade das argamassas em valores significativos, em torno de 15%, e que as duas técnicas de tratamento das fibras provoca efeitos diferentes no que diz respeito as propriedades de resistência: enquanto as fibras tratadas em temperatura ambiente reduzem os parâmetros de resistência, as fibras com tratamento térmico aumentam significativamente, ou ao menos mantém, os valores avaliados. Isso indica que o tratamento térmico proposto, além de retirar o açúcar da composição das fibras, possibilita um aumento da superfície das fibras que conseguem, portanto, criar zonas de micro-ancoragens e pontes de transmissão de esforços, provocando aumento da resistência avaliada. Logo é possível concluir que o mais indicado e efetivo é o tratamento com fibras em temperatura de ebulição.

## REFERÊNCIAS

- 1 Piotr Lacki, Przemysław Kasza, Konrad Adamus, Optimization of composite dowels shape in steel-concrete composite floor. *Composite Structures*. Volume 222, 2019, 110902.
- 2 S. T. Mileiko, High temperature molybdenum matrix composites. *Ceramics International*. Volume 45, Issue 7, Part B, May 2019, Pages 9439-9443
- 3 Li-min Tian, Yue-feng Kou, Ji-ping Hao. Axial compressive behaviour of sprayed composite mortar–original bamboo composite columns. *Construction and Building Materials*. Volume 215, 10 August 2019, Pages 726-736
- 4 William D. Callister Jr. *Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução*. LTC Editora. 5ª Edição, 2002.
- 5 H. E. Dève. Importance of materials in composite conductors. *Electric Power Systems Research*. Volume 172, July 2019, Pages 290-295.
- 6 E. C. Amaral, R. A. Botelho, F. S. Lameiras, S. C. Reis, E. Tolentino. O efeito do tratamento térmico a 300 °C na conectividade da estrutura de poros de argamassas de cimento Portland reforçadas por fibras de polipropileno. *Cerâmica* 58 (2012) 262-269.
- 7 SANTOS, D.O.J.; FONTES, C.M.A.; LIMA, P.R.L. Uso de agregado miúdo reciclado em matrizes cimentícias para compósitos reforçados com fibras de sisal. *revista Matéria*, v.22, n.1, 2017.
- 8 R. D. Tolêdo Filho, K. Joseph, K. Ghavami, G. L. England. THE USE OF SISAL FIBRE AS REINFORCEMENT IN CEMENT BASED COMPOSITES. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.2, p.245-256, 1999.
- 9 V. J. FERRARI, J. B. DE HANAI. Influence of steel fibers on structural behavior of beams strengthened with CFRP. *IBRACON Structures and Materials Journal* • 2011 • vol. 4 • n°1. p. 001 – 030.
- 10 Everton J. da Silva, Paola D. da Silva, Maria L. Marques, Celso C. M. Fornari Junior, Fermin C. Garcia, Francisco H. M. Luzardo. Resistência à compressão de argamassas em função da adição de fibra de coco. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v.18, n.12, p.1268–1273, 2014.
- 11 Marlesson Rodrigues Oliveira de Santana, Dany Sanchez Dominguez, Susana Marrero Iglesias, José Renato de Castro Pessôa, Leonardo Alves Dias.

- Modelos de regressão aplicados na caracterização de argamassas leves contendo agregados não convencionais de EVA e fibras de piaçava. revista *Matéria*, v.23, n.3, 2018.
- 12 M. T. Marvila, A. R. G. Azevedo, J. Alexandre, E. B. Zanelato, S. N. Monteiro, D. Cecchin, L. F. Amaral. Mortars with Pineapple Fibers for Use in Structural Reinforcement. *The Minerals, Metals & Materials Society 2019* B. Li et al. (eds.), Characterization of Minerals, Metals, and Materials 2019, *The Minerals, Metals & Materials Series*. 721-728.
  - 13 Natalia Jaramillo, David Hoyos, Juan F. Santa. Composites with pineapple-leaf fibers manufactured by layered compression molding. *Ingeniería y Competitividad*, Volumen 18, No. 2, p. 151 - 162 (2016).
  - 14 Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005) Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão: NBR 13279. Rio de Janeiro.
  - 15 Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005) Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido: NBR 13280. Rio de Janeiro.