



DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS A PARTIR DE RESÍDUOS DA BANANEIRA E GESSO

João Luiz Cuareli Alécio¹, Tânia Maria Coelho², Rubya Vieira de Mello Campos³, Nabi Assad Filho⁴, Ederaldo Luiz Beline⁵, Daniele Martins de Almeida⁶

RESUMO: Em pleno século XXI é notória a crescente preocupação com o meio ambiente por parte de todos, fazendo com que os produtos sustentáveis ganhem cada vez mais espaço e admiração no mercado. Seguindo esta linha de pensamento temos alguns resíduos que são descartados na natureza quando poderiam ser utilizados para fabricação de produtos. O resíduo de gesso, sendo sua maior parte gerado em construções civis, que geralmente não é aproveitado, podendo causar danos ao solo e a água em regiões onde é descartado. Outro resíduo não utilizado pelo homem é o de fibra de bananeira, são milhões de toneladas de fibra gerada ao ano que se degrada na natureza sendo que poderia ser aproveitada. Um produto que está em alta no mercado da construção civil são as placas de gesso acartonado podendo ser utilizadas como paredes e acabamentos. A placa de gesso acartonado comum é constituída de gesso, fibra de vidro, entre outros materiais. Uma das formas de permitir a fabricação de tais painéis, de maneira a se tornar um processo de fabricação mais sustentável, é substituir algumas de suas matérias primas, que são importadas, ou ainda que exijam a utilização de recursos naturais finitos, como é o caso da fibra de vidro. Dessa forma, o objetivo do projeto foi substituir a fibra de vidro por fibra natural de banana, na fabricação de painéis de gesso acartonado. Com base nos procedimentos técnicos utilizados, a pesquisa é caracterizada como experimental. Após confecção e análises dos painéis, pode-se concluir que as placas apresentaram bons resultados tanto para o ensaio de ataque de fungos quanto para o de envelhecimento não sofrendo alterações significativas, permanecendo com suas características iniciais pouco alteradas. Constatou-se também que a quantidade de fibra presente na bananeira é pequena em relação aos líquidos solúveis da planta, sendo de 0 à 10% de fibra ficando conforme o desejado para satisfazer a condição de que o produto seja 100% sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Construção Civil; Painéis; Sustentável.

1 INTRODUÇÃO

Na pretensão social de se alcançar uma economia sustentável é imprescindível que no desenvolvimento de novos produtos não ocorra destruição de recursos naturais. Sendo assim, nota-se uma maior conscientização por parte dos consumidores, do significado do ecologicamente correto, quando de sua escolha por produtos que ajudem a diminuir os impactos ao ambiente.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, promulgada por meio da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, obriga que os responsáveis pela geração dos mais diversos tipos de resíduos sólidos estabeleçam novas formas de lidar com esses resíduos, no sentido de sua redução e aproveitamento, de forma que se tenham destinos mais adequados para os resíduos, ao mesmo tempo em que permita sua utilização como matéria prima em processos diversos, colocando em prática os paradigmas envolvidos na Ecologia Industrial.

O resíduo de gesso e da banana são os alvos de estudo do presente trabalho, sendo estas matérias primas para o desenvolvimento do mesmo.

Na atividade bananiculora, após a colheita da fruta, o cacho é conduzido para comercialização ou consumo e as outras partes da planta permanecem no bananal. A planta entra em senescência e morre, encerrando o ciclo vegetativo, tornando-se resíduo agrícola (SOFFNER, 2001).

¹Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial (EPA) da Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR, Campo Mourão – PR. Bolsista IC/CNPq. joaocuarelialecio@hotmail.com

² Professora do Colegiado de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, Campo Mourão – PR. coelho_tania@yahoo.com

³–Professora do Colegiado de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, Campo Mourão – PR. rubyadmc@hotmail.com

⁴ Professor do Colegiado de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, Campo Mourão – PR. nabiassadfilho@hotmail.com

⁵ Professor do Colegiado de Engenharia de Produção da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, Campo Mourão – PR. lajes_altonia@gmail.com

⁶ Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial (EPA) da Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR, Campo Mourão – PR. almeida.dmartins@gmail.com



A bananeira é produzida em vários locais do Brasil, possuindo importante posição no mercado brasileiro de acordo com dados do IBGE (2012). A Tabela 1 apresenta dados de área colhida, quantidade produzida e valor da produção de banana no Brasil.

Tabela 1: Área colhida, quantidade produzida e valor da produção de banana no Brasil.

	Área colhida (Hectares)	Quantidade produzida (Toneladas)	Valor da produção (Mil Reais)
Brasil	481.116,00	6.902.184,00	4.396.349,00
Sudeste	139.811,00	2.298.477,00	1.728.353,00
Sul	53.307,00	1.077.263,00	486.909,00

Fonte: IBGE (2012)

Na Tabela 1, pode-se observar que o sudeste apresenta maiores valores de área colhida, quantidade produzida e dinheiro movimentado em relação ao sul brasileiro. Porém, de acordo com dados do IBGE (2012), a região brasileira que apresenta maior produção de banana é o nordeste com cerca de 2,92 milhões de toneladas.

Segundo dados de uma empresa de alimentos do município de Garuva (SC), para cada tonelada de banana industrializada geram-se aproximadamente 3 toneladas de pseudocaule, 160 kg de engaços, 480 kg de folhas e 440 kg de cascas, ou seja, para cada tonelada de banana produzida, são gerados em média 4 toneladas de resíduos sólidos (GARUVA apud SOUZA et al., 2009).

Usando os dados de resíduos da empresa de Garuva (SC), e dados da Tabela 1 (produção de banana no Brasil), foi possível calcular que o Brasil gera em torno de 28.160.910,72 milhões de resíduos sólidos da cultura de bananeira por ano, sendo que aproximadamente 21 milhões são de pseudocaule que poderia ser aproveitado.

No contexto do descarte de resíduos sólidos, o gesso residual da construção civil é outro material que merece muita atenção.

O gesso é um material produzido por calcinação do minério natural gipsita e seu processo de produção, envolve atividades como: extração do minério gipsita, britagem, moagem grossa e estocagem com homogeneização e secagem, calcinação, moagem fina e a ensilagem (SOARES, 2011).

Em relação ao painel de gesso acartonado comum, ele é formado por uma mistura de gesso (gipsita natural), fibra de vidro, vermiculita, amido, entre outros materiais, em sua parte interna e revestido por um papel do tipo “kraft” em cada face (GASPARINI et al, 2008). O gesso acartonado, também conhecido como drywall é um sistema construtivo que surgiu basicamente para substituir as paredes internas de tijolos e blocos bem como esconder tubulações e dutos na construção civil (FERREIRA, 2007).

Uma das formas de permitir a fabricação de tais painéis, de maneira a se tornar um processo de fabricação mais sustentável, é substituir algumas de suas matérias primas, que são importadas, ou ainda que exijam a utilização de recursos naturais finitos, como é o caso da fibra de vidro. Dessa forma, é possível substituir a fibra de vidro por fibra natural de banana, na fabricação de painéis de gesso.

Com a nova lei no 12.305, da política Nacional de resíduos sólidos, juntamente com o alto desperdício de resíduos da bananeira no Brasil, chegando aproximadamente a 28 milhões por ano, e ainda com os desperdícios de gesso da construção civil, pode-se identificar uma nova oportunidade na utilização desses recursos de modo sustentável que venha colaborar com a economia do país, o desenvolvimento de um material para construção civil, totalmente sustentável, ou seja, painéis de gesso acartonado.

Sendo assim, buscou-se no presente estudo a substituição de materiais convencionais por materiais sustentáveis, com o objetivo de produzir um material que contribua para o ambiente e que seja totalmente sustentável.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Com base nos procedimentos técnicos utilizados, a pesquisa é caracterizada como experimental. A pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

Os painéis foram confeccionados e caracterizados no Laboratório de Química Aplicada (LQA), da Universidade Estadual do Paraná – Campus de Campo Mourão. As etapas de trituração da bananeira e moagem do gesso foram realizadas em Laboratórios da (UEM) Universidade Estadual de Maringá.

Com o propósito de alcançar os objetivos do estudo, foi desenvolvido um planejamento que fornecesse subsídios necessários para entendimento dos métodos utilizados no decorrer do trabalho englobando todo o preparo, fabricação e caracterização dos painéis.

O estudo foi desenvolvido de acordo com metodologia descrita no fluxograma da Figura 1.

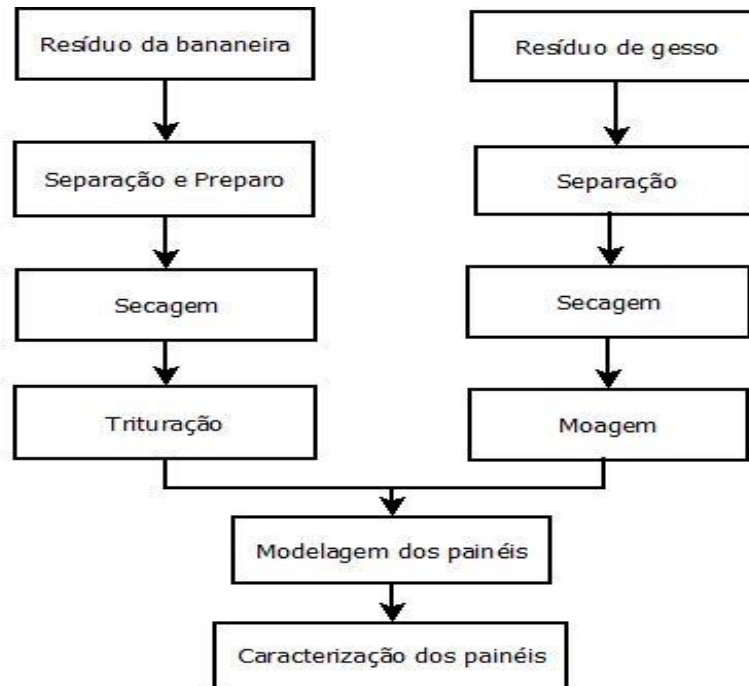


Figura 1: Fluxograma da fabricação dos painéis com fibras naturais e gesso reciclado

Fonte: Autor

Conforme o fluxograma da Figura 1, após iniciado o processo da captação dos resíduos do pseudocaule, é feita a separação manual das parcelas de fibras contaminadas por agentes físico-químicos que porventura forem observadas, em seguida inicia-se um preparo com a fibra. O preparo inicia no corte do pseudocaule seguido da secagem realizada em estufa Fanem modelo 515-A à uma temperatura de 70 °C., e por fim a trituração da fibra de bananeira como ilustra a Figura 2.



Figura 2: Desintegrador usado para trituração e moagem dos resíduos

Fonte: Autor

2.1 Caracterização do gesso reciclado e da fibra de bananeira – Ensaio de umidade

A fibra de bananeira e o gesso acartonado foram caracterizadas quanto ao teor de umidade de acordo com metodologia descrita por Albinante et al (2012). O procedimento foi realizado no Laboratório de Química Aplicada (LQA) da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) campus de Campo Mourão.



O ensaio do teor de umidade foi efetuado em triplicata e consiste em pesar cerca de 2,00 g da fibra em recipiente de porcelana que é levado para estufa ($105 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) por 3 horas, colocado no dessecador durante 30 minutos e pesado.

A Figura 3 mostra algumas das etapas da caracterização quanto ao teor de umidade dos resíduos.



Figura 3: Caracterização do teor de umidade dos resíduos

Fonte: Autor

2.2 Confeção dos painéis

Com a fibra a uma umidade próxima de zero, deu-se início a modelagem dos painéis de gesso acartonado. O gesso utilizado na confecção dos painéis foi reciclado (segregado, moído, pulverizado) e após, seguiu as etapas apresentadas no fluxograma presente na Figura 1.

Os painéis com dimensões de 300 mm X 300 mm X 12,5 mm foram preparados com uma mistura de gesso acartonado, fibras e água. O peso inicial da pasta utilizada para a fabricação do painel de gesso acartonado de foi de 1,700 kg. A Tabela 2 apresenta a quantidade de material utilizado.

Tabela 2: Quantidade e porcentagem de matéria prima utilizadas para confecção dos painéis

Matéria prima	Quantidade
Resíduo de gesso acartonado e água (1:1)	0,850 kg : 0,850 litro
Resíduo de gesso acartonado, água e fibra de bananeira (1:1:0,10)	0,765 Kg : 850 litro : 0,085 Kg
Resíduo de gesso acartonado, água e fibra de bananeira (1:1:0,15)	0,7225 Kg : 850 litro : 0,1275 Kg

Fonte: Autor

A Tabela 2 expõe que foram fabricados 3 painéis com diferentes porcentagens de fibra. Para fabricar os painéis de gesso foi utilizado uma bateadeira comum no qual foram adicionados as quantidades de matéria prima mencionadas na Tabela 2. Após a mistura ser processada e formada uma pasta homogênea foi então depositada em um molde de placa quadrado de aço inox.

Então o molde com a pasta homogênea foi colocado dentro de uma estufa em temperatura de $50 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 horas e após esse período permaneceu em temperatura ambiente por mais 24 horas. As Figuras 4 e 5 mostram imagens de algumas etapas do processo de produção dos painéis de gesso acartonado com fibras naturais e dos painéis prontos.



Figura 4: Processo de fabricação dos painéis.

Fonte: Autor

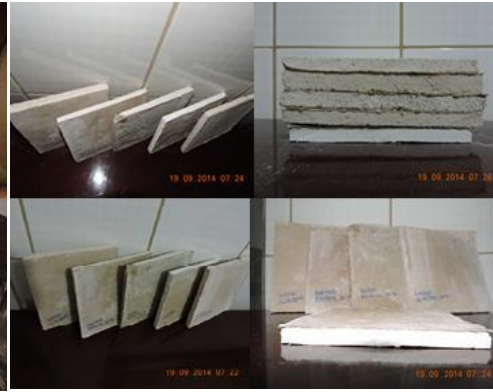


Figura 5: Painéis de gesso acartonado

Fonte: Autor

2.3 Caracterização dos painéis

Os painéis foram avaliados quanto às suas propriedades físicas (ensaio de envelhecimento) e biológicas (ataque de fungos) e quanto a densidade.

2.3.1 Ensaio de envelhecimento

Por meio do ensaio de envelhecimento foi avaliada a capacidade de deterioração dos painéis em determinadas condições ambientais. Esse ensaio foi realizado de acordo com os procedimentos apresentados em Vieira (2008). Os corpos de prova ficaram condicionados por 72 horas à temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e a UR de $50 \pm 5\%$ em uma estufa (Figura 6), e mantidos sob essas condições até o término do período determinado.



Figura 6: Amostra dos painéis A e B para ensaio de envelhecimento

Fonte: Autor

Posteriormente as amostras foram levadas a uma estufa com ar circulante a uma temperatura de 100°C , por um período de mais 72 h, e então foi realizada a avaliação do material por meio visual.

2.3.2 Ensaio de ataque por fungos

Esse ensaio foi realizado com o intuito de identificar o surgimento de fungos ou bactérias em determinadas condições ambientais que possam proliferar nos painéis, podendo apresentar risco a saúde humana. Este ensaio também foi realizado baseado no estudo de Vieira (2008).

As amostras dos painéis A e B foram acondicionadas por 48 horas, em estufa Fanem modelo 515-A (Figura 7) a temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR de 50% e após esse período, as mesmas foram avaliados visualmente.



Figura 7: Amostra dos painéis A e B para ensaio de fungos
Fonte: Autor

2.3.3 Ensaio de Densidade

Neste ensaio de densidade foi utilizado como instrumento de medição o paquímetro demonstrado na Figura 8.



Figura 8: Paquímetro juntamente com a amostra de placa
Fonte: Autor

Para avaliar a densidade foi medido Peso (g), Altura (cm) Comprimento (cm), espessura (cm), das placas e calculado os volumes das mesmas (Gesso/Gesso 10% fibra/Gesso 15 % fibra).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados mostram a caracterização das placas desenvolvidas para o estudo, em que foi possível estabelecer e/ou conhecer algumas diferenças entre as mesmas.

Para a fabricação dos painéis foram processados 10,2 kg de pseudocaule, gerando assim 800g de fibra, com umidade próxima de zero, para ser utilizada na confecção dos painéis. Em relação aos dados citados nesse parágrafo e ao rendimento da fibra temos a Tabela 3.

Tabela 3: Rendimento da Fibra

Pseudocaule	Fibra extraída	Líquido	Teor de UR
10,2 kg	800 g	9,40 l	92,16 %

Fonte: Autor

Foi possível concluir pela Tabela 3 que o alto teor de umidade encontrado no pseudocaule da bananeira processado foi semelhante ao valor de 90 a 96 % determinado por Jarman et al. (1997).

3.1 Resultado do ensaio de umidade

Foi possível observar que o peso das amostras em geral sofreram uma redução, devido o acondicionamento dentro da estufa. A variação de peso das mesmas, foi calculada, transformada em porcentagem, como mostra a Tabela 4.



Tabela 4: Porcentagens do Teor médio de umidade

Tabela das porcentagens de peso perdido

Amostra	Gesso	Banana
1	9,25%	7,66%
2	5,26%	7,91%
3	4,35%	8,44%
Média	6,29%	8,00%

Fonte: Autor

Na Tabela 4 é mostrado a porcentagem e a média do teor médio de umidade entre a fibra de banana com o gesso. Pode-se concluir que a fibra de banana acumula maior umidade em relação ao gesso, pois a mesma perdeu uma quantia maior de peso, sendo 8% de variação, ou seja, evaporou maior quantidade de água. Segundo Savi (2012) a umidade é um dos elementos que podem dificultar a realização dos ensaios como granulometria, módulo de finura, trituração, pois tende a promover a aglomeração das partículas do pó.

3.2 Resultado do ensaio de ataque por fungos e envelhecimento

Após 72 horas de permanência das amostras dos painéis em uma estufa com umidade relativa de 50%, foi possível analisar por meio de avaliação visual, que não houve aparecimento de colônias de fungos como mostra a Figura 9, de acordo com a metodologia descrita por Vieira (2008).

A umidade relativa superior a 65% e temperatura superior a 20 °C são fatores que contribuem para alterações provenientes de atividades biológicas (PINZARI et al., 2006). Tomando base nos dados de Pinzari (2006), podemos concluir que o resultado foi satisfatório, pois no presente ensaio a UR dentro da estufa era próxima a 65% e a temperatura passava dos 20 °C. Mesmo com essas condições favoráveis ao ataque de fungos, as placas resistiram não sofrendo alterações.

Após o término do ensaio de envelhecimento, notou-se que as amostras A e B se tornaram mais firmes, ou seja, menos flexíveis. Isso se deve a alta temperatura em que estavam expostas fazendo com que as amostras ressecassem. Apesar do fato das amostras estarem totalmente secas, as mesmas não apresentaram fibras quebradiças ou qualquer tipo de rachadura, isso é satisfatório devido ao bom desempenho das amostras em condições de ambiente adversas. As amostras A e B pós experimento podem ser visualizadas na Figura 10.



Figura 9: Amostras pós ensaio de fungos

Fonte: Autor

Figura 10: Amostras pós ensaio de envelhecimento

Fonte: Autor

3.4 Resultado do ensaio de Densidade

De acordo com Ferreira 2007 as placas de gesso acartonado trazem diversos benefícios e dentre eles o isolamento acústico sendo um dos fatores que mais chama a atenção. Pois as placas de gesso acartonado apresentam uma baixa densidade, como mostra a Tabela 5, mostrando-se assim um produto adequado para tal finalidade.



Tabela 5: Densidade das amostras das placas

	Peso (g)	Altura (cm)	Comprimento (cm)	Espessura (cm)	Volume (cm ³)	Densidade (g/cm ³)
Gesso	115,93	13,79	8,06	1,07	118,93	0,97
Gesso c/ 10% banana	206,88	14,57	13,04	0,98	186,19	1,11
Gesso c/ 15% banana	148,44	15,15	10,39	1,12	176,30	0,84

Fonte: Autor

Observando a Tabela 5, nota-se que a amostra gesso + fibra de banana a 10% foi a que obteve maior densidade, sendo assim, esta apresenta maior resistência acústica em relação as outras amostras.

4 CONCLUSÃO

Após o estudo realizado, pode-se concluir que as placas confeccionadas a partir de fibra de bananeira e gesso reciclado apresentaram bons resultados tanto para o ensaio de ataque de fungos quanto para o de envelhecimento. As placas não sofreram alterações significativas após os ensaios realizados, permanecendo com suas características iniciais pouco alteradas.

Constatou-se que a quantidade de fibra presente na bananeira é pequena em relação aos líquidos solúveis presente na planta, sendo de 0 à 10% de fibra, condizendo com o estudo realizado por Jarman (1997). Mesmo com esse percentual de fibra não torna a fabricação das placas inviável, em grande escala, devido o fato de existir anualmente 21 milhões de toneladas de resíduos do pseudocaule da bananeira no Brasil.

A fabricação dessas placas a partir de gesso reciclado e pseudocaule da bananeira pode-se tornar um produto comercial, já que apresentou resultados satisfatórios contra fungos e envelhecimento, também apresentando boa resistência acústica com destaque a amostra de gesso com fibra de banana a 10%. Um produto 100% sustentável que colabore com o ambiente.

Sugere-se realizar diferentes ensaios dos já apresentados aqui, como ensaios acústicos, ensaios de flexão e compressão, ensaios de dureza, ensaios de absorção, entre outros, para uma melhor avaliação dos painéis.

REFERÊNCIAS

ALBINANTE S. R.; ELEN B. A. V. PACHECO; LEILA L. Y. VISCONTE; MARIA I. B. T. **Caracterização de fibras de bananeira e de coco por ressonância magnética nuclear de alta resolução no estado sólido.** Polímeros vol.22 no.5 São Carlos 2012 Epub Oct 11, 2012.

FERREIRA, C.G. **Estudo comparativo de desempenho de paredes e forros de gesso acartonado.** Trabalho de Graduação. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Anhembí Morumbi, São Paul, 2007.

GASPARINI, A. B.; TAVARES, J. P. G.; GUEDES, L. C. N.; PEREIRA, M. J.; BARROS, R. B.; WENDLING, S. M. P. **Gestão na construção civil pública. Sistemas construtivos aplicação de gesso acartonado na construção.** Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2008.

IBGE. Produção Agrícola Municipal. **Área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura permanente,** 2012. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br> >.

JARMAN, C.G.; MYKOLUK, S.; KENNEDY, L.; CANNING, A.J. **Banana fibre: a review of its properties and small-scale extraction and processing.** Tropical Science, London, v.19, n.4, p. 173-185, 1997.

PINZARI, F.; PASQUARIELLO, G.; MICO, A. DE. **Biodeterioration of Paper: A SEM Study of Fungal Spoilage Reproduced Under Controlled Conditions.** Macrocol. Symp., v. 238, p. 57-66, 2006.

SOARES, M. (2011) **Análise do uso do bambu como painéis e como reforço de ligações entre elementos estruturais.** Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SOFFNER, M. L. A. P. **Produção de polpa celulósica a partir de engaço de bananeira.** 2001. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz. Disponível em: <http://www.restaurabr.org/siterestaurabr/CICRAD2011/M4%20Aulas/soffner.pdf>. Acesso em 04 de maio de 2013.



SOUZA, O.; FEDERIZZI, M.; COELHO, B.; WAGNER, T.M.; WISBECK, E. **Biodegradação de resíduos lignocelulósicos gerados na bananicultura e sua valorização para a produção de biogás.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14(4), p.438-443, 2009.

VIEIRA, R.J.A. **Desenvolvimentos de painéis confeccionados a partir de fibras de coco para controle acústico em recintos.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Mecânica. Centro Tecnológico. Universidade Federal do Pará. Belém, 2008.