

Estudo de viabilidade na utilização da fibra de coco para soluções de tratamento acústico em edificações

Autor: Paulo Fernando Lisboa de Vasconcelos

Orientador: Dr. Gustavo Alexandre Cardoso Cantuária

Coorientadora: Dra. Maria Eleusa Montenegro

Linha de pesquisa: Cidade, infraestrutura urbana, tecnologia e projeto.

RESUMO

Este artigo corresponde a uma versão sintética dos resultados obtidos durante a elaboração do documento original de dissertação de mesmo nome, que tem como objetivo o estudo sobre a viabilidade de utilização de fibras vegetais na construção civil como solução acústica em substituição a alternativas mais convencionais como a lã de rocha e de vidro. Matérias-primas renováveis como fibras da casca do coco verde apresentam propriedades físicas favoráveis e encontram-se em grande abundância no território nacional brasileiro, devido às condições propícias para o seu cultivo e o aumento exponencial do seu consumo nas últimas décadas. Porém pela falta de incentivo e interesse, esta matéria-prima acaba sendo desperdiçada, tendo como seu destino final o descarte em lixões, agravando problemas ambientais já existentes, decorrentes do mau gerenciamento de resíduos nas cidades. Para atestar a eficiência desse material, foram feitas análises baseadas em artigos que abordam a temática relativa às propriedades da fibra de coco verde, sua forma de beneficiamento e as etapas de desenvolvimento e produção de painéis com finalidade para tratamento acústico em edificações. Foram realizadas simulações abrangendo diferentes cenários, utilizando o *software* SONarchitect, onde foram analisadas amostras de painéis de fibra de coco, lã de vidro, lã de rocha e lã de PET. Estas simulações têm como objetivo verificar o comportamento dos materiais baseado na norma NBR 15575/13, analisando de forma comparativa os resultados.

Palavras-chave: Fibra de Coco, Acústica, Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

As fibras naturais vêm exercendo um importante papel na sociedade devido às suas diversas propriedades. Com os avanços tecnológicos, elas acabaram sendo gradativamente substituídas por fibras sintéticas que muitas vezes apresentam eficiência superior. Porém, a retomada de estudos envolvendo fibras naturais têm ganhado força proporcional ao aumento da preocupação com questões bioclimáticas e desenvolvimento sustentável, pois estas apresentam grandes vantagens em relação aos compostos sintéticos, sendo oriundas de fontes renováveis, biodegradáveis, de baixa abrasividade, baixo custo, recicláveis e de fácil processamento, gerando

menores impactos ambientais e econômicos na sua produção. (L. NETO; PARDINI, 2006)

O Brasil apresenta a maior biodiversidade do planeta - mais de 20% das espécies da fauna e flora estão presentes em território nacional -, o que se traduz em diversas matérias-primas com grande potencial de utilização em vários campos da indústria. Porém, em muitos casos, esses materiais encontram-se subutilizados em seu total potencial por carecerem de estudos mais aprofundados de suas propriedades ou pela simples falta de interesse. (BRASIL. MMA, s/d)

Para objeto de estudo deste trabalho, foi escolhida como matéria-prima base a fibra do coco, pois apresenta como pontos positivos o fato de ser um produto sustentável, além de possuir grande disponibilidade. O Brasil é o quinto maior produtor de coco, sendo responsável por 5% da produção mundial, e é o maior produtor com finalidade exclusiva de consumo da água. Cerca de 15% da produção é consumida ainda verde para extração da água, que também é industrializada. (BRASIL. EMBRAPA, 2011)

Aproximadamente, 85% da produção nacional de cocos é comercializado como seco, sendo a metade utilizada para uso culinário e o restante é industrializado, obtendo uma série de produtos como leite, sabão, óleo, entre outros. Com o aumento do consumo e a industrialização da água de coco verde, são geradas aproximadamente 6,7 milhões de toneladas de casca por ano, colocando o país em um sério problema ambiental quanto à disposição final dos resíduos gerados nesse processo. (ROSA, 1998)

Para que o material deixe de ser considerado resíduo, precisa ser submetido a uma valoração para dar origem a novos produtos. A casca de coco, na situação em que se encontra atualmente no país, gera apenas custos e impactos ambientais para a sociedade, porém havendo a sua valoração, deixará de ser considerada um problema, tornando-se oportunidade e conseqüentemente gerando benefício para todo o meio.

1.1 JUSTIFICATIVA

Inicialmente introduzido no Brasil anos após o seu descobrimento, como relata o “Tratado Descritivo do Brasil”, escrito por Gabriel Soares de Souza em 1587 (BONDAR, 1955), a produção de coco vem se expandindo no Brasil ao longo dos

últimos anos de forma considerável, garantindo assim o aumento na disponibilidade desta matéria prima. Segundo estudos, a área destinada ao plantio do coco é de cerca de 280 mil hectares, distribuídos por todo o país, sendo encontrado principalmente na região Nordeste do país. (MARTINS, D. JÚNIOR, 2014)

O consumo do coco verde produz grande quantidade de resíduos, que correspondem a cerca de 70% de todo o lixo produzido somente nas praias (MATTOS, et al, s/d.). Em Fortaleza por exemplo, segundo a Ecofor (DIÁRIO DO NORDESTE, 2018), diariamente são recolhidas 20 toneladas de coco, o que corresponde a aproximadamente 5% de todo o resíduo que a capital cearense produz, e apenas uma pequena parte desse material é reaproveitado (JACQUES, 2013). Além disso, há uma deficiência no gerenciamento desses resíduos nos centros urbanos, o que resulta em problemas ambientais e de saúde pública.

Uma das vantagens que a fibra de coco possui, é a grande disponibilidade em todo território brasileiro, além de apresentar propriedades adequadas à confecção de diversos produtos a baixos custos e que não exigem altos níveis de aparelhamento (DUARTE; IMAI; NII, 2009). Outro fato relevante que torna a fibra de coco uma matéria-prima de interesse, é que ao longo dos anos, houve uma tendência crescente na busca por soluções sustentáveis no que se refere aos campos de estudo da arquitetura, e o tratamento acústico em edificações foi um deles.

Em 2013, surge a Norma de Desempenhos: NBR 15.575 (ABNT, 2013). A aplicação da norma tornou-se obrigatória nos edifícios residenciais construídos a partir desta data, onde seus requisitos estão relacionados à qualidade acústica das edificações para maior conforto e bem-estar dos usuários. Já em novembro de 2017, foi publicada uma nova edição da NBR 10.152 (ABNT, 2017), buscando padronizar os procedimentos a serem adotados na avaliação sonora de ambientes internos a edificações. (CBIC, 2013)

Com o objetivo de buscar soluções eficazes e sustentáveis no âmbito da arquitetura, este projeto tem por foco analisar a viabilidade do uso da fibra de coco como solução acústica para as edificações.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste projeto é a elaboração de estudo para avaliar a viabilidade do uso da fibra de coco e associações para soluções acústicas, com base na Norma de Desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013).

1.2.2 Objetivos Específicos

- Ampliar o conhecimento sobre a atual situação do país em relação ao impacto causado pelo mal gerenciamento dos resíduos de coco verde.
- Verificar a disponibilidade da fibra de coco com base em dados de produção e consumo nacional.
- Analisar as formas de beneficiamento das fibras de coco para a produção de painéis acústicos.
- Avaliar as possíveis interações entre a fibra de coco e outros materiais, assim como a eficiência desta matéria prima, com base nas normas de desempenho.
- Realizar breve estudo sobre os princípios fundamentais da acústica e sua aplicação em edificações para controle o de ruídos.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa possui uma fundamentação laboratorial, e objetiva a verificação do desempenho de painéis acústicos produzidos a partir de resíduos de fibra de coco para soluções termoacústicas em edificações.

Para verificar o desempenho desses painéis, foi utilizado o método experimental, que segundo Gil (2008, p. 16), consiste em “submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto.”

Foi utilizado também o método comparativo, que como define Gil (2008, p. 16), “procede pela investigação de indivíduos, classes, fenômenos ou fatos, com vistas a ressaltar as diferenças e as similaridades entre eles”, baseado em dados concretos para a explicação de determinados fenômenos.

A ferramenta escolhida para análise a laboratorial dos painéis de fibra de coco foi o *software* de acústica *SONarchitect*. Por meio desse software foi possível testar e

posteriormente comparar o resultado obtido de diferentes amostras de painéis de fibra de coco, lã de vidro, lã de rocha e lã de PET, quando aplicadas em diferentes composições de sistemas de fechamento e diferentes tipologias:

- Sala de estar em habitação de classe média;
- Sala de estar em habitação de classe popular
- Dormitório de habitação de classe popular
- Ambiente de escritório

Todos os testes foram realizados em parceria com Prof. Arq. Felipe Paim e o escritório AUDIUM – Áudio e Acústica em Salvador – BA (PAIM, 2020) e seus resultados analisados com base na Norma de Desempenho NBR 15.575 (ABNT, 2013), NBR 10152 (ABNT, 2017).

3 SIMULAÇÕES

Para que seja possível ter uma noção global do comportamento das diferentes amostras estudadas durante os testes laboratoriais por meio de simulações, a seguir serão apresentados os resultados referentes apenas ao índice R_w de cada amostra, que corresponde ao índice de redução sonora ponderada de uma parede ou qualquer sistema construtivo feita em laboratório. Para os demais resultados referentes ao índice $D_{nt,w}$, que é o índice de redução sonora ponderada de uma parede ou qualquer sistema construtivo feita em campo, onde leva-se em consideração todas as demais transmissões laterais e as condicionantes dos ambientes que a composição interage, conferir o documento original a que este documento se refere.

Os resultados das simulações foram avaliados baseados nos valores apresentados no quadro 1 a seguir, que corresponde aos valores estabelecidos pela Norma de Desempenho NBR 15575/13 para edificações:

Quadro 1: Índice de redução sonora ponderado, R_w , de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes

Elemento	R_w^* dB	Nível de desempenho
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	50 a 54	M
	55 a 59	I
	≥ 60	S
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadaria nos pavimentos	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadaria dos pavimentos	35 a 39	M
	40 a 44	I
	≥ 45	S
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	50 a 54	M
	55 a 59	I
	≥ 60	S
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S
(*) valores aproximados / ordem de grandeza para potencial atendimento na situação real de campo		

Fonte: Adaptado CBIC (2013).

Os materiais escolhidos para as simulações e suas determinas especificações foram:

Painel de Fibra de Coco: Objeto principal deste estudo, os painéis de fibra de coco das simulações terão como referência os produzidos pela empresa COCOVERDE do Rio de Janeiro (Quadro 2). O motivo para essa escolha específica foi o fato dessa empresa desenvolver painéis de fibra de coco e comercializá-los com finalidade especificada para tratamento acústico.

Outro ponto em relação à escolha é o fato de que esses painéis já foram previamente testados pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT) do Ministério da

Ciência e Tecnologia, o que proporciona um ponto de referência para os dados deste comparativo. (ALIPRANDINI, FIGUEIREDO, 2005)

É preciso ressaltar que alguns dados tiveram de ser aproximados para que a eficiência das placas reproduzidas no software SONarchitect atingissem o mesmo patamar dos resultados obtidos pelo INT. Isso se deu devida a ausência de dados como o *air flow resistivity* (Resistividade ao Fluxo de Ar.), tanto na documentação fornecida pelo INT como também no site da empresa. Porém a aproximação de dados não deve trazer prejuízos para o comparativo, já que os resultados obtidos em software, foram similares aos registrados pelo INT, e como o próprio site da COCOVERDE deixa claro, esses painéis são produzidos de forma 100% artesanal, o que pode acarretar em variações significativas de peso e medidas, ou seja, pequenas variações estão dentro do nível aceitável e esperado.

Quadro 2: Características das amostras de painel de fibra de coco

Material	Espessura (mm)	Densidade (Kg/m ³)	α (500Hz)	Air Flow Resistivity (kPas/m ²)
Painel Fibra de Coco	20,00	117,00	0,29	70
	40,00	156,00	0,45	150

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Painel de Lã de Vidro: Representando uma das concorrentes já consolidada no mercado de isolamento termoacústico, os painéis de lã de vidro utilizados são (Quadro 3):

Quadro 3: Características das amostras de painel de lã de vidro

Material	Espessura (mm)	Densidade (Kg/m ³)	α (500Hz)	Air Flow Resistivity (kPas/m ²)
Painel Lã de Vidro	25,00	20,00	0,54	9
	50,00	40,00	0,95	23

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Painel de Lã de Rocha: Representando outra concorrente já consolidada no mercado de isolamento termoacústico, os painéis de lã de rocha utilizados são (Quadro 4):

Quadro 4: Características das amostras de painel de lã de rocha

Material	Espessura (mm)	Densidade (Kg/m ³)	$\alpha(500\text{Hz})$	Air Flow Resistivity (kPas/m ²)
Painel Lã de Rocha	25,00	48	0,50	18
	50,00	48	0,91	18

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Painel de Lã de PET: Como último material escolhido, são os painéis de lã de PET, que tal como a fibra de coco, surgem como mais uma opção sustentável no mercado de isolamento termoacústico. Os painéis de lã de PET utilizados são (Quadro 5):

Quadro 5: Características das amostras de painel de lã de PET

Material	Espessura (mm)	Densidade (Kg/m ³)	$\alpha(500\text{Hz})$	Air Flow Resistivity (kPas/m ²)
Painel Lã de Rocha	25,00	32	0,54	12
	50,00	26	0,83	5

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Já com relação às paredes de geminação entre as unidades habitacionais de classe baixa e classe média, foram adotadas as seguintes composições:

- (1 + 48 + 1) = Chapa Simples de Gesso Acartonado 12,50mm e 650,00Kg/m³ + Câmara de 48,00mm com Painel de Lã + Chapa Simples de Gesso Acartonado 12,50mm e 650,00Kg/m³.
- (1 + 70 + 1) = Chapa Simples de Gesso Acartonado 12,50mm e 650,00Kg/m³ + Câmara de 70,00mm com Painel de Lã + Chapa Simples de Gesso Acartonado 12,50mm e 650,00Kg/m³.
- (2 + 48 + 2) = Chapa Dupla de Gesso Acartonado 25,00mm e 650,00Kg/m³ + Câmara de 48,00mm com Painel de Lã + Chapa Dupla de Gesso Acartonado 25,00mm e 650,00Kg/m³.

- $(2 + 70 + 2)$ = Chapa Dupla de Gesso Acartonado 25,00mm e 650,00Kg/m³ + Câmara de 70,00mm com Painel de Lã + Chapa Dupla de Gesso Acartonado 25,00mm e 650,00Kg/m³.

No caso dos painéis de fibra de coco, tanto a amostra de 20mm como a de 40mm, serão submetidas a testes em todas as composições acima, para que seja possível coletar um número maior de dados e verificar o seu comportamento tanto em estruturas mais simples como também nas mais robustas.

Os demais materiais serão testados apenas na composição mais robusta D - chapa dupla de gesso acartonado em ambos os lados e câmara de 70mm -, já que se supõe que esta composição seja a opção mais favorável para que as amostras atinjam o seu nível mais alto em questão de desempenho acústico.

Nas simulações do escritório, as condições dos testes serão similares as descritas acima, mudando apenas a composição da estrutura, que serão:

- $(1 + 48 + P)$ = Chapa Simples de Gesso Acartonado 12,50mm e 650,00Kg/m³ + Câmara de 48,00mm com Painel de Lã + Bloco de Concreto de 140,00mm.
- $(1 + 70 + P)$ = Chapa Simples de Gesso Acartonado 12,50mm e 650,00Kg/m³ + Câmara de 70,00mm com Painel de Lã + Bloco de Concreto de 140,00mm.
- $(2 + 48 + P)$ = Chapa Dupla de Gesso Acartonado 25,00mm e 650,00Kg/m³ + Câmara de 48,00mm com Painel de Lã + Bloco de Concreto de 140,00mm.
- $(2 + 70 + P)$ = Chapa Dupla de Gesso Acartonado 25,00mm e 650,00Kg/m³ + Câmara de 70,00mm com Painel de Lã + Bloco de Concreto de 140,00mm.

Neste caso, com exceção dos painéis de fibra de coco, os demais materiais serão testados apenas na composição D - Chapa Dupla de Gesso Acartonado 25,00mm e 650,00Kg/m³ + Câmara de 70,00mm com Painel de Lã + Bloco de Concreto de 140,00mm -, se supondo que esta também seja a composição mais favorável.

3.1 TESTE RW DAS AMOSTRAS

Os primeiros testes realizados foram para verificar os índices R_w das amostras nas composições previamente definidas. Os testes servirão para obter os valores absolutos de redução sonora em cada configuração levando-se em conta apenas a superfície tratada acusticamente por cada amostra. Gráficos e dados mais detalhados de cada amostra, obtidos a partir das simulações, estão presentes nos Anexos do documento original.

Além do comparativo entre as amostras dos diferentes materiais, também foi realizada a simulação de Controle para cada composição, onde o núcleo (câmara interna) se encontra vazio, sendo este denominado “AR” e representado pelas amostras E1 a E8. Assim, foi possível analisar de forma mais direta os ganhos em desempenho acústico quando utilizada cada amostra.

O valor obtido pelo comparativo das demais amostras e o controle está representado pelo item Δ Controle (variação em relação ao controle) de cada quadro (Quadro 6 a 11). As simulações e os resultados detalhados podem ser visualizados nos anexos através de gráficos em bandas de oitavas.

Controle / Ar:

Quadro 6: Índices R_w para as amostras de controle

Amostra	Composição	Núcleo	R_w
E1	1 + 48 + 1	AR	34dB
E2	1 + 70 + 1	AR	35dB
E3	2 + 48 + 2	AR	35dB
E4	2 + 70 + 2	AR	36dB
E5	1 + 48 + P	AR	50dB
E6	1 + 70 + P	AR	51dB
E7	2 + 48 + P	AR	51dB
E8	2 + 70 + P	AR	52dB

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

As amostras E1 a E4 (Quadro 6), onde as composições são estruturadas apenas por chapas de *drywall*, a variação da configuração mais simples (1 + 48 + 1) e a mais robusta (2 + 70 + 2) foi de apenas 2dB, sendo a E4 a que obteve o melhor desempenho neste tipo de configuração, como já esperado. Porém o valor obtido de 36dB é relativamente baixo se comparado aos padrões da NBR 15575 (ABNT, 2013).

No caso das amostras E5 a E8, onde a composição é estruturada por uma face de *drywall* e a face oposta em bloco de concreto de 140mm, a variação foi similar às amostras compostas apenas por *drywall*, ou seja, apenas 2dB, onde a configuração mais robusta teve o melhor desempenho. Porém é possível ver um ganho significativo entre a amostra E4 e E8 de 16dB, mostrando a grande influência que a parede de bloco de concreto tem nos resultados de desempenho acústico neste tipo de configuração.

Os resultados obtidos pelas amostras E1 a E8 (Quadro 6) agora servirão de base comparativa para as demais soluções, iniciando pelos painéis de fibra de coco, principal objeto de estudo deste documento.

Painéis de Fibra de Coco:

Quadro 7: Índices R_w para as amostras de painéis de fibra de coco

Amostra	Composição	Núcleo	R_w	Δ Controle
A1	1 + 48 + 1	Coco 20mm	35dB	+1dB
A2	1 + 48 + 1	Coco 40mm	38dB	+4dB
A3	1 + 70 + 1	Coco 20mm	36dB	+1dB
A4	1 + 70 + 1	Coco 40mm	39dB	+4dB
A5	2 + 48 + 2	Coco 20mm	40dB	+5dB
A6	2 + 48 + 2	Coco 40mm	46dB	+11dB
A7	2 + 70 + 2	Coco 20mm	41dB	+5dB
A8	2 + 70 + 2	Coco 40mm	47dB	+11dB

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Quadro 8: Índices R_w para as amostras de painéis de fibra de coco

Amostra	Composição	Núcleo	R_w	Δ Controle
A9	1 + 48 + P	Coco 20mm	50dB	0dB
A10	1 + 48 + P	Coco 40mm	56dB	+6dB
A11	1 + 70 + P	Coco 20mm	52dB	+1dB
A12	1 + 70 + P	Coco 40mm	58dB	+7dB
A13	2 + 48 + P	Coco 20mm	53dB	+2dB
A14	2 + 48 + P	Coco 40mm	62dB	+11dB
A15	2 + 70 + P	Coco 20mm	54dB	+2dB
A16	2 + 70 + P	Coco 40mm	63dB	+11dB

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Para as amostras A1 a A8 do quadro 7, onde a composição é de ambas faces em *drywall*, é possível ver uma grande variação entre os valores obtidos, chegando a 12dB entre a composição mais simples e a mais robusta.

Os painéis de fibra de coco de 20mm das amostras A1 e A3 obtiveram ganhos ínfimos de apenas 1dB nas composições com chapas simples de *drywall*, enquanto

as amostras A2 e A4, com os painéis de 40mm, obtiveram ganhos mais consideráveis de Δ Controle +4dB na mesma composição. Porém nas configurações com chapas duplas de *drywall*, os painéis de 20mm (A5 e A7) já passam a apresentar um melhor desempenho de Δ Controle +5dB, porém ainda baixos se comparados às placas de 40mm, que obtiveram Δ Controle +11dB. O que leva a concluir que o painel de 20mm apresenta baixo desempenho em redução sonora, mesmo em situações mais favoráveis, como é o caso da composição (2 + 70 + 2), se comparado com a alternativa de 40mm, e sendo totalmente desaconselhável a sua utilização quando a composição for de chapa simples de *drywall*, independente da dimensão da câmara interna.

Nas composições onde uma das faces é composta por blocos de concreto (A9 a A16 do Quadro 8), a situação é bastante similar à visto no quadro 7, mas torna ainda mais evidente a ineficiência dos painéis de 20mm nesta composição com um ganho de apenas Δ Controle +2dB e no pior caso, A9, o painel de 20mm não obteve qualquer ganho, sendo praticamente irrelevante no sistema. Já os painéis de 40mm obtiveram valores mais expressivos de até Δ Controle +11dB na amostra A14 e A16, conferindo um ganho considerável de desempenho para o sistema, assim como as amostras A10 e A12, que apesar da composição possuir uma chapa a menos de *drywall*, também apresentaram bons desempenhos.

Lã de vidro:

Quadro 9: Índices R_w para as amostras de painéis de lã de vidro

Amostra	Composição	Núcleo	R_w	Δ Controle
B1	2 + 70 + 2	Vidro 25mm	40dB	+4dB
B2	2 + 70 + 2	Vidro 50mm	46dB	+10dB
B3	2 + 70 + P	Vidro 25mm	54dB	+2dB
B4	2 + 70 + P	Vidro 50mm	60dB	+8dB

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Iniciando as simulações com as concorrentes dos painéis de fibra de coco, os painéis de lã de vidro (Quadro 9).

Como definido durante a metodologia, as duas variantes de cada concorrente seriam testadas apenas na situação mais favorável (2 + 70 + 2) e (2 + 70 + P) para fins comparativos, já que o foco principal deste documento é fazer o estudo de

viabilidade da fibra de coco para tratamento acústico. Os painéis concorrentes já são produtos consolidados no mercado, com eficiência já atestada, o que torna irrelevante e redundante a realização de simulações mais minuciosas, como ocorreu com os painéis de fibra de coco. Por esse motivo, as amostras tanto dos painéis de lã de vidro, como as demais, devem ser comparadas apenas com as amostras E4 e E8 do Controle / AR e A7 e A8 para as composições com apenas *drywall* e A15 e A16 para composições com parede de bloco de concreto dos painéis de fibra de coco.

Com relação aos resultados obtidos, tanto a B1 como a B2 tiveram um desempenho marginalmente inferior (-1dB) se comparado à A7 e A8, respectivas concorrentes em questão de espessura. Já na composição com blocos de concreto, a B3 e A15 tiveram desempenho idêntico, enquanto entre a B4 e A16, a A16 apresentou um ganho relevante de +3dB em redução sonora. Concluindo assim que, os painéis de fibra de coco são iguais ou superiores se comparados aos de lã de vidro em questão de desempenho nestas composições.

Lã de Rocha:

Quadro 10: Índices R_w para as amostras de painéis de lã de rocha

Amostra	Composição	Núcleo	R_w	Δ Controle
C1	2 + 70 + 2	Rocha 25mm	41dB	+5dB
C2	2 + 70 + 2	Rocha 50mm	45dB	+9dB
C3	2 + 70 + P	Rocha 25mm	54dB	+2dB
C4	2 + 70 + P	Rocha 50mm	60dB	+8dB

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Com os painéis de lã de rocha (Quadro 10), as conclusões são similares às da lã de vidro. A amostra C1 teve o mesmo desempenho da A7 como 41dB, enquanto a A8 teve um ganho de +2dB se comparado com a C2.

Na composição com blocos, o desempenho de C3 e A15 foram iguais enquanto a A16 teve um ganho de +3dB, da mesma forma que ocorreu no caso dos painéis de lã de vidro, levando a concluir que os painéis de fibra de coco são iguais ou superiores se comparados aos de lã de rocha em questão de desempenho nestas composições.

Lã de PET:

Quadro 11: Índices R_w para as amostras de painéis de lã de PET

Amostra	Composição	Núcleo	R_w	Δ Controle
D1	2 + 70 + 2	PET 25mm	40dB	+4dB
D2	2 + 70 + 2	PET 50mm	42dB	+5dB
D3	2 + 70 + P	PET 25mm	54dB	+2dB
D4	2 + 70 + P	PET 50mm	60dB	+8dB

Fonte: Elaborado pelo Autor, (2020).

Os painéis de lã de PET (Quadro 11) apresentaram resultados similares às demais concorrentes. Sendo D1 igual a B1 da lã de vidro, porém a D2 foi o painel que apresentou o pior resultado na composição mais favorável, ficando 5dB abaixo, se comparado à A8.

Já na composição com blocos, o desempenho foi igual ao dos painéis de lã de rocha do tópico anterior, onde D3 teve desempenho igual a A15 e A16 apresentou ganho de +3dB se comparado com D4, permitindo concluir que os painéis de fibra de coco são iguais ou superiores se comparados aos de lã de PET na espessura de 20-25mm e consideravelmente superiores na espessura de 40-50mm em questão de desempenho nestas composições.

4 CONCLUSÃO

O estudo realizado no documento de dissertação original a que este artigo se refere, teve como principal objetivo avaliar a viabilidade de reaproveitar resíduos de coco verde, dando origem a novos produtos que sejam destinados ao tratamento acústico em edificações.

Ao propor um estudo de viabilidade, fez-se necessário uma análise mais abrangente das questões que envolvem o coco verde, desde a sua distribuição e consumo, até os testes de desempenho de painéis produzidos a partir destes. Tudo para que fosse possível compreender a atual situação do objeto de estudo dentro do contexto urbano, como também verificar a relevância do tema para a realidade

brasileira. Com base nestas diretrizes, foi possível formular conclusões acerca das questões abordadas e estas que serão descritas abaixo.

Foi constatado que apesar do Brasil ter apresentado um decréscimo de 8% na quantidade de áreas colhidas, a sua produção de coco verde ainda é bastante considerável, em especial devido ao aumento do interesse na busca por alternativas naturais para o desenvolvimento de novos produtos na área de cosméticos, mas principalmente para a produção de água de coco industrializada, o que leva a um aumento na geração de resíduos nas mesmas proporções. Enquanto nas indústrias, as carcaças de coco são utilizadas para alimentação de fornalhas, desperdiçando matéria prima e gerando gases que contribuem para o efeito estufa, nas cidades, principalmente litorâneas, essas carcaças geram problemas ambientais e de saúde pública, em decorrência do mau gerenciamento de resíduos e pela falta de interesse e incentivos para dar distinção apropriada para este tipo de descarte.

As fibras do coco apresentam propriedades físicas que lhes conferem destaque se comparado às outras fibras vegetais. A extração das fibras é realizada por meio de maquinário simples, não sendo necessária a utilização de produtos químicos nocivos ou geração de gases estufa.

Em relação à produção de painéis, os processos podem ser industrializados ou realizados de forma artesanal simplificada, porém é necessário atentar para as pequenas variações que podem ocorrer no segundo método, o que pode comprometer a qualidade e o desempenho esperado dos painéis. Ainda sobre a produção, tanto durante a busca por produtos que já são vendidos atualmente e os apresentados nos referenciais bibliográficos que contribuiram para este estudo, foi verificada uma recorrente similaridade no padrão dos painéis, tanto em relação à estrutura quanto em sua aparência, o que leva à conclusão de que apesar deste tipo de produto não ser relativamente novo, o seu desenvolvimento aparenta ter se estagnado, o que provavelmente contribuiu para a sua baixa ou quase inexistente atuação nos campos da arquitetura e da construção civil. Porém, como visto em exemplos da China e da Índia, as fibras de coco apresentam relativa versatilidade, podendo ser combinadas com diferentes agentes aglomerantes, gerando produtos que podem ser utilizados em uma gama maior de aplicações dentro e fora da edificação, além de incorporar valores estéticos aos painéis com diferentes combinações de cores e acabamentos de superfície. Iniciativas como essas vistas na China e na Índia, se adotadas para as produções nacionais, poderiam torná-los mais atrativos ao público e proporcionar uma

maior inserção deste tipo de produto no mercado de tratamento acústico já consolidado.

A vertente do tratamento acústico foi seguida pois trata da poluição sonora, elemento tão presente nos centros urbanos, e que age de forma gradual e até despercebida, provocando danos muitas vezes irreparáveis à saúde física e mental da população. Porém para se obter um bom desempenho acústico, a simples introdução de um novo material acústico não é o suficiente, sendo necessária a adoção de um conjunto de medidas para que isso ocorra, o que gera a possibilidade de novas aplicações da fibra de coco em diferentes áreas de uma edificação, não somente como painéis acústicos, desde que se desenvolvam novos métodos produtivos que permitam isso.

Para que estes painéis de fibra de coco possam ser considerados como mais uma opção na área do tratamento acústico, foram realizados testes em diferentes condições para verificar o desempenho das amostras de forma comparativa. Analisando os dados obtidos através das simulações e com base nos padrões estabelecidos pela NBR 15575 (ABNT, 2013), foi possível constatar que os painéis de fibra de coco apresentam valores no mínimo iguais ou superiores aos demais concorrentes, como lã de vidro, lã de rocha e lã de PET, em relação à absorção sonora e também possuem propriedades similares no quesito térmico, mas sendo necessária a realização de testes mais aprofundados e específicos para averiguar a real eficiência e o seu comportamento nesse segundo ponto.

Mesmo que as amostras de painéis de fibra de coco tenham obtido bons resultados durante as simulações, outros fatores devem ser verificados antes que estes possam ser instalados em alguma edificação. Os painéis testados apresentam uma densidade bastante elevada se comparada às amostras das concorrentes, o que lhe confere maior peso e maior rigidez. O peso a mais do conjunto instalado, se comparado às demais alternativas, pode ser indesejável dependendo da estrutura e finalidade. Por serem painéis substancialmente mais rígidos, a sua instalação em locais onde são necessários recortes, se tornaria ligeiramente mais complexa e demorada, além de existir a possibilidade da ocorrência de frestas nos encontros de placas em função dos cortes imprecisos e da quase inexistente capacidade de deformação adaptativa, criando canais para a propagação do som e comprometendo o desempenho acústico do sistema.

Além disso, este estudo ressalta, não somente para os painéis testados, mas também para qualquer iniciativa de criação de novo produto que siga as mesmas diretrizes, a importância da necessidade de realização de testes e da adoção de padrões de qualidade, que garantam a eficiência destes produtos em casos de incêndio e em questões relacionadas à salubridade.

Por fim, a fibra de coco é uma matéria prima abundante e versátil, porém, é necessário que haja inicialmente o interesse e conseqüentemente o incentivo, tanto na esfera pública como privada, para o desenvolvimento de novas tecnologias e produtos que utilizem este tipo de resíduo em sua composição. A fibra do coco apresenta grande potencial de reutilização, mas que infelizmente não recebe o reconhecimento merecido.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10151**: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2019.

_____. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico – Procedimento. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 15575**: Desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro, 2013.

ALIPRANDINI, L. G.; FIGUEIREDO, R. L. **Relatório de Adequação Tecnológica de Produto para Exportação ATPEX no 065/04**. Rio de Janeiro: ProgEX, 2005.

BRASIL. EMBRAPA. Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional. **Panorama 2010**. Aracaju, 2011.

BRASIL. MMA. **Biodiversidade Brasileira**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira>>. Acesso em: 26 maio 2017.

CBIC. **Desempenho de Edificações Habitacionais**: Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013. 2. ed. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação. 2013.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Usina desativada há dois anos**. Disponível em: <<https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/editorias/metro/usina-desativada-ha-dois-anos-1.683562>>. Acesso em: 14 nov. 2018

DUARTE, D.; IMAI, E. M.; NII, P. M. **Fibras naturais e sua aplicação na arquitetura**. São Paulo: USP, 2009. Disponível em: <<http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aut0221/Trabalhos%20Finais%202009/Fibras%20naturais.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JACQUES, E. **MDF verde feito de casca de coco**. 2013. Disponível em: <<http://atitudesustentavel.com.br/blog/2013/10/27/mdf-verde-feito-de-casca-de-coco/>>. Acesso em: 19 ago. 2019.

L. NETO, F.; PARDINI, L. C. **Compósitos estruturais: ciência e tecnologia**. São Paulo: Edgard Blucher. 2006.

MARTINS, C. R.; D. JÚNIOR, L. A. Produção e Comercialização de Coco no Brasil Frente ao Comércio Internacional. **Panorama 2014**. Documentos 184. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014.

MATTOS, A. L. A. et al. **Beneficiamento da casca de coco verde**. Embrapa. s/d.

PAIM, F. B. **Audium: Áudio e Acústica**, Salvador, 2020.

ROSA, M. F. **Alternativas para o uso da casca do coco verde**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1998.