

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CLAUDENIR ANTONIO FRANCISCO SACHETTO

**TESTE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA MATERIAL
PROPOSTO NA CONFECÇÃO DE COLMEIAS PARA ABELHAS DO GÊNERO
*APIS MELIFERA***

Pirassununga-SP

2020

CLAUDENIR ANTONIO FRANCISCO SACHETTO

**TESTE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA MATERIAL
PROPOSTO NA CONFECÇÃO DE COLMEIAS PARA ABELHAS DO GÊNERO
APIS MELIFERA
(VERSÃO CORRIGIDA)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Área de Concentração: Gestão e Inovação da Indústria Animal.

Orientador: Prof. Dr. Celso Costa Carrer

Coorientador: Prof. Dr. Juliano Fiorelli

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço de Biblioteca e Informação FZEA/USP, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S121t

Sachetto, Claudenir Antonio Francisco
TESTE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA
PARA MATERIAL PROPOSTO NA CONFECÇÃO DE COLMEIAS PARA
ABELHAS DO GÊNERO APIS MELIFERA / Claudenir Antonio
Francisco Sachetto; orientador Celso da Costa Carrer;
coorientador Juliano Fiorelli. -- Pirassununga, 2020.67 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-
Graduação em Mestrado Profissional Gestão e Inovação na
Indústria Animal) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de
Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Apicultura. 2. Colmeia Langstroth. 3.
Materiais recicláveis. 4. Nova proposta de colmeia. 5.
Resistência de materiais. I. Carrer, Celso da Costa, orient.
II. Fiorelli, Juliano, coorient. III. Título.

Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - o autor

CLAUDENIR ANTONIO FRANCISCO SACHETTO

**TESTE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA MATERIAL
PROPOSTO NA CONFECÇÃO DE COLMEIAS PARA ABELHAS DO GÊNERO
*APIS MELIFERA***

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Área de Concentração: Gestão e Inovação da Indústria Animal.

Data de aprovação: 31/07/2020

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Celso da Costa Carrer – FZEA/USP
Presidente da Banca Examinadora/ Orientador

Prof. Dr. Carlos Alberto Ferreira Bispo – AFA
Membro externo ao Programa

Profa. Dra. Maria Estela Gaglianone Moro – FZEA/USP
Membro externo ao Programa e interno a USP

Profa. Dra. Luciene Rose Lemes – AFA
Membro interno ao Programa

DEDICATÓRIA

À Luciene, mulher da minha vida e aos meus filhos Emmanuel e Emmanuela, que são a razão do meu viver, pela compreensão nos momentos de minha ausência, pelo apoio incondicional em todos os projetos idealizados por mim e, principalmente, por apoiarem e incentivarem minhas realizações. Sem vocês nenhuma conquista valeria à pena.

Ao meu pai, Eliseu, que o verdadeiro mestre na arte da apicultura e que muito me ensinou e incentivou nesta profissão.

À minha mãe Maria, mulher de garra e empreendedora que me ensinou a importância da família e ao caminho da honestidade e persistência nos meus ideais.

À minha irmã Claudileia, que sempre me auxiliou nos momentos de dificuldades.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me presentear com a dom da vida, pois só foi possível chegar até este momento porque ele carregou-me em seus braços, “porque tudo posso naquele que me fortalece” (Filipenses 4,13).

À IBAPLAC PRODUTOS RECLICLÁVEIS, na figura do Diretor Sr. Eduardo Gomes e do competente Engenheiro de Produção Gabriel Rosemwinkel, pela recepção e ensinamento do processo de reciclagem e pela doação das amostras, com as quais foi possível tornar realidade este trabalho.

A realização de um projeto de pesquisa como este só foi possível com o apoio de vários colaboradores, meus agradecimentos aos colaboradores do Laboratório de Construções Rurais e Ambiente, em especial ao Zaqueu que muito colaborou para a realização dos teste nos materiais, ao aluno de graduação em Engenharia de Biosistemas Mario Júlio e a todos os Docentes e colegas do Programa de Mestrado Profissional, que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma, o meu reconhecimento e gratidão.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Celso da Costa Carrer, o meu reconhecimento pela oportunidade de realizar este trabalho e outros projetos, e por acreditar em minhas ideias e ajudar-me a colocá-las em prática. É uma honra estar ao lado de alguém que transpira sabedoria. Meu respeito e admiração pela sua serenidade e pela sua capacidade de análise do perfil de seus alunos, pelo seu dom no ensino da Ciência, inibindo sempre a vaidade em prol da simplicidade e eficiência de seu trabalho.

Ao meu Coorientador Prof. Dr. Juliano Fiorelli, o meu agradecimento, pela disponibilidade e ensinamento e tempo a mim dedicado. Conhecer e conviver com grandes pessoas nos torna maiores em nossos conhecimentos. Meu respeito e admiração pela sua mistura de competência e simplicidade em um homem que preza a família e sua profissão.

À CAPES pela avaliação e recomendação do Programa de Pós-Graduação GIIA/FZEA/USP, que permitiu com que tivesse a oportunidade de qualificar-me.

*Muitos querem a vitória com sabor de mel.
Mas poucos querem enfrentar as abelhas para conquistá-la.*

Debora Sehnem Nunes

RESUMO

SACHETTO, C. A. F. **Teste de viabilidade técnica e econômica para material proposto na confecção de colmeias para abelhas do gênero *Apis mellifera***. 2020. 67 f. Exame de Dissertação para obtenção do título de Mestrado – Faculdade de Zootecnia e engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

O Brasil possui o maior potencial melífero e de outros produtos apícolas do mundo e que são demandados pelos mercados mais exigentes. No entanto, para que o Brasil possa explorar todo o seu potencial apícola, é necessário profissionalizar os apicultores com capacitação em técnicas atuais e inovadoras, implantar sistemas de gestão, realizar transferência de tecnologias e inovar em manejo e materiais utilizados, se adequando sempre às realidades de mercado. Um dos aspectos mais importantes para um manejo de alta produtividade, tanto de mel quanto dos outros produtos apícolas, diz respeito a reduzir o tempo e os custos utilizados para a manutenção das caixas confeccionadas para este fim, normalmente construídas em madeira. Neste sentido, buscou-se avaliar a viabilidade técnica no uso de materiais alternativos com o reaproveitamento do material original prensado de embalagens “Tetra Pak”, para confecção de colmeias, considerando variáveis de durabilidade e resistência e custos comparativos para a consecução de uma nova proposta na montagem desta caixa de maneira rápida e eficiente e com custo benefício reduzido. Com base nos resultados obtidos, do ponto de vista técnico e comparando-se o comportamento dos testes entre os materiais utilizados nesta pesquisa, pode-se recomendar, com vantagens, a substituição das caixas de madeira natural pelas de material reciclado ALUPLAST. Ainda, a relação entre investimentos e custos comparados projetou reduções expressivas no capital inicial, depreciação anual e custos operacionais comparados com vantagens para a caixa montada com ALUPLAST. Esta prática deve aumentar o tempo de uso das caixas, reduzir sua manutenção e ampliar o tempo de trabalho e produção das famílias alojadas, resultando, hipoteticamente, em maior eficácia produtiva. Busca-se com isso, contribuir para o aumento da durabilidade e diminuição na manutenção, problemas estes que afetam a atividade da apicultura no Brasil.

Palavras-chave: Apicultura; Colmeia Langstroth; Materiais recicláveis; Nova proposta de colmeia; Resistência de materiais.

ABSTRACT

SACHETTO, C. A. F. **Technical feasibility and economics test for material proposed in the making of hives for bees of the genus *Apis mellifera***. 2020. 67 f. Examination of Dissertation to obtain the Master's degree - Faculty of Animal Science and Food Engineering, University of São Paulo, Pirassununga, 2020.

Brazil has the greatest potential for honey and other bee products in the world, which are demanded by the most demanding markets. However, in order for Brazil to explore its full bee potential, it is necessary to professionalize beekeepers with training in current and innovative techniques, implement management systems, carry out technology transfer and innovate in handling and materials used, always adapting to the realities market share. One of the most important aspects for handling high productivity, both of honey and other bee products, is related to reducing the time and costs used to maintain the boxes made for this purpose, normally made of wood. In this sense, we sought to evaluate the technical feasibility in the use of alternative materials with the reuse of the original pressed material from "Tetra Pak" packaging, for making hives, considering variables of durability and resistance and comparative costs for the achievement of a new proposal in the assembly of this box quickly and efficiently and with reduced cost benefit. Based on the results obtained, from a technical point of view and comparing the behavior of the tests between the materials used in this research, it is possible to recommend, with advantages, the replacement of natural wooden boxes by recycled ALUPLAST material. In addition, the relationship between investments and compared costs projected significant reductions in initial capital, annual depreciation and operating costs compared with advantages for the box assembled with ALUPLAST. This practice should increase the time of use of the boxes, reduce their maintenance and increase the working and production time of the families housed, resulting, hypothetically, in greater productive efficiency.

Keywords: Beekeeping; Langstroth hive; New hive proposal; Recyclable materials; Resistance of materials.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Mudanças no número global de colmeias de abelhas, produção agrícola e população humana entre 1961 e 2007.....</i>	<i>22</i>
Figura 2 - Produção brasileira de mel (em toneladas) nos últimos 20 anos	27
Figura 3 - Ranking mundial dos maiores exportadores de mel em 2018.....	29
Figura 4 - Posição no ranking dos países que tiveram um crescimento nas exportações de mel entre 2014-2018 (%).	30
Figura 5 - Os 3 principais importadores do mel brasileiro.	31
Figura 6 - Corpo de prova de madeira Pinus spp. e ALUPLAST, preparados para imersão em água.....	35
Figura 7 - Câmara de Envelhecimento Acelerado da marca Marconi.....	37
Figura 8 - Aparelho utilizado para o teste de tração e flexão das propriedades mecânicas do Pinus spp em relação à ALUPLAST.	38
Figura 9 - Modelo da colmeia Langstroth.....	40
Figura 10 - Projeto da colmeia modelo Langstroth adaptada para a utilização das placas de ALUPLAST.	45
Figura 11 - Projeto da colmeia modelo Langstroth adaptada para a utilização das placas de ALUPLAST com visualização detalhada dos rebaixamentos nas placas de ALUPLAST.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Objetivos de proteção gerais e específicos para abelhas.....	21
Tabela 2 - Ranking dos países exportadores de mel em 2018.....	28
Tabela 3 - Faturamento do setor exportador de mel (em milhões de dólares americanos) importadores do mel brasileiro (de 2014/2018).....	31
Tabela 4 - Planilha de dados com os dimensionamentos e massa antes e depois do envelhecimento, acelerados de 200 ciclos da madeira de Pinos spp. e da placa ALUPLAST.	42
Tabela 5 - Valores Médios e Desvio Padrão de propriedades mecânicas e físicas da madeira Pinus spp. e da placa ALUPLAST.....	43
Tabela 6 - Valores relacionados à redução de capital em investimentos e custos operacionais projetados de uma caixa (com um ninho e duas melgueiras) comparando a construção com a madeira de Pinus spp. e o ALUPLAST.	48

LISTA DE ABREVIATURAS

- A - Área da seção transversal do corpo-de-prova (mm²)
- A.B.E.L.H.A – Associação Brasileira de Estudos da Abelha
- AA - Absorção de Água.
- ABEMEL – Associação Brasileira de Exportadores de Mel
- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
- b - Largura do corpo-de-prova (mm)
- CBA – Confederação Brasileira de Apicultura
- CONSTRAMBI - Laboratório de Construções Rurais e Ambiente
- d - Espessura do corpo-de-prova (mm)
- DA - Densidade Aparente
- EE - Energia Específica
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- FZEA – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
- J/m² – Joules por metro quadrado
- Linf - Distância entre apoios inferiores
- LOP - Limite de Proporcionalidade
- Lsup - Distância entre apoios superiores
- Mime - Massa do Compósito Saturado Imerso Em Água.
- MOE - Modulo de Elasticidade
- MOR - Módulo de Ruptura
- Msat - Massa do Compósito Saturado Em Água E Com Superfície Seca.
- Msec - Massa do Compósito Seco Em Estufa.
- NUPA – Núcleo de Pesquisa Com Abelhas
- PA - Porosidade Aparente.
- PEBD - Polietileno de Baixa Densidade.

Pfms - Produtos Florestais Madeireiros

Pfnms - Produtos florestais não madeireiros.

Plop - Carga Máxima aplicada antes da curva.

Pmáx - Carga Máxima aplicada (Newton)

RILEM - *Testing Methods For Fibre Reinforced Cement-Based Composites*

RSU – Resíduos sólidos urbanos.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa.

TRADE MAP - *Trade Statistics for International Business Development.*

USP – Universidade de São Paulo

ZEB - Departamento de Engenharia de Biosistemas.

α - Coeficiente angular da região linear da curva carga x deformação

P - Densidade da Água G/Cm³

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO DA PESQUISA	16
1.2 HIPÓTESE	16
1.3 JUSTIFICATIVAS	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 A IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DAS ABELHAS E DA APICULTURA	18
2.2 OS DESAFIOS DA APICULTURA E A SUSTENTABILIDADE	23
2.3 AS OPORTUNIDADES PARA O MERCADO APÍCOLA	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	32
3.2 MATERIAIS DA PESQUISA	32
3.3 VARIÁVEIS DA PESQUISA	34
3.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS PLACAS	35
3.5 CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DOS COMPÓSITOS	37
3.6 MODELO UTILIZADO PARA A CONSTRUÇÃO DA NOVA PROPOSTA DE COLMEIA PARA USO COM <i>APIS MELLIFERA</i>	39
3.7 TÉCNICA DE ANÁLISE DE DADOS	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 TESTES DE RESISTÊNCIA E DURABILIDADE DOS MATERIAIS	42
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA DE CAIXA E CUSTOS COMPARATIVOS ENTRE OS MATERIAIS UTILIZADOS	45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior potencial melífero disponível no mundo, com estimativas para produzir mais de 200.000 toneladas anuais de mel, além de pólen, própolis, cera e apitoxina. Todos esses produtos apícolas são demandados pelos mercados mais exigentes (WIESE, 2000).

A apicultura pode ser explorada pela via das espécies meliponídeas (abelhas sem ferrão), que podem ser criadas até no quintal das casas, desde que se tenha fonte de alimentação ou, de forma mais produtiva, com o gênero *Apis*, que devem ser manuseadas de forma mais cautelosa. Além dos produtos apícolas clássicos já citados acima, é possível de se obter lucro ainda com a produção de abelhas-rainha, enxames e aluguel de abelhas para polinização (WIESE, 2000).

No entanto, para que o Brasil possa explorar todo o seu potencial apícola, é necessário profissionalizar os apicultores com capacitação em técnicas atuais e inovadoras, implantar sistemas de gestão, realizar transferência de tecnologias e inovar em manejo e materiais utilizados, se adequando sempre às realidades de mercado. Um dos aspectos mais importantes para um manejo de alta produtividade, tanto de mel quanto dos outros produtos apícolas, diz respeito a reduzir o tempo e os custos utilizados para a manutenção das caixas confeccionadas para este fim, normalmente construídas em madeira.

A prática de se construir colmeias com materiais alternativos à madeira, com materiais mais duráveis, permitiria que o apicultor tivesse mais tempo para o planejamento e gestão dos apiários, ao invés de trabalhar quase o tempo todo como carpinteiro, na rotina de manutenção de seus apiários. Isso permitiria aumentar o tempo de manejo das caixas, com consequência na melhoria dos resultados produtivos e da renda do apicultor.

Vários segmentos do agronegócio brasileiro, mesmo com a atual crise sanitária e econômica produzidas pela pandemia mundial, passam por uma expectativa positiva diante do cenário atual. Mais especificadamente e dentro dessa esteira de acontecimentos, conforme a Globo G1 Agro (2019), outros fatores geram

oportunidades para o setor apícola nos próximos anos. O acordo recentemente realizado com a União Europeia, por exemplo, prevê algumas cotas anuais para os países do Mercosul (Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai). No caso do mel, essa cota é de 45 mil toneladas, isentas de tarifas em 5 anos. Para se ter uma ideia da oportunidade, o Brasil produziu, em 2017, em torno de 41 mil toneladas e exportou em 2018 mais de 28 mil toneladas (IBGE, 2018).

Isso causa grandes expectativas para o crescimento das exportações de mel para um mercado ainda pouco explorado, tendo em vista que o maior importador de mel hoje são os Estados Unidos. Dentro destas perspectivas, o mercado de mel tende a crescer, necessitando de mais investimento e inovação no setor para aumentar a produção de forma que atenda a demanda crescente.

O trabalho atual busca contribuir com testes de materiais mais resistentes e baratos na confecção das caixas das abelhas e que, por consequência, poderá, ao mesmo tempo, reduzir investimentos iniciais e custos operacionais de manutenção, podendo significar uma melhoria da margem de negócio e do retorno da atividade. Se positivos, o uso destes materiais levaria os apicultores a reduzir o tempo de dedicação com questões operacionais (constante substituição ou reforma das colmeias), economizando tempo e podendo, dessa forma, se dedicar mais às ações de gestão e de produção dos negócios apícolas.

Outra contribuição do atual trabalho pode se refletir na redução da geração de resíduos sólidos enviados aos aterros sanitários em todo o planeta, no caso de se reaproveitar materiais alternativos aptos à construção de colmeias e, por consequência, auxiliar na diminuição do corte de árvores para fabricação das colmeias que tradicionalmente são confeccionadas com madeira de *Pinus spp.*

Nessa linha de raciocínio, para Lopez, Paes e Gonçalves (2016), materiais como os plásticos são fabricados para atender à ampla demanda de aplicações, com o objetivo de contribuir para melhorar as condições de vida do homem e do rápido crescimento da ciência e da tecnologia, desde que se intensifique a sua reutilização e reciclagem.

Segundo Tachizawa (2008), os novos tempos caracterizam-se por uma rígida postura dos clientes, voltada às expectativas de interagir com organizações que sejam éticas, com boa imagem institucional no mercado e que atuem de forma ecologicamente responsável.

Um caminho para a solução dos problemas relacionados com o lixo é apontado pelo Princípio dos 3R's - Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Fatores associados com estes princípios devem ser considerados, como o ideal de prevenção e não-geração de resíduos, somados ao consumo sustentável, visando poupar os recursos naturais (BRASIL, 2012).

Neste sentido, a pesquisa teve como tema principal a proposta de testar material alternativo na construção de caixa com material reciclado de origem plástica, mais resistente e com baixa manutenção quando comparado ao material clássico de madeira, além de analisar eventuais vantagens em termos de custos para uma nova proposta de colmeia. Estas contribuições visaram auxiliar o apicultor nas suas funções primárias, possibilitando tempo para realização de um planejamento profissional e mais eficiente no negócio apícola.

1.1 OBJETIVO DA PESQUISA

Buscou-se avaliar a viabilidade técnica, considerando variáveis de durabilidade e resistência de materiais reciclados com o reaproveitamento do material original prensado de caixas “Tetra Pak” e uma análise preliminar de natureza econômica, na tentativa de propor uma nova estrutura de colmeia para substituição àquelas fabricadas com madeira, em especial as de *Pinus spp.*

1.2 HIPÓTESE

A pesquisa propõe a verificação da hipótese de que “painéis construídos com material reciclado e à base de embalagens ‘Tetra Pak’ apresentam potencial para substituir, com vantagens técnicas e econômicas, a madeira na construção de colmeias para abelhas africanizadas”.

1.3 JUSTIFICATIVAS

As vantagens da criação de abelhas fazem da apicultura uma atividade que estimula mudanças de atitudes no produtor rural do futuro, contribuindo para uma mentalidade mais preservacionista e auxiliando-o a permanecer na terra de forma sustentável. Ainda, os rendimentos da atividade tornam viável a pequena propriedade fundamentada em mão de obra familiar, ao mesmo tempo que estimula a preservar o conhecimento ecológico local e a cultura que o ator social possui (DA SILVA, 2004).

Ao justificar a pesquisa, pode-se observar três perspectivas, sendo que: a) a primeira, é buscar um melhoramento na colmeia em sua parte estrutural, em consequência da utilização de material alternativo mais sustentável e que permitirá uma diminuição no tempo de manutenção e um melhor manejo e gestão nos apiários utilizadas pelos apicultores; b) a segunda, é buscar a reutilização das caixas “Tetra Pak”, corroborando com a diminuição do lixo no meio ambiente e seus diversos malefícios causados pelo descarte em locais impróprios, e c) na terceira, conta-se com um benefício indireto na diminuição do corte de árvores, seja ela provida de reflorestamento ou de florestas nativas, para a construção das caixas de abelhas que são muitas no Brasil.

Ainda, no entendimento dos fatores que impactam a atividade apícola na forma de perda de enxames com mortalidade das abelhas, a inovação das caixas pode trazer um benefício complementar, a partir de um manejo mais adequado e que reduza o constante processo de manutenção destas. A elevada necessidade de troca de material aumenta o risco atual de perdas e deixa os enxames ainda mais expostos à invasão de predadores naturais e doenças que acabam exterminando as famílias.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão busca focar o conjunto de conceitos ligados ao tema do projeto em questão, a fim de deixar claro, no contexto da apicultura, a relevância do desenvolvimento e conclusão do trabalho.

2.1 A IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DAS ABELHAS E DA APICULTURA

As abelhas são importantíssimas para os humanos em vários aspectos, mas, fundamentalmente, para a manutenção da vida e da biodiversidade em todo o mundo. Elas geram um enorme benefício para todo o ecossistema, com a polinização na qual algumas espécies são dependentes em até 70% para a sua reprodução.

De acordo com Roubik (1989, p. 514) apud Duarte Vilela (2006, p. 47), “as abelhas são descendentes das vespas, que deixaram de se alimentar de pequenos insetos e aranhas para consumirem o pólen das flores quando essas surgiram, há cerca de 135 milhões de anos. Durante esse processo evolutivo, surgiram várias espécies de abelhas. Hoje, são conhecidas mais de 20 mil espécies, mas acredita-se que exista cerca de 40 mil espécies ainda não descobertas. Somente 2% das espécies de abelhas são sociais e produzem mel. Dentre estas, as do gênero *Apis* são as mais conhecidas e difundidas [...]”.¹

Segundo os registros históricos conhecidos, os egípcios, há cerca de 2.400 a.C., foram os primeiros a dominar uma forma de manejo das abelhas, conseguindo aninhá-las em potes de barro, o que possibilitava o transporte de enxames e sua fixação próxima às residências. Todavia, a retirada do mel ainda era feita à moda primitiva. Mesmo sendo os egípcios considerados pioneiros na criação de abelhas, a origem da palavra colmeia vem do grego. Os gregos conseguiam aninhar enxames de abelhas em recipientes de palha trançada, com formato de sino, denominados colmos (JUAREZ, 2008).

¹ ROUBIK, D.W. Ecology and natural history of tropical bee. Cambridge Tropical Biology Series. 1989. 514 p.

Já no período medieval, em alguns territórios europeus, as árvores passaram a ser declaradas como propriedade do governo, sendo expressamente proibida a sua derrubada, uma vez que constituíam um abrigo natural para os enxames de abelhas. Os enxames eram considerados como de grande importância econômica, sendo a sua propriedade registrada em cartório, constando das relações de bens deixados em herança para os descendentes. Nesta época, o roubo de enxames ou de mel era considerado um grave crime, podendo ser punido até mesmo com a morte dos infratores (CRANE, 1983).

De acordo com a FAO (2019), as abelhas desempenham um papel importante para a cadeia alimentar global. De acordo com a Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, o valor dos serviços ecológicos e econômicos fornecidos pelas abelhas corresponde a 577 bilhões de dólares americanos.

Além disso, segundo a mesma fonte, um terço da produção mundial de alimentos depende, diretamente, da sua atividade polinizadora e as abelhas são, entre os polinizadores, aquelas que desempenham a polinização de forma mais eficaz. Através da polinização de plantas, as abelhas favorecem a produção agrícola que garante a segurança alimentar e, através dos seus produtos de alto valor nutritivo (mel, geleia real, pólen, etc.), parte da segurança nutricional da população.

A apicultura é uma atividade econômica que requer pouco investimento financeiro para iniciar. Se bem conduzida e de forma integrada à outras cadeias produtivas, pode proporcionar rendimentos substanciais e fortalecer a segurança alimentar e nutricional das populações rurais, além de garantir um rendimento financeiro com a venda de seus produtos.

Embora se reconheça a importância estratégica das abelhas e da apicultura, por tabela, com base em dados disponíveis nos Estados Unidos e na Europa, alguns dados de mortalidade recente e do avanço da monocultura como prática recorrente em economias de escala no ambiente agro, possivelmente faz com que se perca, crescentemente, uma parcela considerável da população destes insetos e muitas espécies para sempre. É realmente uma junção de fatores basicamente

acontecendo ao mesmo tempo, ao final todos eles impulsionados pela atividade humana (FAO, 2019).

Vários fatores que vem colaborando, e muito, para a perda das colônias das abelhas podem ser resumidos no que se segue: a) o excessivo e mal uso de defensivos agrícolas; b) a perda de *habitat* pelo desmatamento e queimadas; e, c) doenças e pragas que estão afetando as colmeias, quer estejam em apiários manejáveis ou no ambiente natural.

De acordo com a FAO (2019), os polinizadores mais eficazes são as abelhas, com 25 a 30 mil espécies. Sem abelhas e outros polinizadores – borboletas, beija-flores, morcegos e até mesmo macacos, entre outros, afirma que não seria possível produzir para o atendimento da demanda mundial de café, maçãs, amêndoas, tomates e cacau, entre muitas outras frutas e culturas produtoras de sementes, destacando-se o papel essencial para manter o planeta saudável ao conservar a biodiversidade como um dos pilares dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Ainda, segundo o ex-Diretor Geral da FAO, José Graziano da Silva, “não podemos continuar nos concentrando em aumentar a produção e a produtividade com base no uso generalizado de pesticidas e produtos químicos que ameaçam os cultivos e os polinizadores”.

Com base na Constituição Federal de 1988, art. 225, e no levantamento de diversas legislações ambientais federais, a conclusão a que se chega é de que a conservação da biodiversidade, a manutenção da função dos ecossistemas e seus processos ecológicos e a garantia dos serviços ambientais mantidos pela biodiversidade são objetivos gerais a serem perseguidos por ocasião da avaliação de risco ambiental do uso de produtos agrotóxicos no meio ambiente. Esses objetivos independem de qual organismo está sendo utilizado como indicador na avaliação de risco, ou seja, referem-se ao processo de avaliação de risco agregado.

Na Tabela 1, pode-se observar aspectos importantes para focar, especificamente, a proteção de polinizadores e do que foi depreendido do levantamento da legislação ambiental brasileira, adicionando-se o conceito de serviço ecossistêmico.

Tabela 1 - Objetivos de proteção gerais e específicos para abelhas.

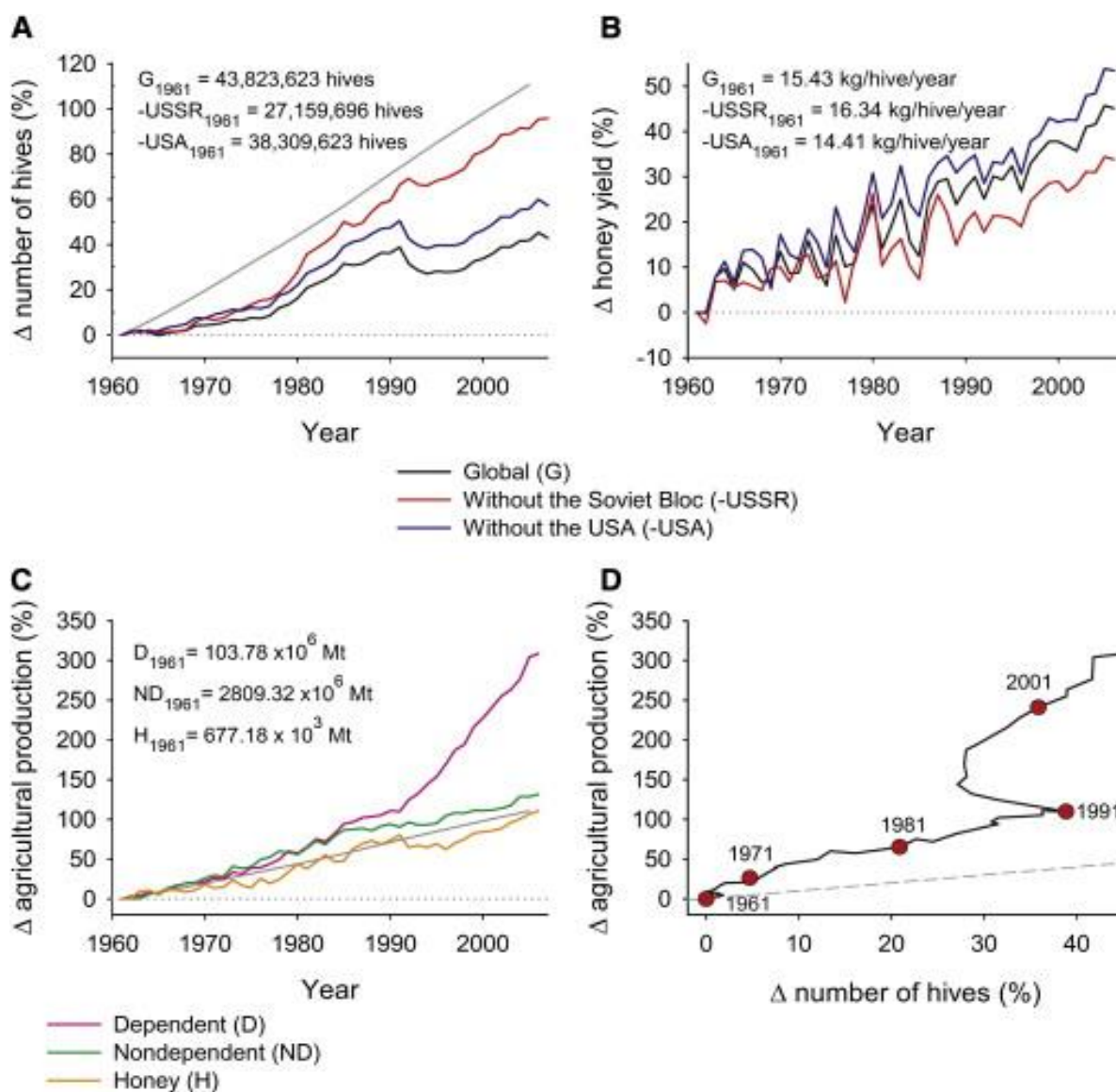
Requisito legal	Serviço ecossistêmico relacionado	Organismos	Objetivo de Proteção Específico (OPE)	Entidade ecológica	Atributo a ser medido	Magnitude de efeito aceitável	Escala espacial	Escala temporal
Conservação pelo valor dos produtos da colônia	Provisão de alimento	<i>Apis mellifera</i> Meliponíneos	Efeitos não devem comprometer a viabilidade da colônia	colônia	Sobrevivência, vigor e produção de produtos da colônia			
Promover a conservação dos polinizadores na agricultura e ecossistemas relacionados; Manter os serviços de polinização	Polinização	<i>Apis mellifera</i> Abelhas nativas	Efeitos não devem comprometer a viabilidade da colônia	colônia	Tamanho da colônia, vigor e comportamento de forrageamento	Até 20% de redução estatisticamente detectável em todos os atributos quando comparado ao controle	Dentro e fora da área cultivada	Dois ciclos, avaliados em cada um dos estágios de desenvolvimento
Preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País;		Espécies nativas sociais	Efeitos não devem comprometer a viabilidade da colônia	colônia	Sobrevivência, tamanho da colônia, vigor e reprodução			
Manter populações viáveis de espécies em seu meio natural; Garantir e promover a capacidade de reprodução sexuada e cruzada dos organismos	Provisão de Recursos genéticos/biodiversidade	Espécies nativas solitárias	(lacuna de dados)	(lacuna de dados)	Sobrevivência, tamanho da população (lacuna de dados), vigor e reprodução	(lacuna de dados)		

Fonte: Cham et al. (2017). Disponível em:

<<https://ibama.gov.br/phocadownload/agrotoxicos/reavaliacao-ambiental/2017/2017-07-25-Manual-IBAMA-ARA-Abelhas-INO217-WEB.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2019.

De acordo com os dados da FAO, analisados por Aizen e Harder (2009), o estoque global de colônias comerciais de abelhas aumentou em 45% desde 1961 (Figura 1). As principais exceções a esse aumento global envolvem declínios de longo prazo nos EUA e em alguns países europeus, mas são superados pelo rápido crescimento em outros lugares.

Figura 1 - Mudanças no número global de colmeias de abelhas, produção agrícola e população humana entre 1961 e 2007



Fonte: Aizen e Harder (2009). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982209009828>>. Acesso em: 19 out. 2019.

A Figura 1 apresenta os resultados para (A) número de colmeias; (B) rendimento de mel e (C) produção agrícola. A figura demonstra que o número global de colmeias comerciais de abelhas, conforme relatado pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, aumentou desde 1961.

Como se observa, ainda, o crescimento da fração da produção agrícola que depende dos polinizadores ultrapassou o crescimento do estoque global de abelhas domésticas (D), como indicado pela elevação da trajetória acima da linha cinza tracejada.

Aizen e Harder (2009) sugerem que o número de colmeias comerciais global tem crescido, mas não na proporção que cresceu o número de cultivos dependentes de polinização animal. Portanto, necessita-se de um incremento maior de colmeias em determinadas regiões, sendo que estas coincidem com as que são muito afetadas pelo mal uso dos defensivos agrícolas.

Vale ressaltar que este estudo não contempla as colmeias em seu *habitat* natural, as quais são as mais prejudicadas por não serem manejadas para fora das áreas afetadas pelos defensivos agrícolas.

2.2 OS DESAFIOS DA APICULTURA E A SUSTENTABILIDADE

Conforme a ONU (2015), dentre os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que foram adotados em setembro de 2015 durante a Cúpula da Organização das Nações Unidas (ONU), realizado na Conferência Rio+20, destaca-se o Objetivo 15 “Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade” como contribuição importante e direta da ação dos polinizadores.

Em 1851, o reverendo americano Lorenzo Lorraine Langstroth, partindo de diversos experimentos anteriores, criou a colmeia de quadros móveis, utilizada até hoje como colmeia padrão em escala mundial, possibilitando o manejo adequado e a criação racional das abelhas (JUAREZ, 2008).

As abelhas africanas, sabidamente conhecidas como altamente produtivas e agressivas, foram introduzidas no Brasil em 1956, em Camaquã na região de Rio Claro/SP, com o intuito de se executar um programa de melhoramento genético que fosse capaz de aumentar a produção de mel do país, associado a uma baixa agressividade (SOARES, 2012).

De um lado, as colmeias ou caixas que abrigam as famílias de abelhas são, tradicionalmente, produzidas com madeira, em sua maior parte proveniente de floresta de *pinus*, de eucaliptos ou de outras espécies que, ironicamente, servem de moradia natural e fonte de alimentos para abelhas.

Por outro lado, a chamada apicultura racional contribui com o uso de madeira para construção das caixas das abelhas, tendo em vista o total de 2.155.140 colmeias de abelhas existentes no país, conforme dados preliminares da AGÊNCIA IBGE notícias - 2017 e levando-se em consideração que cada caixa possui 2 melgueiras adicionais, somavam-se, assim, cerca de 6.465.420 caixas de abelhas completas no país.

Um grande desafio do agronegócio, no início do século XXI, é identificar e promover atividades produtivas que sejam “inclusivas” sob os aspectos tecnológicos e gerenciais e que permitam a incorporação das inovações nas pequenas propriedades rurais (DUARTE VILELA, 2006). Neste sentido, observa-se o potencial da apicultura em auxiliar na solução:

O Brasil vive um momento em que o governo e a sociedade civil, estão sendo desafiados a criar alternativas geradoras de emprego e renda. A apicultura brasileira, sendo atividade economicamente viável, socialmente justa e ambientalmente correta, reúne requisitos que a credenciam como uma alternativa de elevado potencial de inclusão social, face à sua competitividade em relação aos aspectos econômicos, sociais e ambientais, e de grande importância para o “desenvolvimento sustentável” (DUARTE VILELA, 2006, p. 378).

Duarte Vilela (2006, p. 378) afirma ainda que:

“É tempo de promover a integração de todos os atores que interagem no âmbito local, regional nacional e internacional, dentro de uma visão sistêmica, que considera os diversos fatores que interferem no desenvolvimento do agronegócio

apícola (econômicos, sociais, ambientais, culturais, políticos, científicos e tecnológicos).[...]².

Na crescente busca por atividades agrícolas com métodos de exploração menos impactantes ao ambiente e mais integradas aos ecossistemas locais, o sistema de produção agroecológico, tem se apresentado como opção de produção mais viável, sendo incentivadas, entre outras atividades, a apicultura, que se coaduna com os princípios de sustentabilidade (DA SILVA, 2004).

Na fabricação das caixas, muitas delas são confeccionadas de madeira não certificada extraída do meio ambiente de forma ilegal, contribuindo para o desmatamento e a devastação do meio ambiente.

As madeiras extraídas são muitas vezes provenientes de Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), um dos grandes problemas no Brasil. Estima-se que 80% da extração anual de madeira da Região Sudeste seja de origem ilegal, segundo a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (2019).

A busca por materiais alternativos na confecção das caixas de abelhas deve ser uma das metas que venham a contribuir na consolidação de uma apicultura cada vez mais sustentável. Algumas tentativas foram feitas no passado.

Segundo Hobson (1983) apud Cidreira (2003, p. 23), em um experimento utilizaram-se colmeias de ferro-cimento como substituto da madeira. Nessa oportunidade foi relatado que as caixas com esse material alternativo são, além de economicamente viáveis, resistentes aos elementos climáticos e ao ataque de térmitas, embora muito pesadas. Soares e Banwart (1989) apud Cidreira (2003, p. 23), lançaram a colmeia FIBERCOL, em São Paulo, de fibra de vidro, que apesar

² DUARTE VILELA, Paulo Márcio M. Araújo (Org.). Contribuições das Câmaras Setoriais e Temáticas à Formulação de Políticas Públicas e Privadas para o Agronegócio. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, 2006. 496 p.

de adequar-se satisfatoriamente à criação de abelhas melíferas, não conseguiu firmar-se no mercado devido ao alto custo.

Em outra oportunidade, a argamassa cimento-vermiculita foi desenvolvida por pesquisadores dos Institutos de Tecnologia (IT/DAU) e Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em 2000, com o objetivo de se testar mais um material alternativo para a construção de colmeias de abelhas melíferas. Primeiramente, Neves (2002) apud Cidreira (2003, p. 23), verificou que o desenvolvimento de núcleos Langstroth de abelhas Africanizadas, construídos com esse tipo de material, foi satisfatório quando comparado ao da caixa de madeira. Este autor observou ainda que a temperatura interna na área central do ninho e a atividade de voo foram similares nas caixas de madeira e de argamassa cimento vermiculita.

À semelhança dos anteriores, a proposta do atual estudo é pesquisar materiais alternativos com o reaproveitamento de placas recicladas de caixas “Tetra Pak” para a confecção das colmeias, em substituição às colmeias fabricadas em madeira. Leva-se em conta a medição de variáveis de durabilidade e resistência para a consecução de uma nova proposta na montagem de caixas de maneira rápida e eficiente e uma proposta de nova estrutura de caixa avaliando-se, preliminarmente, as vantagens em termos de investimentos e custos, auxiliando no retorno da atividade.

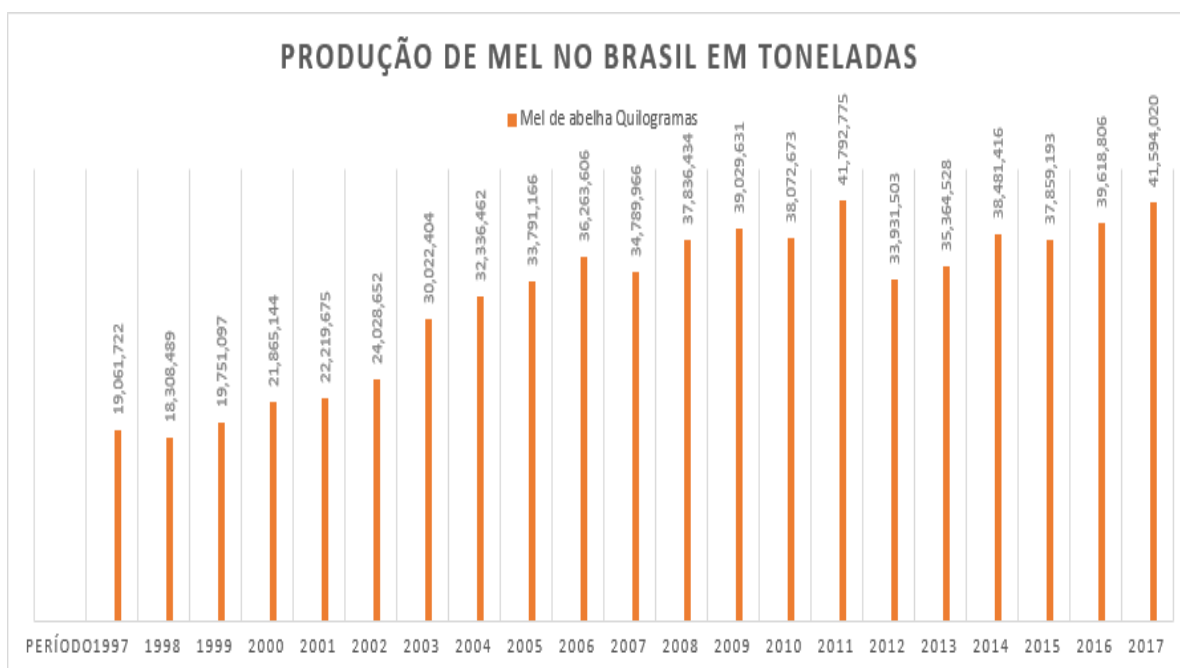
Busca-se com isso, contribuir para a viabilização de parte dos problemas, como a baixa durabilidade das caixas, que tradicionalmente são confeccionadas com madeira, em especial com *pinus spp.*, pretendendo assim evitar as infestações de insetos como cupins, formigas entre outros predadores levando em conta a resistência do material e baixa absorção da umidade que afetam a atividade da apicultura no Brasil.

A seguir, serão enfocados os aspectos econômicos da atividade no mercado internacional e o papel do Brasil nesta cadeia de negócios.

2.3 AS OPORTUNIDADES PARA O MERCADO APÍCOLA

O agronegócio brasileiro cresceu significativamente em produtividade nas últimas décadas e transformou o Brasil como um dos principais polos produtores mundiais de alimentos. A apicultura tem acompanhado este crescimento como se pode observar na produção de mel (em toneladas) do país, nos últimos 20 anos (Figura 2), conforme dados referenciados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (AGÊNCIA IBGE notícias, 2017).

Figura 2 - Produção brasileira de mel (em toneladas) nos últimos 20 anos.



Fonte: Adaptado de AGÊNCIA IBGE notícias (2017).

Atualmente, em todo o Brasil, a apicultura ou exploração racional da criação de abelhas do gênero *Apis*, é principalmente desenvolvida com famílias africanizadas que apresentam produtividade superior às demais, com maior resistência a doenças e melhor adaptação às condições climáticas brasileiras, podendo-se dessa forma, viabilizar a comercialização de mel e diversos outros produtos em escala industrial e no âmbito de exportação. Apesar de mais agressivas que as europeias, as abelhas africanizadas respondem bem a um manejo adequado, reservando o potencial de agressividade para os inimigos naturais.

Devido à introdução das abelhas de origem africana, mais difíceis de serem manejadas, a apicultura brasileira sofreu várias transformações ao longo das últimas décadas, passando a exigir dos apicultores conhecimentos das técnicas de gestão dos apiários, a fim de garantir a sobrevivência da atividade. Hoje o Brasil possui uma abelha devidamente aclimatada e perfeitamente dominada pelos apicultores, fato comprovado pela expansão registrada no desenvolvimento da atividade apícola, em todas as regiões brasileiras (WIESE, 2000).

Conforme dados preliminares da AGÊNCIA IBGE notícias (2017), no censo Agropecuário, o Brasil possui 101.947 estabelecimentos agropecuários com atividade de apicultura, num total de 2.155.140 de caixas de abelhas que representa uma produção anual de cerca de 31.149 toneladas de mel.

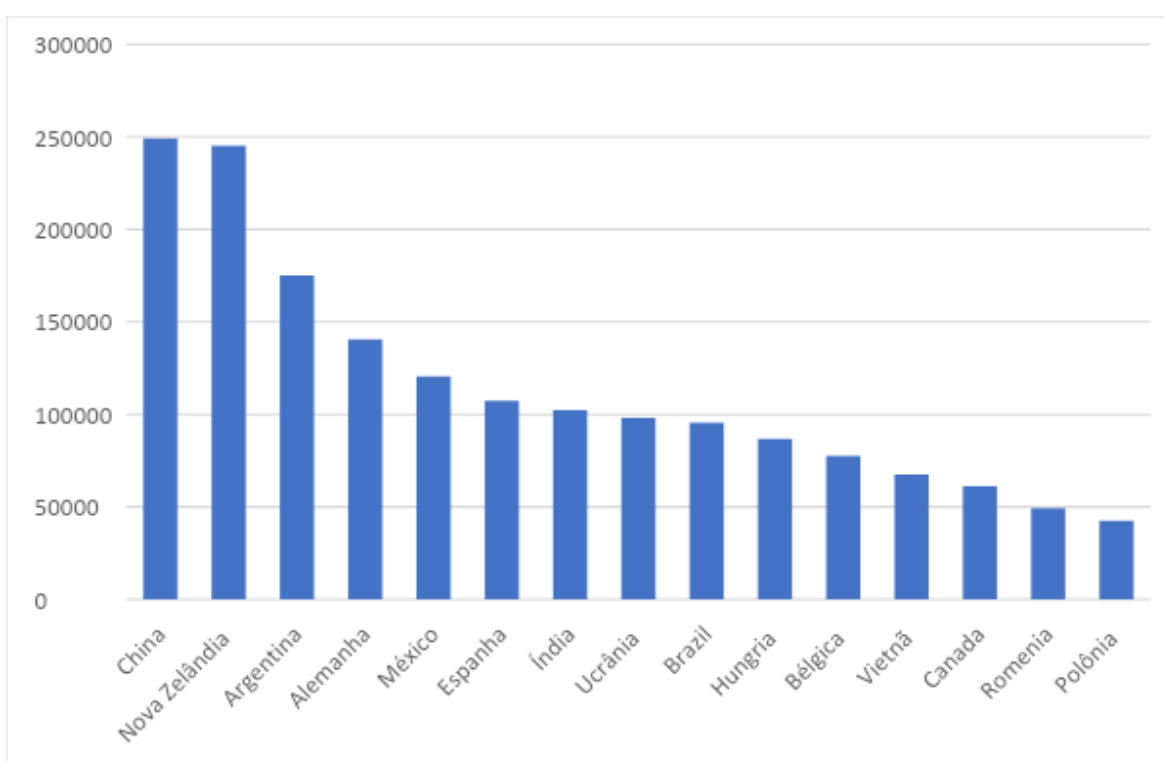
Tabela 2 - Ranking dos países exportadores de mel em 2018.

	Posição no ranking dos países Exportadores em 2018	Indicadores					
		Valor Exportação 2018 (mil dólares)	Saldo comercial 2018 (US\$)	Quant. Ton. Exportação 2018	Valor unit. (USD / unid.)	Cresc. anual em valor entre 2014-2018 (%)	Cresc. anual em quant. 2014-2018 (%)
	China	249.251	179.122	123.477	2.019	-1	-2
2	Nova Zelândia	245.233	244.903	8.033	30.528	11	-4
3	Argentina	175.008	175.008	70.669	2.476	-2	10
4	Alemanha	140.512	-165.152	22.717	6.185	-1	-2
5	México	120.405	120.382	55.674	2.163	-8	3
6	Espanha	107.302	39.286	23.516	4.563	-2	-5
7	Índia	102.408	99.154	58.231	1.759	4	20
8	Ucrânia	98.177	98.114	49.461	1.985	6	13
9	Brasil	95.420	95.181	28.524	3.345	3	4
10	Hungria	86.700	86.700	20.932	4.142	1	8
11	Bélgica	77.660	4759	19.693	3.944	0	-5
12	Vietnã	67.659	65.519	42.834	1.580	-17	-3
13	Canadá	61.219	32.382	18.837	3.250	7	20
14	Romênia	49.274	37.842	10.512	4.687	-1	0
15	Polônia	42.499	-19.463	14.646	2.902	-2	3

Fonte: Trade Map (2019).

O Brasil se destaca, ainda, como o 9º exportador de mel no ranking mundial, conforme dados apresentados da *Trade Map - Trade statistics for international business development* (Tabela 2). É necessário que se diga que o país possui potencial para um crescimento maior ainda, impactando positivamente na geração de receita das exportações junto a balança comercial (Figura 3).

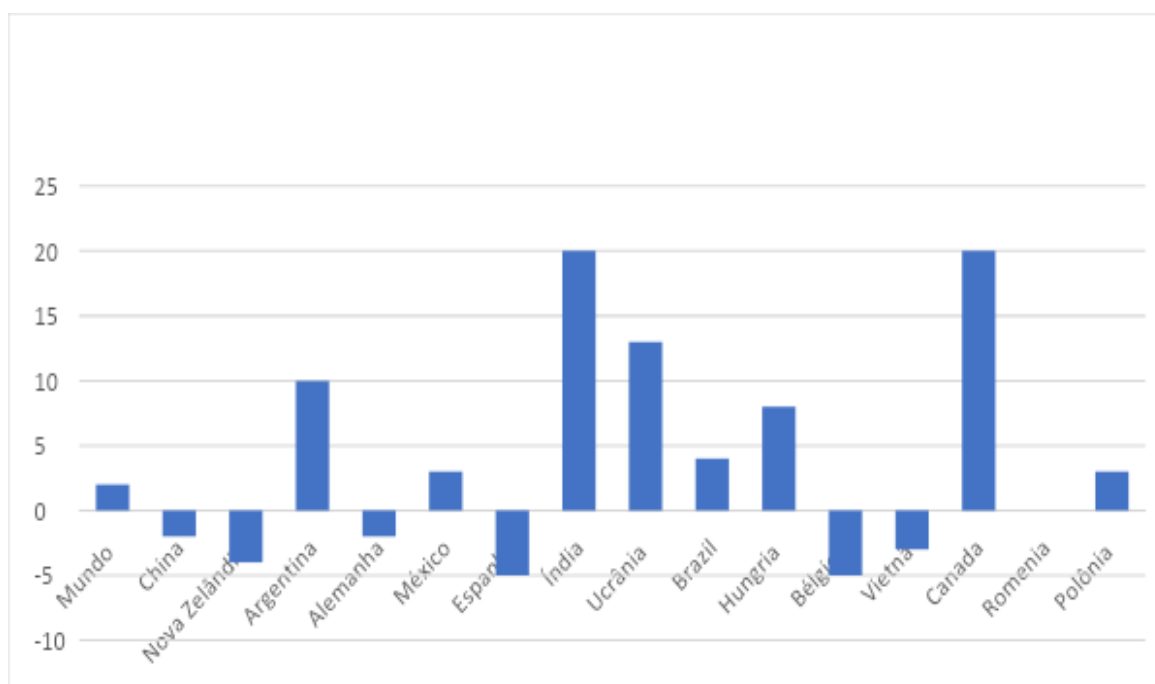
Figura 3 - Ranking mundial dos maiores exportadores de mel em 2018.



Fonte: *Trade Map* (2019).

Também pode-se observar que o Brasil, dentre os países que mais exportam mel, teve um crescimento diferenciado quando comparado a seus concorrentes, ficando em 5º lugar dos que aumentaram suas exportações neste período (Figura 4).

Figura 4 - Posição no ranking dos países que tiveram um crescimento nas exportações de mel entre 2014-2018 (%).



Fonte: *Trade Map* (2019).

Conforme dados da *Trade Map* (2019), o que se pode notar, em termos de faturamento agregado do setor (Tabela 3), é que no ano de 2015 houve uma redução nos valores exportados com uma queda de 17,1 % em comparação ao ano de 2014, devido à forte estiagem ocorrida no período.

Segundo a mesma fonte, já em 2017, houve uma forte alta de 31,8% em relação ao ano de 2016 e as exportações brasileiras de mel totalizaram US\$ 121 milhões com os Estados Unidos, se constituindo como principal destino (participação de 86% no volume total) embarcado para o exterior.

Os três principais importadores de mel brasileiros, juntos, correspondem a 92% de todo mel exportado do país que, se de um lado mostra demanda forte e inserção do mel brasileiro nestes grandes compradores, por outro, leva a uma situação de risco pela concentração de clientes. Isso mostra a necessidade de se diversificar os compradores e a necessidade de crescimento, corroborado pelo

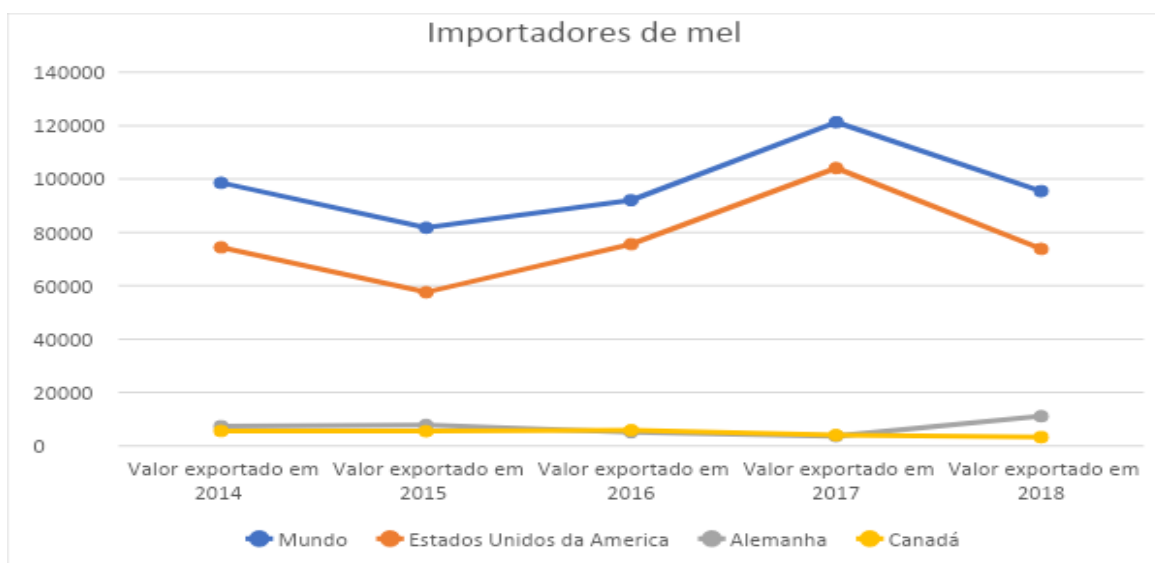
potencial de se aumentar a produção, levando-se em conta outros mercados internacionais (Figura 5).

Tabela 3 - Faturamento do setor exportador de mel (em milhões de dólares americanos) importadores do mel brasileiro (de 2014/2018).

Importadores	Valor exportado em 2014	Valor exportado em 2015	Valor exportado em 2016	Valor exportado em 2017	Valor exportado em 2018
Mundo	98.576	81.720	92.030	121.298	95.420
Estados Unidos da América	74.374	57.542	75.564	104.097	73.791
Alemanha	7.286	7.812	5.046	3.636	11.107
Canadá	5.561	5.470	5.837	4.003	3.229

Fonte: *Trade Map* (2019).

Figura 5 - Os 3 principais importadores do mel brasileiro.



Fonte: *Trade Map* (2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa teve início com a busca de materiais disponíveis no mercado para se utilizar na confecção de colmeia (caixa) com características similares às estabelecidas no modelo Langstroth. Para tanto, chegou-se a um material obtido na reciclagem de embalagens de alimentos.

Quanto a resistência e durabilidade e absorção dos materiais, foram feitos testes no Laboratório de Construções Rurais e Ambientais (CONSTRAMBI) do Departamento de Engenharia de Biosistemas (ZEB), da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da Universidade de São Paulo (USP), Campus Fernando Costa - Pirassununga.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Kirsch e Lemes (2019), esta pesquisa caracteriza-se como:

- a) Pela natureza: como pesquisa aplicada, com o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática na solução de problemas relacionados à apicultura;
- b) Quanto aos objetivos: pesquisa exploratória, pois envolve o levantamento e teste de novo material para a confecção de colmeias para abelhas do gênero *Apis mellifera*;
- c) Quanto à abordagem do problema: pesquisa qualitativa, ao buscar reconhecer as informações sobre o material alternativo, em dados passíveis de quantificação, traduzindo informações e números acerca dos dados laboratoriais;
- d) Quanto aos procedimentos técnicos: foram utilizados referencial bibliográfico, modelagem/simulação e pesquisa laboratorial;
- e) Como Instrumento e coleta de dados: a pesquisa utilizou-se de testes laboratoriais, dados de mercado e técnicas estatísticas;
- e, f) Para a análise de dados foi utilizada uma estatística descritiva e tabulação de dados de custos em planilha Excel, a fim de estruturar e analisar os dados referentes aos problemas investigados.

3.2 MATERIAIS DA PESQUISA

Para estudar a durabilidade dos compósitos do material, doravante chamada de ALUPLAST, foram cedidas amostras pela empresa IBAPLAC Produtos Recicláveis Ltda. As placas são compostas por material 100% reciclado obtidos da reciclagem de embalagens “Tetra Pak”, em especial caixinhas de leite, as quais

apresentam uma composição de 75% de plástico (polietileno de baixa densidade/PEBD) e 25% de alumínio, já extraída a celulose da composição da caixa original.

Para a fabricação dos painéis de madeira-plástica com resistência ao fogo foi utilizado o resíduo chamado 'TETRA BRIK' ou 'TETRA PAK'. Este resíduo é utilizado como separadoras durante o transporte de produtos e sua textura é mostrada como uma forma de polipropileno (PP) que contém a composição de hidróxido de alumínio. Isto prevê que o painel obtido tenha boas respostas ao fogo. Seu uso como matéria-prima foi introduzido diretamente após sua moagem, também de acordo com as suas propriedades. Considera-se que este tipo de plástico possa atingir seu ponto de inflamação em cerca de 390°C (ÁLVARES, 2010).

De acordo com Rivera (2012), apud Lopez et al. (2016, p. 8), “a fabricação de painéis de madeira-plástica tem muita aplicação. É considerado um material sustentável e reciclável com excelentes propriedades físicas pela sua alta resistência aos agentes externos (condições meteorológicas). É um substituto para materiais tradicionais como madeira, concreto, plástico injetado e outros materiais. Sua base principal é de resíduos plástico pós-consumo”.

Em média, mais de 70% das embalagens cartonadas ou “Tetra Pak” são feitas de fibras de papel fortes e longas, que podem ser recicladas várias vezes. A camada fina de plástico pode ser combinada à outros polímeros e transformada em novos produtos (TETRA PAK, 2019a).

De acordo com a TETRA PAK (2019b), a embalagem original possui, em sua composição, diversos materiais dispostos em seis camadas, cada uma com sua respectiva função, que possibilitam a criação de barreiras contra agentes externos. Entre elas:

- a) Polietileno (plástico): Protege a camada de papel e contra a umidade exterior;

- b) Papel: Possui função de sustentação da embalagem, descrição das informações sobre o produto, marca e fabricante;
- c) Polietileno (plástico): Constitui-se como camada de aderência;
- d) Alumínio: Evita a passagem do oxigênio vindo do meio ambiente, bem como da luz e a contaminação do meio externo;
- e) Polietileno (plástico): Nova camada de aderência;
- f) Polietileno (plástico): Protege, finalmente, o produto e evita contato com as demais camadas.

A reciclagem da embalagem longa vida ou “Tetra Pak” é complexa, pois ela apresenta diversos componentes de características físicas e químicas diferentes. Calcula-se que uma tonelada de embalagem cartonada produz cerca de 700 kg de papel, o que evita o corte de 21 árvores no ponto máximo de aproveitamento (TETRA PAK, 2019c).

Por sua vez, as tábuas de *Pinus spp*, para efeito de tratamento controle, foram adquiridas no comércio local e, após a sua secagem por completo que demandou 60 dias, depositadas em local arejado. A espessura das tábuas foi reduzida de 2,00 cm por meio de uma plaina desengrossadeira. Em seguida, foram transformados em peças com dimensões de 2,0 x 5,0 x 50,0 cm, por meio de uma serra circular, a fim de assemelhar as dimensões a serem utilizadas na construção das colmeias.

3.3 VARIÁVEIS DA PESQUISA

Para Triviños (1992), observar as características das variáveis de uma pesquisa remete a sua descrição para dar sentido ao objeto proposto. Neste caso, as variáveis estudadas foram:

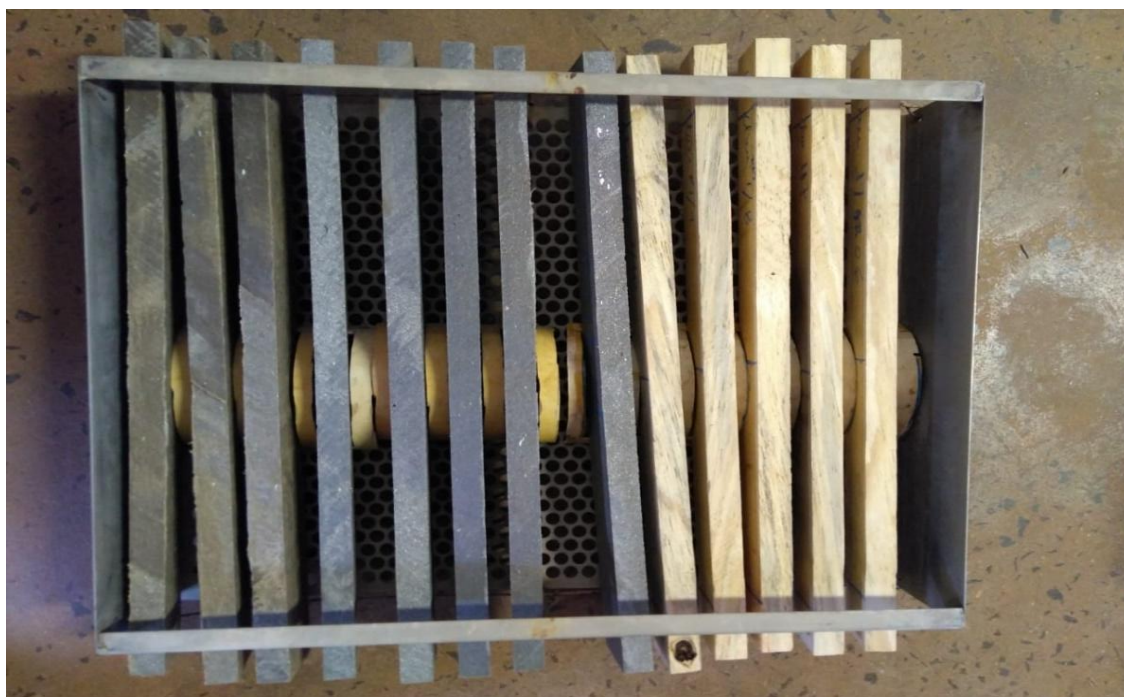
- a) Resistência e durabilidade da placa ALUPLAST em relação ao *Pinus spp*;
- b) Absorção e umidade da placa ALUPLAST em relação ao *Pinus spp*;

- c) Proposta de estruturação de uma nova colmeia com placa ALUPLAST;
- d) Valores comparativos de investimento e custos operacionais envolvidos entre os dois materiais testados.

3.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS PLACAS

Para determinar os valores das propriedades físicas: valor de absorção de água (AA), em %; de porosidade aparente (PA), em % e de densidade aparente (DA), em g/cm^3 , dos compósitos produzidos, foi empregada a técnica de imersão, fundamentada na norma ASTM C-948-81 (*Standard test method for dry and wet bulk density, water absorption, and apparent porosity of thin sections of glass-fiber reinforced concrete*).

Figura 6 - Corpo de prova de madeira Pinus spp. e ALUPLAST, preparados para imersão em água.



Fonte: Própria autoria.

Assim, os corpos de prova foram imersos em água à temperatura ambiente por 2 horas, conforme Figura 6, seguido de medição e pesagem antes e depois para determinação da massa imersa (amostra imersa na água) e úmida (retirando a

amostra da água e enxugando levemente sua superfície para retirada do excesso de água com um pano limpo e seco). Logo após, mergulhado novamente em água por mais 22 horas, repetindo o processo de medição e pesagem (TONOLI, 2009).

A caracterização física dos compósitos foi realizada 7 dias após envelhecimentos acelerados, tendo descansado na pancada em temperatura ambiente. A Eq. 1, foi utilizada para o cálculo da absorção de água, AA, em %, dos compósitos:

$$AA = \left(\frac{M_{sss} - M_{seca}}{M_{seca}} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Onde:

M_{sss} é a massa do compósito saturado em água e com superfície seca, e

M_{seca} é a massa do compósito seco.

Após sua confecção, os corpos de prova foram condicionados em câmara própria, na qual foi aplicado o processo de envelhecimento acelerado por imersão e secagem (água e temperatura). Este procedimento visou simular as condições naturais de exposição que envolve chuva e temperatura. Também foram analisados os ensaios de tração, flexão e de absorção, comparando a madeira de *Pinus spp.*, uma das mais utilizada na fabricação de caixas de abelhas com as placas ALUPLAST.

Esse ensaio foi realizado de acordo com a metodologia de Tonoli (2009) e adaptado da norma EM 494 - *Fibre-cement profiled sheets and fittings for roofing-Products specification and test methods* (1994), realizado em câmara automática de envelhecimento acelerado, marca Marconi (Figura 7), modelo MA 035, com ciclos de preenchimento dos poros capilares da matriz por imersão completa em água por 170 minutos e secagem por aquecimento até 70 °C +/- 5 °C por 170 minutos, com 10 minutos de descanso entre ciclos para evitar choque térmico. Este procedimento foi repetido até completarem-se 200 ciclos (MEJIA, 2015).

Figura 7 - Câmara de Envelhecimento Acelerado da marca Marconi.



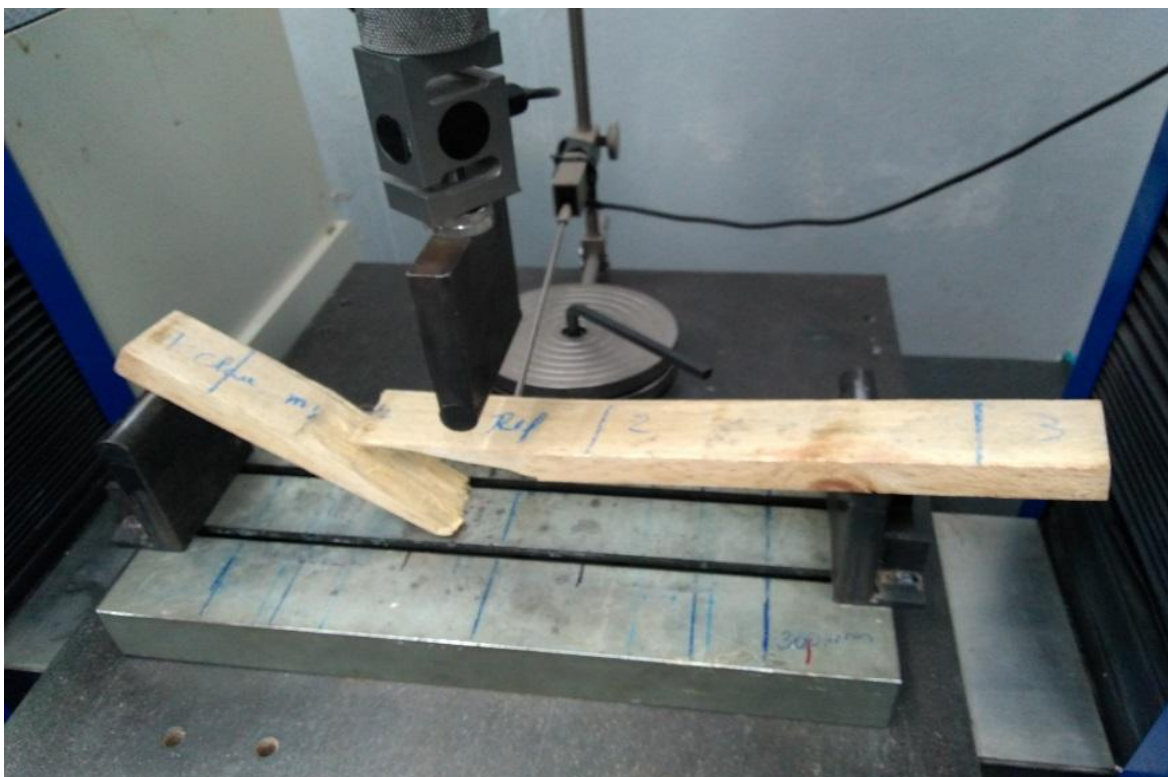
Fonte: Própria autoria.

3.5 CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DOS COMPÓSITOS

As propriedades mecânicas das placas foram determinadas conforme demonstrado na Figura 8, por ensaio de tração na flexão com quatro pontos, que identifica a força aplicada e a deformação sofrida pelo material, segundo as indicações da RILEM (*Testing Methods for Fibre Reinforced Cement-Based Composites*).

Foi utilizada uma distância entre apoios inferiores ou igual a 135 mm, distância entre apoios superiores igual a 45mm e velocidade de deslocamento de 1,5 mm/min, sobre corpos de prova saturados em água (24 horas de imersão), utilizando-se uma máquina universal de ensaios mecânicos, marca EMIC, modelo DL 30.000 juntamente com os seus acessórios (célula de carga com capacidade de 1 kN e deflectômetro para medição de pequenas deformações até 30 mm).

Figura 8 - Aparelho utilizado para o teste de tração e flexão das propriedades mecânicas do *Pinus spp* em relação à ALUPLAST.



Fonte: Própria autoria.

Para determinar os valores representativos das propriedades do módulo de elasticidade (MOE), em MPa; limite de proporcionalidade (LOP), em MPa; módulo de ruptura (MOR), em MPa e energia específica (EE), em kJ/m², foram aplicadas as equações (2), (3), (4) e (5), respectivamente. O ensaio foi programado para finalizar quando atingisse uma redução de 50% da carga máxima de ruptura (MEJIA, 2015).

$$MOR: \frac{3 \cdot P_{m\acute{a}x} \cdot (L_{inf} - L_{sup})}{2 \cdot b \cdot d^2} \quad (2)$$

$$LOP: \frac{3 \cdot P_{LOP} \cdot (L_{inf} - L_{sup})}{2 \cdot b \cdot d^2} \quad (3)$$

$$LOP: \frac{3*P_{Lop}*(L_{inf}-L_{sup})}{2*b*d^2} \quad (4)$$

$$EE: \frac{\text{Energia Absorvida}}{A} \quad (5)$$

Onde:

Pmáx: É a carga máxima aplicada (Newton);

PLop: carga máxima aplicada antes da curva carga x deformação desviar-se da linearidade (Newton);

Linf: distância entre apoios inferiores (mm);

Lsup: distância entre apoios superiores (mm);

b: largura do corpo-de-prova (mm);

d: espessura do corpo-de-prova (mm);

Energia absorvida: energia na área sob a curva do gráfico carga x deformação (Newton x mm);

A: área da seção transversal do corpo-de-prova (mm²);

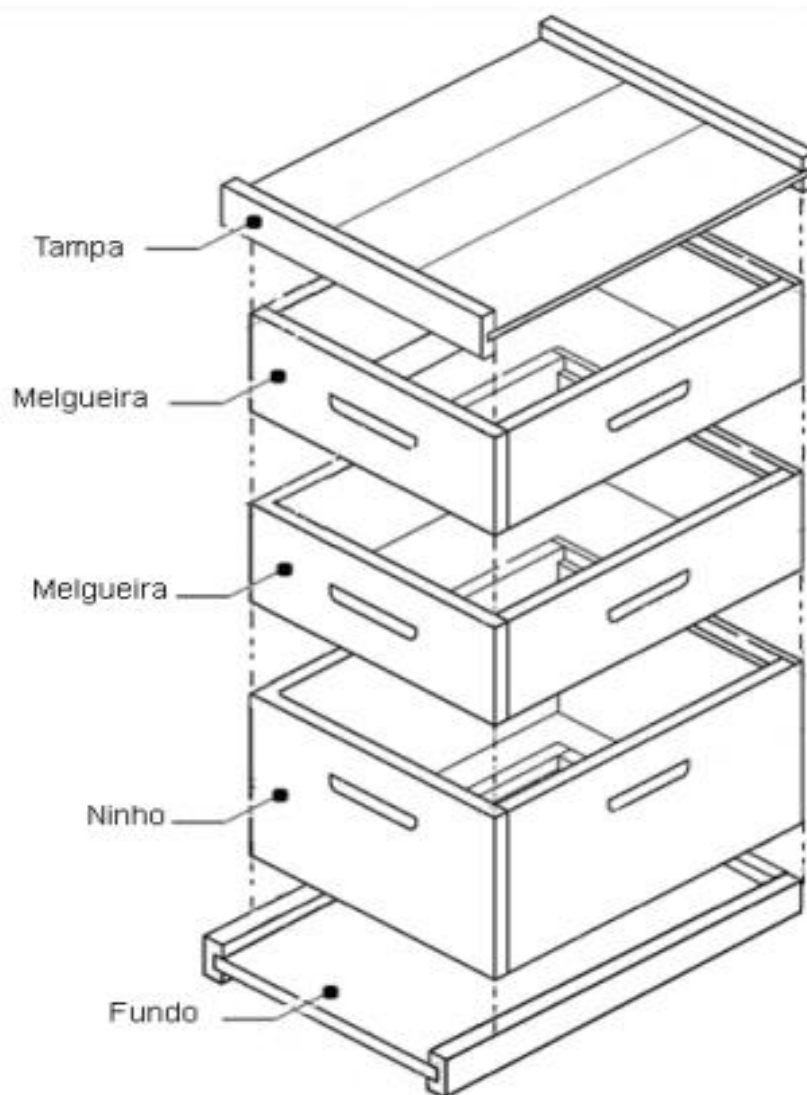
α: coeficiente angular da região linear da curva carga x deformação.

3.6 MODELO UTILIZADO PARA A CONSTRUÇÃO DA NOVA PROPOSTA DE COLMEIA PARA USO COM *APIS MELLIFERA*

Para a efetivação deste trabalho, foi construída uma nova proposta de uso de material para caixa de abelhas *Apis mellifera*, utilizando ao parâmetro do modelo da colmeia Langstroth (Figura 9) indicado pela EMBRAPA e definido pela norma ABNT NBR 15713:2009 – Apicultura – Equipamentos – Colmeia tipo Langstroth, com as seguintes medidas do fundo com 60,0 cm de comprimento e 41,0 cm de largura; ninho com 46,5 cm de comprimento, 37,0 cm de largura e 24,0 cm de altura; melgueiras com 46,5 cm comprimento, 37,0 cm de largura e 14,2 cm de altura; e,

finalmente, a tampa medindo 51,0 cm comprimento e 44,0 cm de largura, tradicionalmente construída com madeira (ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

Figura 9 - Modelo da colmeia Langstroth.



Fonte: ABNT (NBR 15713, 2009, p. 4)

3.7 TÉCNICA DE ANÁLISE DE DADOS

Os valores obtidos das propriedades físicas e mecânicas foram avaliados a partir de um tratamento de estatística descritiva, com a finalidade de organizar e resumir os dados experimentais.

A média aritmética foi adotada como medida de tendência central e o desvio padrão como medida de dispersão. Foram comparadas as médias com cada variável resposta (MOR, MOE, AA, EE), determinando assim, os valores médios e o desvio padrão das propriedades físicas e mecânicas entre a madeira de *Pinus spp.* e a placa ALUPLAST.

Avaliou-se se existiu diferença significativa entre as condições antes e após o tratamento de envelhecimento (200 ciclos) e se houve vantagens obtidas para os resultados entre as variáveis dos dois materiais testados: *Pinus spp.* e ALUPLAST.

Para as comparações dos valores obtidos para investimentos e custos operacionais entre os materiais teste, foram utilizadas cotações de mercado e custos de oportunidade (ambos em R\$) com data base de 01/06/2020 planilhados com o auxílio do sistema Excel da Microsoft. As informações de mercado foram obtidas com base na experiência do pesquisador em mais de 30 anos de atividade na apicultura.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 TESTES DE RESISTÊNCIA E DURABILIDADE DOS MATERIAIS

O número de corpos de prova, bem como suas dimensões e propriedades analisadas são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Planilha de dados com os dimensionamentos e massa antes e depois do envelhecimento, acelerados de 200 ciclos da madeira de Pinos spp. e da placa ALUPLAST.

	Amostras Referência <i>Pinus spp.</i> - 01/04/2019				Amostras <i>Pinus spp.</i> Envelhecidas em 200 ciclos - 27/05/2019			
	Espessura (1) mm	Espessura (2) mm	Espessura (3) mm	Massa	Espessura (1) mm	Espessura (2) mm	Espessura (3) mm	Massa
M1/1	21	21	21	289	22	20	21	280
M1/2	21	21	20	237	20	20	20	235
M1/3	20	21	21	248	21	21	21	245
M1/4	20	21	21	265	21	21	21	260
M1/5	20	21	21	228	21	21	20	225
M1/6	19	20	20	265	20	21	21	460
M1/7	20	20	20	230	21	21	21	350
M1/8	21	21	20	258	22	21	21	355
M1/9	19	19	20	211	20	20	21	435
M1/10	21	21	20	251	22	22	21	510
	Amostras Referência ALUPLAST - 01/04/2019				Amostras envelhecidas - ALUPLAST em 200 ciclos - 27/05/2019			
M2/1	20	19	19	465	19	19	19	465
M2/2	20	19	20	492	20	19	19	490
M2/3	20	19	20	492	19	20	20	490
M2/4	20	19	20	493	20	20	20	495
M2/5	19	20	19	474	19	20	20	475
M2/6	18	19	19	475	19	19	19	475
M2/7	20	20	20	501	20	20	20	475
M2/8	20	20	19	492	20	20	20	495
M2/9	19	19	19	484	19	19	19	485
M2/10	20	20	20	497	20	20	20	500

Legenda:

M1/1, M1/2 ...: *Pinus spp.*

M2/1, M2/2 ...: ALUPLAST

Fonte: Dados da pesquisa

Os testes demonstrados na Tabela 4 ocorreram entre os dias 01 de abril de 2019 a 27 de maio de 2019. As medidas das espessuras analisadas nas amostras das madeiras de *Pinus spp.* e da placa ALUPLAST foram extraídas em três pontos: no começo, meio e final das peças.

Analisando os dados da Tabela 4, pode-se observar que as amostras de madeira *Pinus spp.*, que foram submetidas ao envelhecimento acelerado de 200 ciclos (M1/6 - M1/7 - M1/8 - M1/9 - M1/10), sofreram alterações consideráveis na sua espessura e, principalmente, em sua massa, caracterizando assim uma alta absorção de água, quando comparadas às amostras referência que não foram submetidas ao envelhecimento acelerado de 200 ciclos (M1/1 - M1/2 - M1/3 - M1/4 - M1/5).

Já na comparação entre as amostras referência da placa ALUPLAST (M2/1 - M2/2 - M2/3 - M2/4 - M2/5), pode-se observar que permaneceram inalteradas em relação às amostras (M2/6 - M2/7 - M2/8 - M2/9 - M2/10) submetidas ao envelhecimento acelerado de 200 ciclos. Neste sentido, observa-se que as mesmas praticamente não sofreram alterações em seu dimensionamento e massa, caracterizando a placa ALUPLAST como de baixa ou nenhuma absorção de água.

Tabela 5 - Valores Médios e Desvio Padrão de propriedades mecânicas e físicas da madeira Pinus spp. e da placa ALUPLAST.

Tratamentos	MOR (MPa)	MOE (MPa)	AA %	EE (J/m²)
<i>Pinus spp.</i>	56 ± 12	7143 ± 815	46 ± 23	4,47 ± 1,29
<i>Pinus spp. env.</i>	37 ± 4	5731 ± 1519	63 ± 25	4,12 ± 1,19
ALUPLAST	13 ± 1	473 ± 17	0,21 ± 0,07	0,04 ± 0,17
ALUPLAST env.	13 ± 1	508 ± 10	0,23 ± 0,04	0,13 ± 0,22

Legenda: MOR: módulo de ruptura

MOE: módulo de elasticidade

AA: absorção de água

EE: energia específica absorvida

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme os testes realizados, como demonstram detalhadamente os APÊNDICES A, B, C e D, e a partir dos resultados resumidos na Tabela 5, pode ser observado uma alteração significativa no Módulo de Ruptura (MOR) das amostras envelhecidas de *Pinus spp.*, em comparação com o mesmo material de referência controle (sem envelhecimento). Isso demonstra a fragilização da madeira após 200 ciclos de envelhecimento acelerado entre os dois estados de tratamento. O mesmo fenômeno não é observado nas amostras envelhecidas de ALUPLAST, quando comparadas as médias e os respectivos desvios padrão, em relação ao material original, mantendo-se inalteradas as resistências de ambos os materiais.

Em relação ao Módulo de Elasticidade (MOE), o que se observa é que existe forte diferenciação entre as amostras referência de *Pinus spp.* e as amostras envelhecidas com 200 ciclos. Registrou-se 24,6% de fragilidade na elasticidade do material envelhecido em relação ao controle. Observa-se ainda, que nas amostras das placas ALUPLAST, a deterioração encontrada após o processo de envelhecimento, foi bem menor (7,4% de diferenciação) quando comparadas às amostras referência.

Já em relação à Absorção de Água (AA), as amostras de *Pinus spp.* envelhecidas absorveram 37% a mais de água que as amostras referência, com expressivo aumento de volume evidenciado nos APÊNDICES E e F. A exemplo do que ocorreu no MOE, nas amostras das placas ALUPLAST, a absorção encontrada após o processo de envelhecimento, foi bem menor (9% de diferenciação) quando comparadas às amostras referência. Já em relação ao ALUPLAST não se observou aumento a ser considerado, tanto nas amostras referência quanto nas amostras envelhecidas, conforme achados dos APÊNDICES G e H.

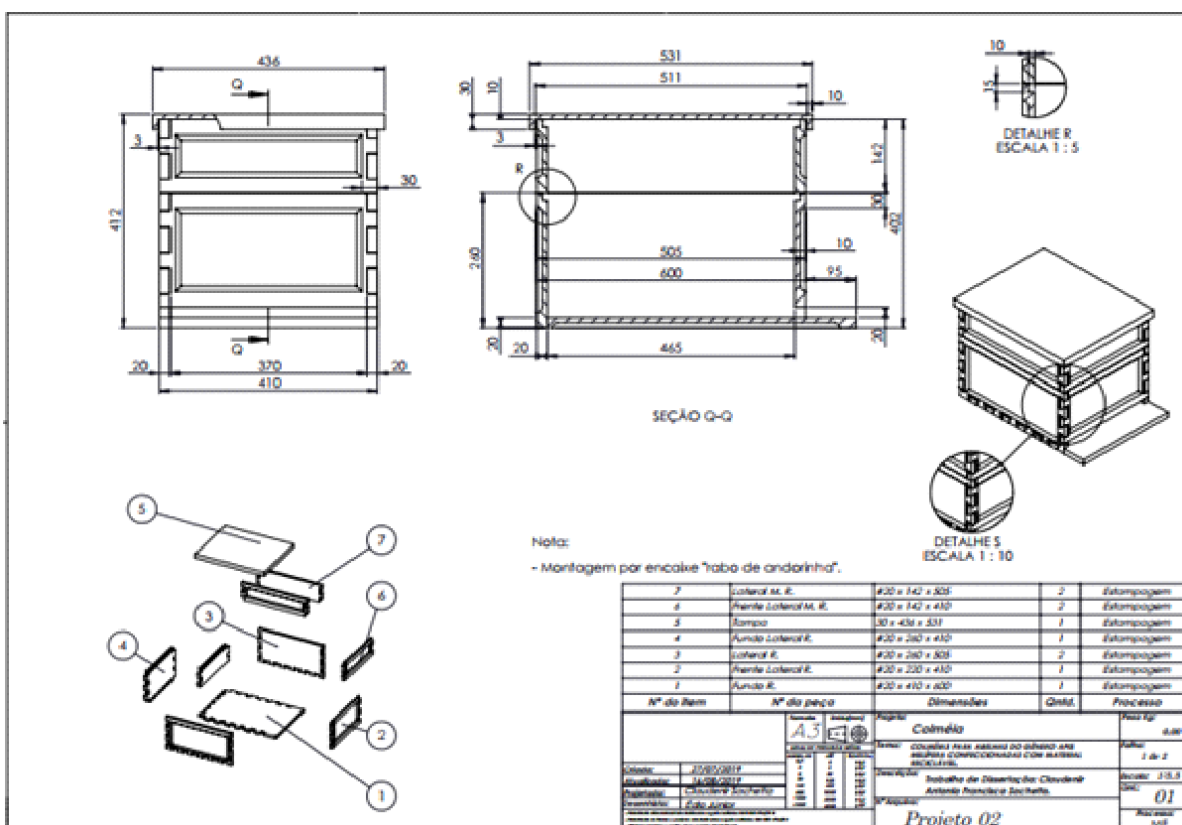
Em relação a Energia Específica absorvida (EE), medida em (J/m²), é preciso reforçar que essa propriedade mede a tenacidade do material, ou seja, o quanto ele absorve de energia antes da ruptura. Os resultados confirmaram que a madeira tem uma alta tenacidade ($4,47 \pm 1,29$ para o controle e $4,12 \pm 1,19$ para o material envelhecido) enquanto o ALUPLAST apresentou valores muito menores para essa característica ($0,04 \pm 0,17$ para o controle e $0,13 \pm 0,22$ para o material envelhecido).

Esse resultado já era esperado e pela aplicação pretendida (utilização para a confecção de caixas para a apicultura) não seria necessário alcançar altos valores de EE como aqueles apresentados pela madeira de *Pinus spp.*.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DA PROPOSTA DE CAIXA E CUSTOS COMPARATIVOS ENTRE OS MATERIAIS UTILIZADOS

A colmeia construída (Figura 10), como parte das respostas deste trabalho, tomou por base a Norma da ABNT (NBR 15713, 2009, p. 4), respeitando-se as medidas internas da caixa.

Figura 10 - Projeto da colmeia modelo Langstroth adaptada para a utilização das placas de ALUPLAST.



Fonte: Dados da pesquisa.

Para a confecção e montagem da nova proposta de caixa com o material em estudo de base das caixas "Tetra Pak", foram utilizados equipamentos básicos de

marcenaria como serrote, esquadro, régua, martelo, compasso e morsa de bancada, ou seja, todos de fácil acesso e custo reduzido para os apicultores.

As dimensões da colmeia são retratadas em milímetros, sendo 600,00 mm de comprimento, 410 mm de largura e 20 mm de espessura, com angulação dos cortes de 64,01° para posterior encaixe das laterais com a mesma angulação. Nas laterais da colmeia, as dimensões à esquerda e à direita são de 505 mm de comprimento, 280 mm de altura e 20 mm de espessura com angulação dos cortes de 64,01° para posterior encaixe das laterais e do fundo.

Já as dimensões da frente e dos fundos da colmeia foram utilizadas 505 mm de comprimento por 280 mm de altura e 20 mm de espessura, com angulação dos cortes trapezoidal de 64,01°, para posterior encaixe das laterais. A tampa da colmeia possui dimensões de 525 mm de comprimento, 436 mm de largura de 20 mm e na parte superior em formato de L, com ângulo de 90 graus e a espessura medindo 10 mm.

Antes de entrar diretamente na análise de viabilidade comparativa entre os dois materiais testados, é necessário registrar alguns dados que podem ser importantes para auxiliar na decisão para a melhoria do manejo das caixas de abelhas. Um destes aspectos dizem respeito ao peso do conjunto ninho e duas melgueiras.

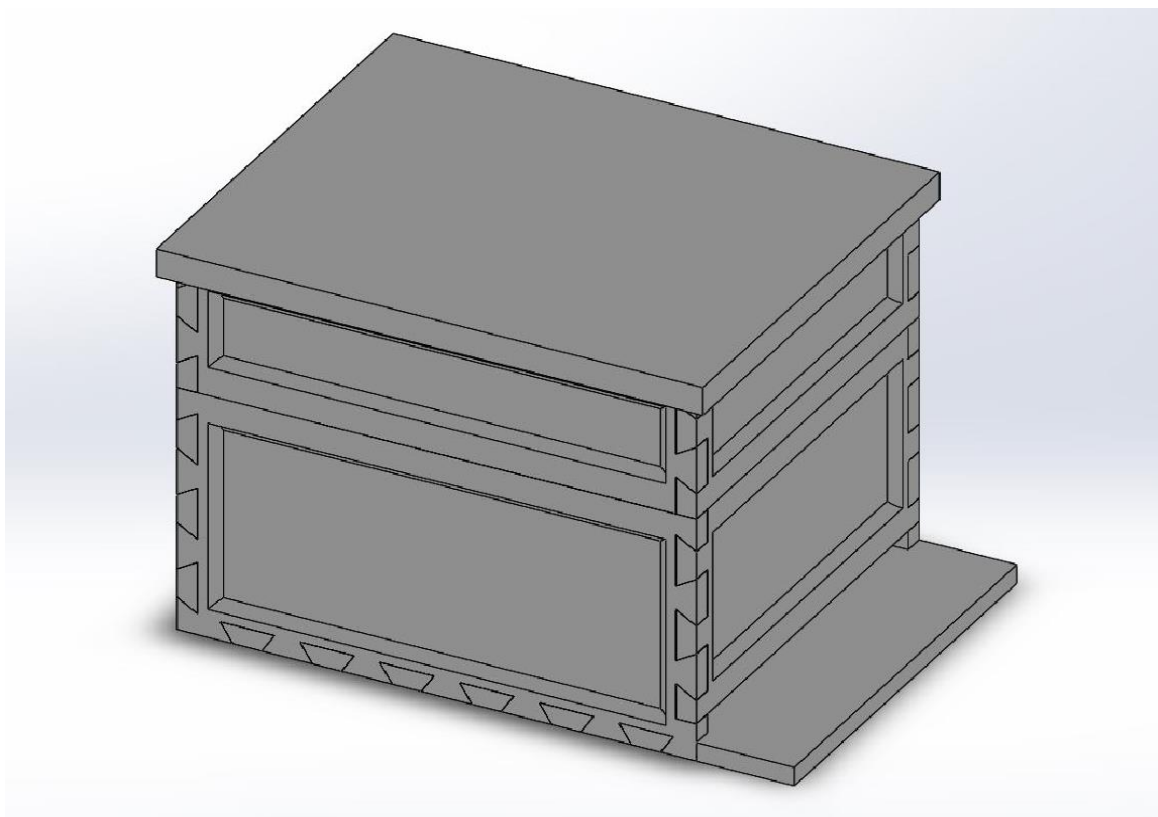
Outras alternativas de materiais já foram tentadas no passado, mas esbarraram neste limitante que dificulta a rotina de manejo, sobretudo quando o apicultor utiliza a estratégia de apicultura migratória, em que as caixas são deslocadas, periódica e sistematicamente, de acordo com a existência de floradas em determinadas regiões. Nesse sentido, pode-se citar os relatos de Neves (2002) apud Cidreira (2003, p. 23) que testou uma mistura de argamassa cimento-vermiculita e Hobson (1983) apud Cidreira (2003, p. 23), que utilizou colmeias de ferro-cimento como substituto da madeira.

A comparação para essa importante variável encontrou a seguinte situação: a) o peso médio da caixa de madeira de *Pinus spp.* é de 20,375 Kg e, b) o peso

médio da caixa construída com placas normais de ALUPLAST fica em 21,865 Kg, ou seja, uma desvantagem desta em relação à de madeira de cerca de 7,5% mais pesada.

Para evitar essa desvantagem de natureza operacional entre os dois tipos de materiais, buscou-se desenvolver um desenho de projeto de caixa que reduz a espessura das placas sem tirar a sua resistência. Com isso, o peso da caixa de ALUPLAST, com esta inovação em termos de engenharia de produto na estrutura das paredes, resultou em um valor final de 18,200 Kg, cerca de 12,0% mais leve quando comparada à de madeira de *Pinus spp.*. Como inovação, foram propostos na sua montagem, encaixe trapezoidal tradicionalmente chamado de rabo de andorinha e rebaixamento nas placas de ALUPLAST para a viabilização na redução do peso do conjunto (Figura 11).

Figura 11 - Projeto da colmeia modelo Langstroth adaptada para a utilização das placas de ALUPLAST com visualização detalhada dos rebaixamentos nas placas de ALUPLAST.



Fonte: Dados da pesquisa.

Na Tabela 6, pode-se observar as simulações realizadas em planilhas Excel, quanto aos valores projetados para investimentos e custos operacionais na comparação das duas opções de materiais constituintes.

*Tabela 6 - Valores relacionados à redução de capital em investimentos e custos operacionais projetados de uma caixa (com um ninho e duas melgueiras) comparando a construção com a madeira de *Pinus spp.* e o ALUPLAST.*

INVESTIMENTO - 1 CAIXA NINHO E 2 MELGUEIRAS									
Item									
1.	Investimento			Valor	Valor	Redução	Vida	Depreciação	Redução
	Descrição	Qt.	Unitário	Total	(%)	Útil	(R\$/ano)	(%)	
1.1.	Madeira de <i>Pinus spp.</i>	1	250,00	250,00		4	62,5		
1.2.	ALUPLAST	1	150,00	150,00	40	15	10	84	
Item									
2.	CUSTOS OPERACIONAIS PROJETADOS/CAIXA								
	Descrição								
		Qt.	Valor	Valor	Redução				
2.1	Madeira de <i>Pinus spp.</i>		Unitário	Total	(%)				
	Tempo de manutenção anual	1	62,50	62,50					
	Tempo de manejo mensal	12	4,00	48,00					
	SubTotal			110,50					
2.2	ALUPLAST.		Unitário	Total					
	Tempo de manutenção anual	1	10,00	10,00					
	Tempo de manejo mensal	6	4,00	24,00					
	SubTotal			34,00	69,23				

Fonte: Dados da pesquisa.

Os valores de aquisição, de ambos os conjuntos, apurados nesta pesquisa foram de R\$ 250,00 (duzentas e cinquenta reais) para as caixas de madeira de *Pinus spp.* contra R\$ 150,00 (cento e cinquenta reais) para as caixas construídas a partir das placas ALUPLAST, ou seja, uma redução de 40,0% com vantagem para esta última.

Em função das diferenças estimadas de vida útil entre os dois materiais (4 anos para a madeira de *Pinus spp.* contra 15 anos para as placas ALUPLAST), o custo anual da depreciação do investimento em caixas foi reduzido em 84,0% com o uso das placas recicladas de "Tetra Pak".

O custo de mão de obra anual das caixas foi estimado para um manejo padrão, com um deslocamento para uma distância de 20 km, com 2 apicultores

visitando o apiário para manutenção uma vez por mês, 12 vezes ao ano (para as caixas de madeira de *Pinus spp.*) e uma vez a cada dois meses, 6 vezes ao ano (para as caixas de ALUPLAST), ambas as situações para apiários com 50 caixas, resultando em um custo anual agregado de R\$ 2.400,00 (dois mil e quatrocentos reais). Quando se transforma esse valor de manutenção para cada caixa/mês, obtém-se o valor padrão de R\$ 4,00 (quatro reais).

O motivo de projetar um menor número de visitas para as caixas com ALUPLAST deve-se ao possível menor número de ataque de invasores, cupins, formigas, umidade, fungos pela umidade, ou seja, uma necessidade menor de revisão, em função de uma esperada melhoria na resistência das caixas com este material. Essa menor taxa de revisão também contribui para aumentar o tempo de produção pelas abelhas e a diminuição de enxameamentos desnecessários, perdendo-se famílias produtivas.

Soma-se a esse custo de manejo, o custo de manutenção e reforma de caixas que foi atribuído a partir do valor da depreciação anual, ou seja, considerando a perda de valor que precisa ser reposta a fim de se manter o efetivo original de caixas no apiário.

Com essas premissas, o custo de manutenção agregado por caixa ano, resultou em uma redução de quase 70% para as caixas de ALUPLAST.

Ressalta-se ainda, vantagens complementares com a utilização deste novo material, propiciando benefícios para o meio ambiente, quer seja na preservação das florestas, evitando o corte de árvores para fabricação das caixas de abelhas, quer evitando a contaminação do solo reciclando as embalagens “Tetra Pak”.

Para se ter ideia desse impacto, em 2017, a taxa de reciclagem global das embalagens “Tetra Pak” era de 25%, ou seja, o equivalente a um aumento de 14 bilhões no número de embalagens recicladas todo ano, passando de 32 bilhões em 2010 para 46 bilhões em 2017 (TETRA PAK, 2018).

Reciclando este tipo de material e outros possíveis de serem reaproveitáveis, haverá uma diminuição de espaço e de volume nos lixões e aterros sanitários

principalmente pelo fato de que a maior parte desta embalagem não é biodegradável, permanecendo muitos anos sob a terra.

Os achados deste trabalho, em função das questões de resistência e potencial de durabilidade (testes físicos) do material ALUPLAST, aliados aos dados de simulação quanto às vantagens de custo e de manutenção, possibilitam sugerir a substituição das caixas de madeira natural pelas caixas de material reciclado, proporcionando às abelhas condições favoráveis de reprodução, e por fim, um aumento na produtividade dos produtos apícolas. Estima-se que essas vantagens resultarão em uma melhoria nas condições das caixas, aumentando a sua vida útil e diminuindo o tempo para reformas das caixas assim como evitando a umidade levando em conta sua baixa absorção de água. Isso evitaria possíveis proliferações de fungos e outros agentes maléficos para abelhas, enquanto evitam o apodrecimento da mesma.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O grande desafio da humanidade, no início do Século XXI, é o desenvolvimento sustentável, principalmente no agronegócio, para que não se comprometam as necessidades das gerações futuras.

Mediante os estudos apresentados, pode-se constatar que a apicultura brasileira tem um grande potencial de crescimento, contando com clima favorável, abelhas adaptadas e produtivas, um imenso pasto apícola aliado à biodiversidade botânica que favorece a produção de mel e outros produtos apícolas, de excelente qualidade.

No entanto, são grandes os desafios a serem vencidos, para que a apicultura brasileira possa alcançar a liderança no mercado mundial, com articulações políticas, a consolidação de parcerias produtivas, construção de marca de confiança e imagem setorial, tipificação de méis, entre outras medidas.

Em conjunto com estas ações, se faz necessário o fortalecimento do pequeno e médio apicultor, com estudos e ações como uma melhor profissionalização voltadas para este setor e técnicas novas que permitam ampliar a margem de negócio nesta importante cadeia.

Com base nos resultados obtidos, do ponto de vista técnico, comparando-se o comportamento dos testes entre os materiais utilizados nesta pesquisa e com as simulações em termos econômicos (investimentos e custos diretos por caixa/ano), pode-se recomendar, com vantagens, a substituição das caixas de madeira natural pelas de material reciclado ALUPLAST. Esta prática deve aumentar o tempo de uso das caixas, reduzir sua manutenção e ampliar o tempo de trabalho e produção das famílias alojadas, resultando, hipoteticamente, em maior eficácia produtiva.

Portanto, confirma-se, assim a hipótese inicial, a qual sustentava o argumento de que “painéis construídos com material reciclado e à base de embalagens ‘Tetra Pak’ apresentam potencial para substituir, com vantagens técnicas e econômicas, a madeira na construção de colmeias para abelhas africanizadas”.

Corroborando para esta tese, uma possível melhoria nas condições de ambiência das caixas para as famílias de abelhas, aumentando-se a durabilidade pela redução do apodrecimento da mesma e, portanto, diminuindo o tempo para reformas das caixas, assim como evitando-se a umidade e com isso possíveis proliferações de fungos e bactérias.

É preciso alertar que, apenas com condições complementares de teste de campo, comparando-se as caixas em condições de produção, é que se teria condições de afirmar, com menor chance de erro, que existem vantagens na troca do material plástico, por proporcionar às abelhas condições favoráveis de reprodução, e por fim, gerar um aumento na produtividade dos apiários. Outra comparação importante para o auxílio na tomada de decisões dos apicultores, deve vir da apuração dos custos de oportunidade reais entre as duas opções. Ambas as necessidades apontadas, devem ser vistas como limitação deste estudo, ao mesmo tempo que abrem novas frentes de pesquisa no futuro.

Não obstante, podem ser citados diversos impactos positivos da realização deste trabalho. Para o mestrando, foram criadas condições de aprendizados teórico e prático, além de sua qualificação em pesquisa, cuja aplicabilidade será diretamente aplicada na carreira no ensino profissionalizante e na atividade empresarial com apicultura, as quais já se dedica atualmente.

Para a Universidade de São Paulo, em conjunto com o mestrando, no momento, propõem-se pelo menos duas novas patentes, fruto da aplicação futura dos achados na área de estruturação de novas caixas de abelhas e na gestão de apiários.

Para a comunidade de apicultores e produtores rurais, muitos resultados positivos podem ser reverberados, com um possível aumento da eficácia das colmeias e, conseqüentemente, em suas rendas.

Também a sociedade poderá ser beneficiada indiretamente, uma vez que a proposta aplicada de novos materiais neste segmento pode trazer benefícios ambientais, com a devida reciclagem de embalagens alimentares, redução de lixo

nos aterros sanitários e aumento na produção agregada de alimentos, contribuindo-se diretamente para a segurança alimentar, no tocante à acessibilidade e aos preços de aquisição.

Buscou-se, ao final, evidenciar a potencialidade do material reciclado para a utilização como componente nas caixas de abelha, indicando uma nova forma de reutilização de um resíduo, com benefícios nos aspectos sócio econômicos, ambientais e setoriais para o agronegócio brasileiro.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR: 15713** – Apicultura – Equipamentos - Colméia tipo Langstroth. Rio de Janeiro, 2009. 24 p.

AGÊNCIA IBGE notícias. **Censo agropecuário**: número de estabelecimentos que usam agrotóxicos sobe 20,4%. 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=9108&t=series-historicas>>. Acesso em: 25 abr. 2019.

AIZEN, M. A.; HARDER, L. D. The Global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. **Current Biology**, London, v. 19, n. 11, p. 915-918, 2009.

ALVAREZ, D.; DORADO, M.; FERNANDEZ, H. Tecnologia de la madera. Editorial Universitária. Universidad de Córdoba. Argentina. 2010. 258 p.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 15 maio 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Princípio dos 3R's**. Brasília: MMA, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/consumo-consciente-de-embalagem/principio-dos-3rs.html>>. Acesso em: 7 jul. 2019.

CHAM, K. O. et al. **Manual de avaliação de risco ambiental de agrotóxicos para abelhas**. Brasília: Ibama/Diqua, 2017. 105 p. Disponível em: <<https://ibama.gov.br/phocadownload/agrotoxicos/reavaliacao-ambiental/2017/2017-07-25-Manual-IBAMA-ARA-Abelhas-IN0217-W EB.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2019.

CIDREIRA, R. G. **A argamassa cimento-vermiculita na construção de colméias modelo Langstroth**. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de

Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Seropédica, RJ, 2003. Disponível em: <<https://tede.ufrjr.br/jspui/bitstream/tream/jspui/2045/2/2003%20-%20Rodolfo%20Gon%C3%A7alves%20Cidreira.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

CRANE, E. **O livro do mel**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1983. v. 1, 226 p.

DA SILVA, N. R. **Aspectos do perfil e do conhecimento de apicultores sobre manejo e sanidade da abelha africanizada em regiões de apicultura de Santa Catarina**. 2004. 115 f. Dissertação (Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/87350/213362.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

DUARTE VILELA, P. M. A. (Org.). **Contribuições das câmaras setoriais e temáticas à formulação de políticas públicas e privadas para o agronegócio**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, 2006. 496 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/arquivos-publicacoes-camaras-setoriais/livro_completo.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2019.

FAO (Ed.). et al. **El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo: fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición**. Roma: FAO, 2019.

GLOBO G1 AGRO. Veja como devem ficar as exportações de carnes, açúcar e etanol para União Europeia após acordo. **G1**, 1 jul. 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/07/01/veja-como-devem-ficar-as-exportacoes-de-carnes-acucar-e-etanol-para-uniao-europeia-apos-acordo.ghtml>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal - PPM: Séries históricas**. Brasília: IBGE, 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-prod>>

[ucao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=9108&t=series-historicas](#)>. Acesso em: 25 abr. 2019.

JUAREZ, P. **Mel do Brasil**: as exportações brasileiras de mel no período de 2000/2006 e o papel do Sebrae. Brasília: SEBRAE, 2008. v. 1. 98 p. Disponível em: <<http://www.den.ufla.br/nebee/wp-content/uploads/2016/11/SEBRAE-Mel-do-Brasil-as-exportacoes-brasileiras-de-mel-no-periodo-de-2000-a-2006-e-o-papel-do-Sebra-e-98p.-2008.pdf>> . Acesso em: 29 jul. 2018.

KIRSCH, D. B.; LEMES, L. R. **Caracterização da estrutura da pesquisa científica**. 2019. (Folheto Academia da Força Aérea/ Divisão de Ensino, 2019).

LOPEZ, Y. M.; PAES, J. B.; GONÇALVES, F. G. **Utilização de resíduos florestais e plásticos para produção de painéis de madeira-plástica com propriedades retardantes de chama para a indústria brasileira**. 2016. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/documentos/informacoes-florestais/premio-sfb/iii-premio/monografias-iii-premio/profissional-3/601-profissionais-9-monografia-2/file>>.

Acesso em: 07 set. 2018.

MEJIA BALLESTEROS, J. E. **Compósitos cimentícios reforçados com polpa celulósica tratada por hornificação para aplicação em construções rurais**. 2015. 160 f. Dissertações de Mestrado (Mestrado em Zootecnia)- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015. Disponível em: <[http://file:///C:/Users/comercio/Downloads/ME8187636COR%20\(2\).pdf](http://file:///C:/Users/comercio/Downloads/ME8187636COR%20(2).pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Vida terrestre**: agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Brasília: ONU Brasil, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods15/>>. Acesso em: 24 out. 2019.

SÃO PAULO (Estado) - Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. **Madeira legal Vs. Madeira ilegal**: madeira legal. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2019. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/madeira-legal/madeira-legal-vs-madeira-ilegal/>>. Acesso em: 2 set. 2019.

SOARES, A. E. E. Abelhas africanizadas no Brasil: do impacto inicial às grandes transformações. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 64., 2012., São Luís, MA. **Anais...** São Luís, MA, 2012. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/64ra/PDFs/arq_2061_450.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2018.

TACHIAZAWA, T. (Ed.). **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa**: estratégia de negócios focada na realidade brasileira. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008. v. 1.

TETRA PAK LTDA. **Ecolife Tetra Pak**: impactos ambientais e socioeconômicos. São Paulo, 2019a. Disponível em: <https://ecolifetetrapak.wordpress.com/reciclagem-2/impactos-ambientais-e-socioeconomicos/>>. Acesso em: 2 jul. 2019.

TETRA PAK LTDA. Relatório de Sustentabilidade 2018: **Protegendo os futuros**: Reciclagem pós-consumo. São Paulo, 2018. Disponível em: https://assets.tetrapak.com/static/br/documents/relatorio-de-sustentabilidade_tetra-pak-brasil_2018.pdf

TETRA PAK LTDA. **Reciclagem pós-consumo**. São Paulo, 2019c. Disponível em: <<https://www.tetrapak.com/br/sustainability/recycling>>. Acesso em: 21 maio 2019.

TETRA PAK LTDA. **Reciclagem pós-consumo**: nosso compromisso com a reciclagem. São Paulo, 2019b. Disponível em: <<https://www.tetrapak.com/br/sustainability/recycling>>. Acesso em: 2 jul. 2019.

TONOLI, G. H. D. **Fibras curtas de eucaliptos para novas tecnologia em fibrocimento**. 2009. 150 p. Tese (Doutorado) – Interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.








TRADE MAP TRADE STATISTICS FOR INTERNATIONAL BUSINESS DEVELOPMENT. **List of importing markets for a product exported by Brazil Meta data**. Genebra - Suíça: [s. n.], 2018. Disponível em: <<https://www.trademap.org/CountrySelProductCountryTS.aspx?nvpm=1%7c076%7c%7c%7c0409%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1>>. Acesso em: 9 maio 2019.

TRIVIÑOS, A. S. **Introdução à investigação em ciências sociais**: a investigação qualitativa em educação; o positivismo, a fenomenologia e o marxismo. São Paulo: Atlas, 1992.

WIESE, H. **Apicultura**: novos tempos. Gualba: Agropecuria, 2000.

ANEXOS

Anexo A - Classificação dos tipos de materiais reciclável pelo código correspondente:

	<p>PET – Politereftalato de Etileno Aplicação da resina: garrafa de refrigerante (carbonatada), água, óleo comestível e embalagem alimentícia e de produto de beleza, etc. Uso reciclado: indústria têxtil, fibra para carpete e estofamentos, acessórios e objetos diversos, etc.</p>
	<p>PEAD – Polietileno de Alta Densidade Aplicação da resina: garrafa de iogurte, leite, suco, embalagem de produto de limpeza, pote de sorvete, frasco de xampu, saco de lixo, brinquedos, etc. Uso reciclado: embalagem de produto de limpeza, de óleo para motor, tubulação de esgoto, conduíte, etc.</p>
	<p>PVC – Policloreto de polivinila (ou policloreto de vinil) Aplicação da resina: filme estirável, frasco de produtos de higiene, blister, garrafa de água mineral, bolsa de sangue, indústria de calçados, etc. Uso reciclado: Mangueira de jardim, tubulação de esgoto, cones de sinalização, cabos em geral, etc.</p>
	<p>PEBD – Polietileno de Baixa Densidade Aplicação da resina: filmes encolhíveis, embalagens flexíveis para leite, iogurte, sacolinhas de compras e de supermercado, sacaria industrial, sacos de lixo, envoltório para mudas de plantas, etc. Uso reciclado: envelopes, filmes, sacos em geral, tubulação para irrigação, etc.</p>
	<p>PP – Polipropileno Aplicação da resina: filmes para alimentos, embalagens industriais, cordas, tubos para água quente, fios e cabos, frascos, caixas de bebidas, autopeças, utilidades domésticas, potes, fraldas, seringas descartáveis, etc. Uso reciclado: caixas e cabos de bateria de automóvel, vassoura, escova, bandejas, etc.</p>
	<p>PS – Poliestireno Aplicação da resina: pote de iogurte, sorvete, doce, frascos, bandeja de supermercados, parte interna da porta de geladeiras, prato, tampas, aparelho de barbear descartável, brinquedo, etc. Uso reciclado: placa de isolamento térmico, bandeja, etc.</p>
 OUTROS	<p>Neste grupo são classificados outros tipos de plásticos, como ABS/SAN, EVA, PA, etc. Aplicação da resina: são encontrados em peças técnicas e de engenharia, solados de calçados, corpos de computadores e telefones, CD'S, etc. Uso reciclado: se misturados, podem ser aproveitados em madeira plástica, reciclagem energética, etc.</p>

APÊNDICES

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
LABORATORIO DE CONSTRUÇÕES & AMBIÊNCIA
Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 24** Extensômetro: **Trd 8** Data: **04/06/2019** Hora: **09:17:47**

Trabalho n° **2701**

Programa: **Tesc versão 3.04**

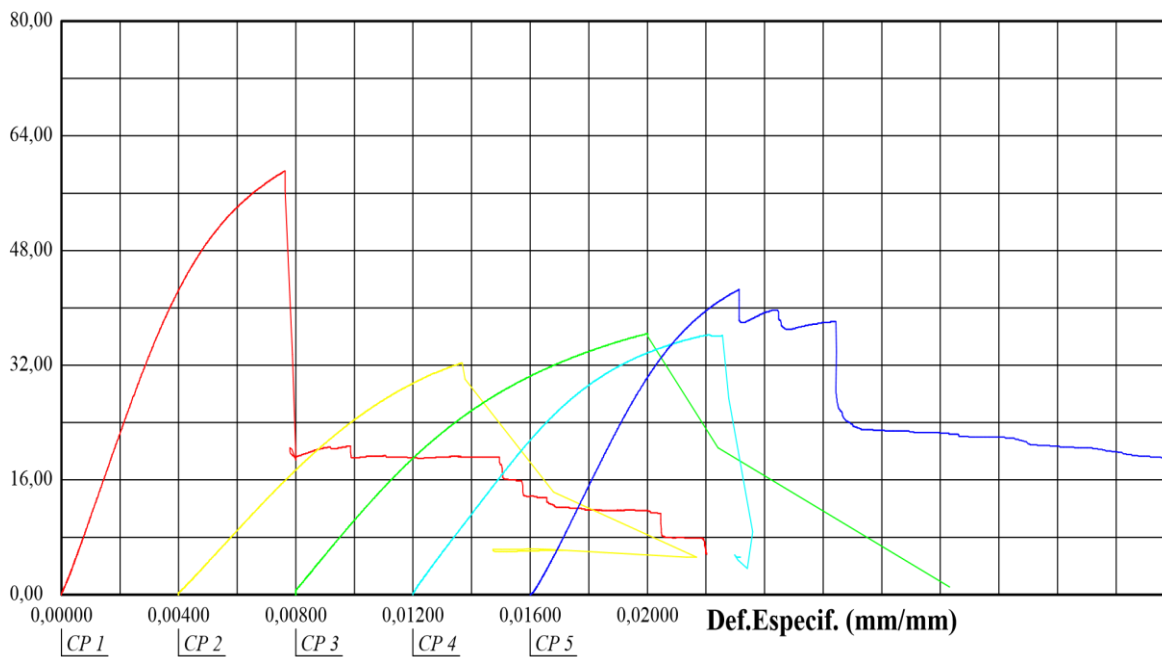
Método de Ensaio: **USP Flexão Placa Plana 3 Pontos** **Claudenir**

Ident. Amostra: >>> Código: **Madeira 1 - Pinus** Cipo: **1/6 a 1/10** Envelhecimento: **200 Ciclos Imersão e**

Secagem

Corpo de Prova	Modulo de Ruptura (MPa)	Limite de Proporcionalidade (MPa)	Energia Específica 50% MOR (J/m ²)	Energia Específica Total (J/m ²)	Módulo elástico (MPa)	Flecha Específica no MOR (mm/mm)	Flecha Específica 50% MOR (mm/mm)
CP 1	59,15	35,90	12264	21626	11627	0,0246	0,0255
CP 2	32,37	17,73	7905	11661	4427	0,0302	0,0388
CP 3	36,44	16,55	14612	18226	4838	0,0370	0,0473
CP 4	36,32	22,42	10850	11390	5360	0,0331	0,0365
CP 5	42,64	27,84	19091	24176	8298	0,0220	0,0521
Número CPs	5	5	5	5	5	5	5
Média	41,38	24,09	12940	17420	6910	0,02938	0,04006
Desv.Padrão	10,59	7,962	4208	5778	3043	0,006137	0,01029
Coef.Var.(%)	25,58	33,05	32,50	33,17	44,03	20,89	25,70
Mínimo	32,37	16,55	7905	11390	4427	0,02198	0,02552
Máximo	59,15	35,90	19090	24180	11630	0,03704	0,05211

Tensão (MPa)



Observação: Dist. entre Apoios: 220 mm

Apêndice C

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

LABORATORIO DE CONSTRUÇÕES & AMBIÊNCIA

Relatório de Ensaio

Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 24** Extensômetro: **Trd 8** Data: **03/06/2019** Hora: **14:34:28**

Trabalho n° **2700**

Programa: **Tesc versão 3.04**

Método de Ensaio: **USP Flexão Placa Plana 3 Pontos**

Claudenir

Ident. Amostra: >Código: **Madeira 2 – Aluplast Alumínio +**

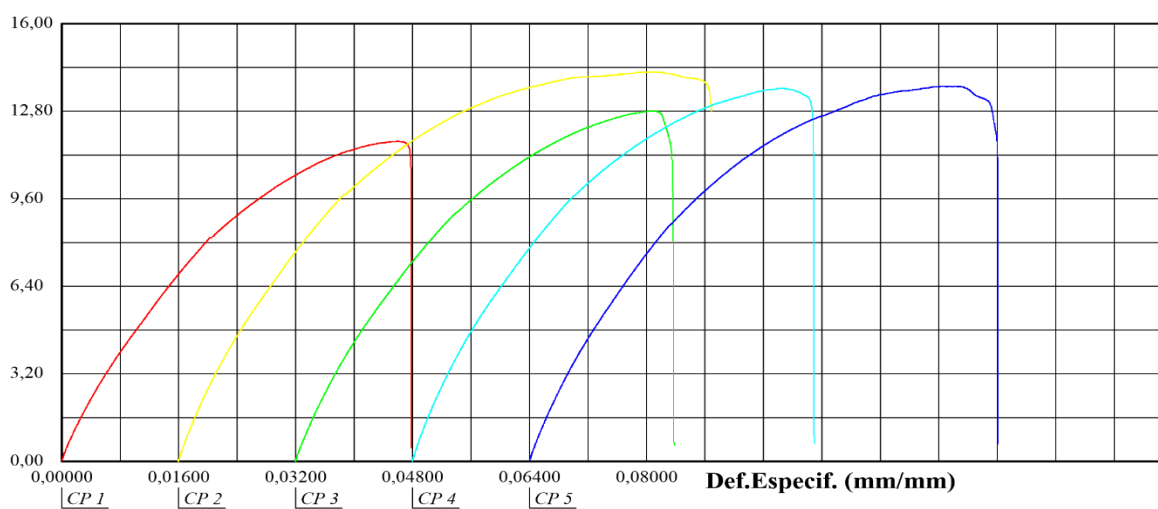
Cipo: **2/1 a 2/5** Envelhecimento:

Plastico

Referência

Corpo de Prova	Modulo de Ruptura	Limite de Proporcionalidade	Energia Específica 50% MOR	Energia Específica Total	Módulo elástico	Flecha Específica no MOR	Flecha Específica 50% MOR
	(MPa)	(MPa)	(J/m ²)	(J/m ²)	(MPa)	(mm/mm)	(mm/mm)
CP 1	11,71	4,94	16154	16156	391	0,1499	0,1565
CP 2	14,25	4,88	*	33125	475	0,2094	*
CP 3	12,82	4,71	19331	19337	452	0,1586	0,1678
CP 4	13,64	4,83	22438	22444	499	0,1625	0,1783
CP 5	13,73	4,77	27198	27198	467	0,1851	0,2106
Número CPs	5	5	4	5	5	5	4
Média	13,23	4,825	21280	23650	456,7	0,1731	0,1783
Desv.Padrão	0,9912	0,09232	4706	6682	40,38	0,02409	0,02328
Coef.Var.(%)	7,491	1,913	22,11	28,25	8,842	13,92	13,05
Mínimo	11,71	4,705	16150	16160	391,0	0,1499	0,1565
Máximo	14,25	4,941	27200	33130	498,6	0,2094	0,2106

Tensão (MPa)



Observação: Dist. entre Apoios: 220 mm

Apêndice D

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

LABORATORIO DE CONSTRUÇÕES & AMBIÊNCIA

Relatório de Ensaio

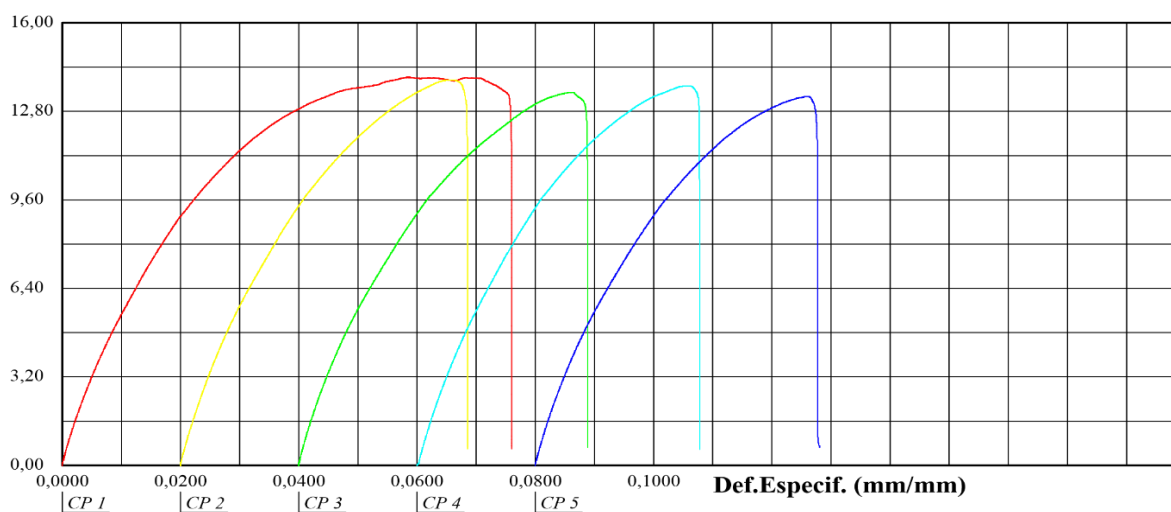
Máquina: **Emic DL3000N** Célula: **Trd 24** Extensômetro: **Trd 8** Data: **05/06/2019** Hora: **06:58:02**Trabalho n° **2703**Programa: **Tesc versão 3.04**Método de Ensaio: **USP Flexão Placa Plana 3 Pontos**

Claudenir

Ident. Amostra: Código: **Madeira 2 – Aluplast Alumínio + plástico** Cipo: **2/6 a2/10** Envelhecimento: **200 Ciclos**

Corpo de Prova	Modulo de Ruptura Proporcionalidade (MPa)	Limite de (MPa)	Energia Específica		Módulo elástico (MPa)	Flecha Específica	
			50% MOR (J/m2)	Total (J/m2)		no MOR (mm/mm)	50% MOR (mm/mm)
CP 1	14,04	4,79	34760	34761	479	0,1978	0,2563
CP 2	13,95	4,90	19438	19439	522	0,1432	0,1539
CP 3	13,50	4,83	19062	19064	502	0,1491	0,1582
CP 4	13,73	4,90	18782	18782	512	0,1506	0,1584
CP 5	13,35	4,79	18255	18270	497	0,1464	0,1529
Número CPs	5	5	5	5	5	5	5
Média	13,72	4,843	22060	22060	502,4	0,1574	0,1759
Desv.Padrão	0,2924	0,05317	7113	7111	16,28	0,02273	0,04498
Coef.Var.(%)	2,132	1,098	32,25	32,23	3,240	14,44	25,57
Mínimo	13,35	4,793	18250	18270	479,0	0,1432	0,1529
Máximo	14,04	4,901	34760	34760	522,2	0,1978	0,2563

Tensão (MPa)



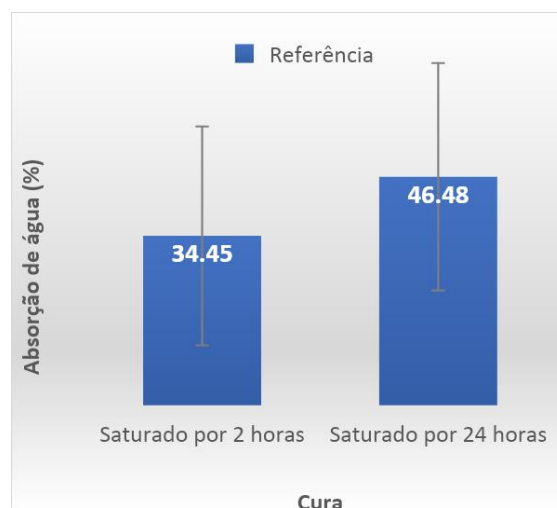
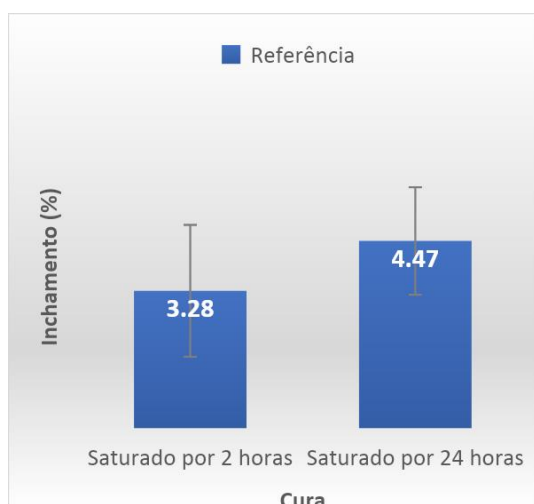
Observação: Dist. entre Apoios: 220 mm

Apêndice E

CÁLCULO ABSORÇÃO DE ÁGUA % E INCHAMENTO - CONDIÇÃO SATURADA POR 2 HORAS EM ÁGUA (20°C) - NBR 14810-3													
Tamanho do corpo-deprova: 50 m x 50 mm													
FORM	Madeira 1 - Referência					DENSIDADE	g/cm ³		DATA FABRICAÇÃO			Data Ensaio	10/07/2019
CONDIÇÃO	SEM SATURAR EM ÁGUA					SATURADA EM ÁGUA POR 2 HORAS					INCHAMENTO	ABSORÇÃO DE ÁGUA	
CP	ESPESSURA (1) mm	ESPESSURA (2) mm	ESPESSURA (3) mm	ESPESSURA MÉDIA mm	Massa g	ESPESSURA (1) mm	ESPESSURA (2) mm	ESPESSURA (3) mm	ESPESSURA MÉDIA mm	Massa g			%
M1-1 a	20,86	20,96	21,07	20,96	26,00	21,90	21,90	21,98	21,93	41,89	4,60	49,61	
M1-1 b	20,67	20,86	20,72	20,75	29,62	21,72	21,79	21,58	21,70	49,24	4,56	66,24	
M1-2 a	20,07	20,23	19,68	19,99	24,59	20,99	21,12	20,83	20,98	41,15	4,93	67,34	
M1-2 b	20,65	20,51	20,27	20,48	26,39	21,42	21,30	21,12	21,28	37,50	3,92	42,10	
M1-3 a	20,55	20,52	20,67	20,58	27,57	21,44	21,30	21,53	21,42	35,61	4,10	29,17	
M1-3 b	21,01	20,94	20,62	20,86	25,71	21,66	21,52	20,81	21,33	31,06	2,27	20,81	
M1-4 a	20,65	20,42	20,75	20,61	27,13	20,76	20,53	20,83	20,71	28,65	0,49	5,60	
M1-4 b	20,73	20,78	20,72	20,74	28,62	20,87	21,07	20,86	20,93	30,16	0,92	5,38	
M1-5 a	19,77	20,14	20,34	20,08	22,71	20,58	20,97	21,14	20,90	31,18	4,05	37,30	
M1-5 b	20,20	20,18	20,15	20,18	26,24	21,04	20,56	20,73	20,78	31,75	2,97	21,00	
											MÉDIA	3,28	34,45
											DESV. PAD.	1,57	22,26
											C.V.	47,98	64,62

CÁLCULO ABSORÇÃO DE ÁGUA % E INCHAMENTO - CONDIÇÃO SATURADA POR 24 HORAS EM ÁGUA (20°C) - NBR 14810-3													
Tamanho do corpo-deprova: 50 m x 50 mm													
FORM	Madeira 1 - Referência					DENSIDADE	g/cm ³		DATA FABRICAÇÃO			Data Ensaio	10/07/2019
CONDIÇÃO	SEM SATURAR EM ÁGUA					SATURADA EM ÁGUA POR 24 HORAS					INCHAMENTO	ABSORÇÃO DE ÁGUA	
CP	ESPESSURA (1) mm	ESPESSURA (2) mm	ESPESSURA (3) mm	ESPESSURA MÉDIA mm	Massa g	ESPESSURA (1) mm	ESPESSURA (2) mm	ESPESSURA (3) mm	ESPESSURA MÉDIA mm	Massa g			%
M1-1 a	20,86	20,96	21,07	20,96	26,00	21,84	21,94	22,22	22,00	44,65	4,95	59,46	
M1-1 b	20,67	20,86	20,72	20,75	29,62	21,89	21,91	21,69	21,83	51,76	5,20	74,75	
M1-2 a	20,07	20,23	19,68	19,99	24,59	21,11	21,29	20,87	21,09	44,94	5,49	82,76	
M1-2 b	20,65	20,51	20,27	20,48	26,39	21,64	21,60	21,37	21,50	41,42	5,01	56,95	
M1-3 a	20,55	20,52	20,67	20,58	27,57	21,81	21,26	21,29	21,45	39,04	4,24	41,60	
M1-3 b	21,01	20,94	20,62	20,86	25,71	22,02	21,96	21,16	21,71	33,90	4,11	31,86	
M1-4 a	20,65	20,42	20,75	20,61	27,13	21,05	20,75	21,21	21,00	31,15	1,92	14,82	
M1-4 b	20,73	20,78	20,72	20,74	28,62	21,25	21,26	21,41	21,31	32,80	2,72	14,61	
M1-5 a	19,77	20,14	20,34	20,08	22,71	20,95	21,43	21,58	21,32	34,71	6,16	52,84	
M1-5 b	20,20	20,18	20,15	20,18	26,24	21,33	21,00	21,17	21,17	35,46	4,91	35,14	
											MÉDIA	4,47	46,48
											DESV. PAD.	1,29	23,14
											C.V.	28,75	49,78

Condição	Inchamento (%)		Absorção (%)	
	Média	DVP	Média	DVP
Saturado por 2 horas	3,28	1,57	34,45	22,26
Saturado por 24 horas	4,47	1,29	46,48	23,14

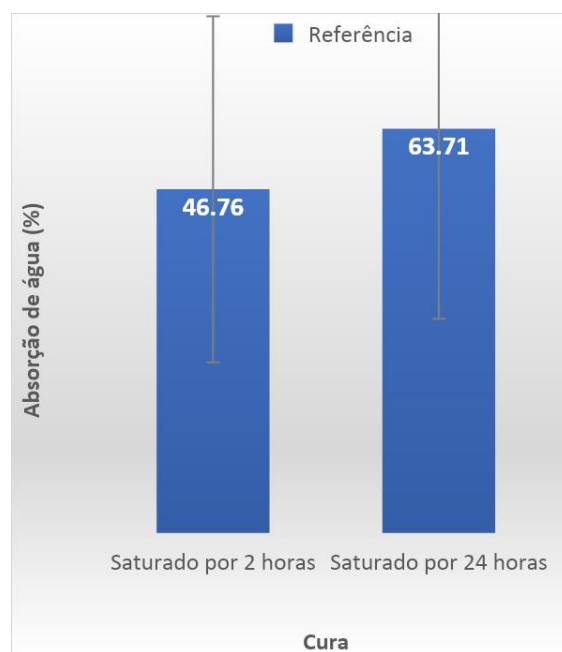
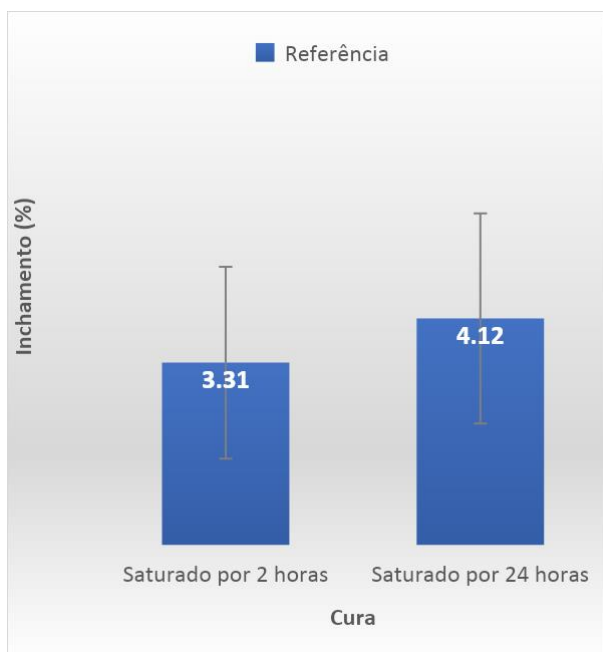


Apêndice F

CÁLCULO ABSORÇÃO DE ÁGUA % E INCHAMENTO - CONDIÇÃO SATURADA POR 2 HORAS EM ÁGUA (20°C) - NBR 14810-3													
Tamanho do corpo-deprova: 50 m x 50 mm													
FORM	Madeira 1 - 200 Ciclos				DENSIDADE	g/cm ³	DATA FABRICAÇÃO				Data Ensaio	10/07/2019	
CONDIÇÃO	SEM SATURAR EM ÁGUA					SATURADA EM ÁGUA POR 2 HORAS					INCHAMENTO	ABSORÇÃO DE ÁGUA	
	ESPESSURA	ESPESSURA	ESPESSURA	ESPESSURA MÉDIA	Massa	ESPESSURA	ESPESSURA	ESPESSURA	ESPESSURA MÉDIA	Massa			
CP	(1) mm	(2) mm	(3) mm	mm	g	(1) mm	(2) mm	(3) mm	mm	g	%	%	
M1-6 a	20,07	20,37	20,42	20,29	26,98	21,18	21,55	21,41	21,38	50,56	5,39	74,47	
M1-6 b	20,12	19,92	19,64	19,89	26,73	20,93	20,81	20,31	20,68	47,71	3,97	78,49	
M1-7 a	21,02	21,16	20,90	21,03	27,75	21,20	21,30	21,10	21,20	30,99	0,82	11,68	
M1-7 b	20,61	20,41	20,13	20,38	22,98	21,10	21,00	20,74	20,95	32,68	2,76	42,21	
M1-8 a	21,46	21,63	21,58	21,56	26,09	22,16	22,26	22,40	22,27	33,62	3,32	28,86	
M1-8 b	20,50	20,46	20,66	20,54	29,17	20,66	20,61	20,69	20,65	32,20	0,55	10,39	
M1-9 a	20,35	20,15	20,38	20,29	22,96	20,99	20,85	21,22	21,02	36,42	3,58	58,62	
M1-9 b	20,43	20,28	20,13	20,28	22,68	20,68	20,66	20,65	20,60	35,38	2,55	56,00	
M1-10 a	21,49	20,46	21,16	21,04	27,97	22,60	22,13	22,14	22,29	43,16	5,96	64,31	
M1-10 b	21,24	20,46	20,40	20,70	26,17	22,26	21,24	21,23	21,58	39,92	4,24	52,54	
											MÉDIA	3,31	46,76
											DESV. PAD.	1,74	23,54
											C.V.	52,61	50,34

CÁLCULO ABSORÇÃO DE ÁGUA % E INCHAMENTO - CONDIÇÃO SATURADA POR 24 HORAS EM ÁGUA (20°C) - NBR 14810-3													
Tamanho do corpo-deprova: 50 m x 50 mm													
FORM	Madeira 1 - 200 Ciclos				DENSIDADE	g/cm ³	DATA FABRICAÇÃO				Data Ensaio	10/07/2019	
CONDIÇÃO	SEM SATURAR EM ÁGUA					SATURADA EM ÁGUA POR 24 HORAS					INCHAMENTO	ABSORÇÃO DE ÁGUA	
	ESPESSURA	ESPESSURA	ESPESSURA	ESPESSURA MÉDIA	Massa	ESPESSURA	ESPESSURA	ESPESSURA	ESPESSURA MÉDIA	Massa			
CP	(1) mm	(2) mm	(3) mm	mm	g	(1) mm	(2) mm	(3) mm	mm	g	%	%	
M1-6 a	20,07	20,37	20,42	20,29	28,98	21,18	21,34	21,47	21,33	53,53	5,14	84,71	
M1-6 b	20,12	19,92	19,64	19,89	26,73	20,80	20,78	20,51	20,70	50,46	4,04	88,78	
M1-7 a	21,02	21,16	20,90	21,03	27,75	21,44	21,41	21,22	21,36	33,73	1,57	21,55	
M1-7 b	20,61	20,41	20,13	20,38	22,98	21,16	20,97	20,79	20,97	37,60	2,89	63,62	
M1-8 a	21,46	21,63	21,58	21,56	26,09	22,60	22,68	22,67	22,65	38,47	5,07	47,45	
M1-8 b	20,50	20,46	20,66	20,54	29,17	20,90	20,80	20,88	20,86	34,64	1,56	18,75	
M1-9 a	20,35	20,15	20,38	20,29	22,96	21,21	21,11	21,25	21,19	41,90	4,42	82,49	
M1-9 b	20,43	20,28	20,13	20,28	22,68	21,01	21,03	20,74	20,93	41,16	3,19	81,48	
M1-10 a	21,49	20,46	21,16	21,04	27,97	22,88	22,62	22,62	22,67	48,82	7,78	74,54	
M1-10 b	21,24	20,46	20,40	20,70	26,17	22,57	21,53	21,44	21,85	45,46	5,54	73,71	
											MÉDIA	4,12	63,71
											DESV. PAD.	1,91	25,86
											C.V.	46,40	40,59

Condição	Inchamento (%)		Absorção (%)	
	Média	DVP	Média	DVP
Saturado por 2 horas	3,31	1,74	46,76	23,54
Saturado por 24 horas	4,12	1,91	63,71	25,86

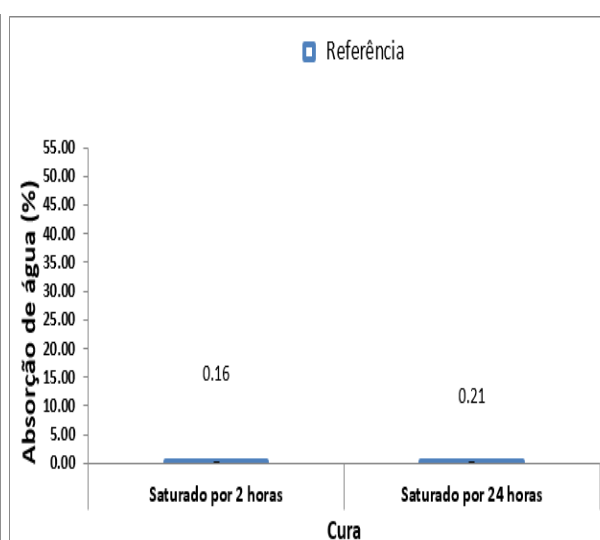
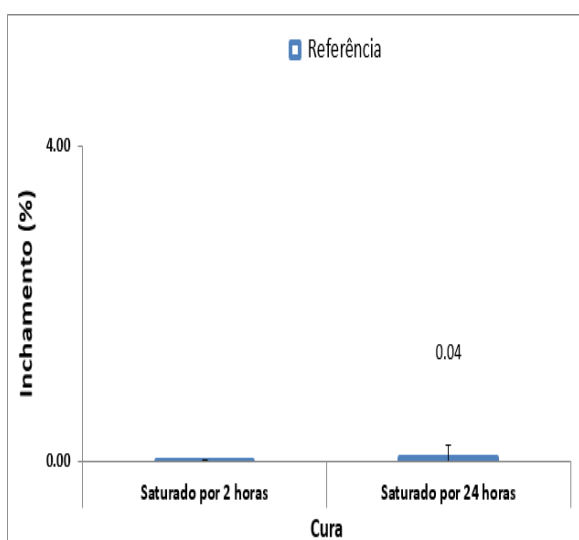


Apêndice G

CÁLCULO ABSORÇÃO DE ÁGUA % E INCHAMENTO - CONDIÇÃO SATURADA POR 2 HORAS EM ÁGUA (20°C) - NBR 14810-3													
Tamanho do corpo-deprova: 50 m x 50 mm													
FORM	Madeira 2 - Referência				DENSIDADE	g/cm ³	DATA FABRICAÇÃO				Data Ensaio	10/07/2019	
CONDIÇÃO	SEM SATURAR EM ÁGUA					SATURADA EM ÁGUA POR 2 HORAS					INCHAMENTO	ABSORÇÃO DE ÁGUA	
CP	ESPESSURA (1) mm	ESPESSURA (2) mm	ESPESSURA (3) mm	ESPESSURA MÉDIA mm	Massa g	ESPESSURA (1) mm	ESPESSURA (2) mm	ESPESSURA (3) mm	ESPESSURA MÉDIA mm	Massa g			%
M2-1 a	18,82	18,97	19,03	18,94	51,09	18,78	18,91	18,98	18,89	51,12	-0,26	0,06	
M2-1 b	19,27	19,09	18,92	19,09	49,92	19,24	19,09	18,90	19,08	49,98	-0,09	0,12	
M2-2 a	18,80	18,68	18,83	18,77	53,43	18,79	18,66	18,86	18,77	53,46	0,00	0,06	
M2-2 b	19,54	19,56	19,52	19,54	53,85	19,47	19,50	19,49	19,49	53,92	-0,27	0,13	
M2-3 a	18,75	18,77	18,85	18,79	53,19	18,86	18,76	18,75	18,79	53,28	0,00	0,17	
M2-3 b	19,60	19,55	19,52	19,56	53,04	19,59	19,51	19,49	19,53	53,17	-0,14	0,25	
M2-4 a	19,95	19,96	19,96	19,96	53,51	19,95	20,02	19,94	19,97	53,62	0,07	0,21	
M2-4 b	19,60	19,66	19,61	19,62	50,71	19,60	19,66	19,56	19,61	50,80	-0,08	0,18	
M2-5 a	18,79	18,73	18,69	18,74	51,53	18,70	18,65	18,65	18,67	51,66	-0,37	0,25	
M2-5 b	19,47	19,44	19,41	19,44	50,64	19,41	19,42	19,43	19,42	50,71	-0,10	0,14	
											MÉDIA	-0,13	0,16
											DESV. PAD.	0,14	0,07
											C.V.	-111,00	43,89

CÁLCULO ABSORÇÃO DE ÁGUA % E INCHAMENTO - CONDIÇÃO SATURADA POR 24 HORAS EM ÁGUA (20°C) - NBR 14810-3													
Tamanho do corpo-deprova: 50 m x 50 mm													
FORM	Madeira 2 - Referência				DENSIDADE	g/cm ³	DATA FABRICAÇÃO				Data Ensaio	10/07/2019	
CONDIÇÃO	SEM SATURAR EM ÁGUA					SATURADA EM ÁGUA POR 24 HORAS					INCHAMENTO	ABSORÇÃO DE ÁGUA	
CP	ESPESSURA (1) mm	ESPESSURA (2) mm	ESPESSURA (3) mm	ESPESSURA MÉDIA mm	Massa g	ESPESSURA (1) mm	ESPESSURA (2) mm	ESPESSURA (3) mm	ESPESSURA MÉDIA mm	Massa g			%
M2-1 a	18,82	18,97	19,03	18,94	51,09	18,80	18,86	19,06	18,91	51,18	-0,18	0,18	
M2-1 b	19,27	19,09	18,92	19,09	49,92	19,27	19,08	18,99	19,11	50,10	0,10	0,36	
M2-2 a	18,80	18,68	18,83	18,77	53,43	18,81	18,70	18,90	18,80	53,51	0,18	0,15	
M2-2 b	19,54	19,56	19,52	19,54	53,85	19,50	19,52	19,53	19,52	53,97	-0,12	0,22	
M2-3 a	18,75	18,77	18,85	18,79	53,19	18,91	18,72	18,88	18,84	53,26	0,25	0,13	
M2-3 b	19,60	19,55	19,52	19,56	53,04	19,63	19,54	19,54	19,57	53,17	0,07	0,25	
M2-4 a	19,95	19,96	19,96	19,96	53,51	19,97	20,01	20,05	20,01	53,60	0,27	0,17	
M2-4 b	19,60	19,66	19,61	19,62	50,71	19,59	19,66	19,67	19,64	50,86	0,08	0,30	
M2-5 a	18,79	18,73	18,69	18,74	51,53	18,62	18,72	18,74	18,69	51,62	-0,23	0,17	
M2-5 b	19,47	19,44	19,41	19,44	50,64	19,46	19,46	19,40	19,44	50,74	0,00	0,20	
											MÉDIA	0,04	0,21
											DESV. PAD.	0,17	0,07
											C.V.	406,77	33,49

Condição	Inchamento (%)		Absorção (%)	
	Média	DVP	Média	DVP
Saturado por 2 horas	-0,13	0,14	0,16	0,07
Saturado por 24 horas	0,04	0,17	0,21	0,07



Apêndice H

CÁLCULO ABSORÇÃO DE ÁGUA % E INCHAMENTO - CONDIÇÃO SATURADA POR 2 HORAS EM ÁGUA (20°C) - NBR 14810-3													
Tamanho do corpo-deprova: 50 mm x 50 mm													
FORM	Madeira 2 - 200 Ciclos				DENSIDADE	g/cm ³	DATA FABRICAÇÃO				Data Ensaio	10/07/2019	
CONDIÇÃO	SEM SATURAR EM ÁGUA					SATURADA EM ÁGUA POR 2 HORAS					INCHAMENTO	ABSORÇÃO DE ÁGUA	
CP	ESPESSURA (1) mm	ESPESSURA (2) mm	ESPESSURA (3) mm	ESPESSURA MÉDIA mm	Massa g	ESPESSURA (1) mm	ESPESSURA (2) mm	ESPESSURA (3) mm	ESPESSURA MÉDIA mm	Massa g	%	%	
M 2-6 a	18,89	18,96	18,80	18,88	51,57	18,89	18,93	18,91	18,91	51,69	0,14	0,23	
M 2-6 b	18,41	18,49	18,56	18,49	50,97	18,45	18,45	18,53	18,48	51,07	-0,05	0,20	
M 2-7 a	19,59	19,71	19,60	19,63	54,19	19,61	19,66	19,58	19,61	54,33	-0,12	0,26	
M 2-7 b	19,47	19,62	19,80	19,63	52,77	19,39	19,60	19,78	19,59	52,91	-0,20	0,27	
M 2-8 a	19,23	19,36	19,34	19,31	53,18	19,20	19,31	19,35	19,29	53,30	-0,12	0,23	
M 2-8 b	19,50	19,45	19,30	19,42	52,54	19,50	19,38	19,27	19,38	52,63	-0,17	0,17	
M 2-9 a	18,83	18,69	18,62	18,71	52,42	18,77	18,70	18,61	18,69	52,55	-0,11	0,25	
M 2-9 b	19,23	19,29	19,28	19,27	53,40	19,16	19,23	19,27	19,22	53,60	-0,24	0,37	
M 2-10 a	19,45	19,39	19,57	19,47	53,50	19,34	19,33	19,50	19,39	53,68	-0,41	0,34	
M 2-10 b	19,70	19,62	19,58	19,63	53,05	19,68	19,58	19,53	19,60	53,27	-0,19	0,41	
											MÉDIA	-0,15	0,27
											DESV. PAD.	0,14	0,08
											C.V.	85,60	28,82

CÁLCULO ABSORÇÃO DE ÁGUA % E INCHAMENTO - CONDIÇÃO SATURADA POR 24 HORAS EM ÁGUA (20°C) - NBR 14810-3													
Tamanho do corpo-deprova: 50 mm x 50 mm													
FORM	Madeira 2 - 200 Ciclos				DENSIDADE	g/cm ³	DATA FABRICAÇÃO				Data Ensaio	10/07/2019	
CONDIÇÃO	SEM SATURAR EM ÁGUA					SATURADA EM ÁGUA POR 24 HORAS					INCHAMENTO	ABSORÇÃO DE ÁGUA	
CP	ESPESSURA (1) mm	ESPESSURA (2) mm	ESPESSURA (3) mm	ESPESSURA MÉDIA mm	Massa g	ESPESSURA (1) mm	ESPESSURA (2) mm	ESPESSURA (3) mm	ESPESSURA MÉDIA mm	Massa g	%	%	
M 2-6 a	18,89	18,96	18,80	18,88	51,57	18,90	18,97	18,88	18,92	51,69	0,18	0,23	
M 2-6 b	18,41	18,49	18,56	18,49	50,97	18,37	18,45	18,52	18,45	51,08	-0,22	0,22	
M 2-7 a	19,59	19,71	19,60	19,63	54,19	19,59	19,61	19,63	19,61	54,34	-0,12	0,28	
M 2-7 b	19,47	19,62	19,80	19,63	52,77	19,50	19,67	19,83	19,67	52,91	0,19	0,27	
M 2-8 a	19,23	19,36	19,34	19,31	53,18	19,34	19,43	19,38	19,38	53,32	0,38	0,26	
M 2-8 b	19,50	19,45	19,30	19,42	52,54	19,54	19,46	19,28	19,43	52,65	0,05	0,21	
M 2-9 a	18,83	18,69	18,62	18,71	52,42	18,79	18,62	18,70	18,70	52,50	-0,05	0,15	
M 2-9 b	19,23	19,29	19,28	19,27	53,40	19,28	19,37	19,38	19,34	53,54	0,40	0,26	
M 2-10 a	19,45	19,39	19,57	19,47	53,50	19,35	19,58	19,55	19,49	53,59	0,12	0,17	
M 2-10 b	19,70	19,62	19,58	19,63	53,05	19,72	19,79	19,62	19,71	53,18	0,39	0,25	
											MÉDIA	0,13	0,23
											DESV. PAD.	0,22	0,04
											C.V.	166,17	18,54
Condição		Inchamento (%)		Absorção (%)									
		Média	DVP	Média	DVP								
Saturado por 2 horas		-0,15	0,14	0,27	0,08								
Saturado por 24 horas		0,13	0,22	0,23	0,04								

