

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA FLORESTAL

NATHANAEL DAGOSTIN

**PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DO MATERIAL COMPOSTO DE
COLMOS DE BAMBU *Phyllostachys aurea* REVESTIDO COM EMBALAGENS
REUTILIZADAS DE GARRAFAS PET**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

**DOIS VIZINHOS
2015**

NATHANAEL DAGOSTIN

**PROPRIEDADES E FÍSICAS MECÂNICAS DO MATERIAL COMPOSTO DE
COLMOS DE BAMBU *Phyllostachys aurea* REVESTIDO COM EMBALAGENS
REUTILIZADAS DE GARRAFAS PET**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Aurélio Mathias (UTFPR-DV)

Co-Orientador: Prof. Dr. Fabiano Ostapiv (UTFPR-PB)

DOIS VIZINHOS

2015

D127p Dagostin, Nathanael
Propriedades físicas mecânicas do material
composto de colmos de bambu *Phyllostachys aurea*
revestido com embalagens reutilizadas de garrafas pet. /
Nathanael Dagostin – Dois Vizinhos: [s.n], 2015. 36 f.:il.

Orientador: Marcos Aurélio Mathias.
Co-orientador: Fabiano Ostapiv
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2015.
Bibliografia p.27

1.Bambu. 2.Sustentável.3.Embalagens descartáveis
I.Mathias, Marcos Aurélio, orient. II. Ostapiv, Fabiano,
co-orient. III.Universidade Tecnológica Federal do
Paraná– Dois Vizinhos.III.Título

CDD: 634.9



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos

Curso de Engenharia Florestal



TERMO DE APROVAÇÃO

PROPRIEDADES FÍSICAS MECÂNICAS DO MATERIAL COMPOSTO POR COLMOS DE BAMBU *PHYLLOSTACHYS AUREA* REVESTIDO COM EMBALAGENS REUTILIZADAS DE GARRAFAS PET.

Por

Nathanael Dagostin

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 25 de junho de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.º Dr.º Marcos Aurélio Mathias
Orientador(a)

Profa. Dra. Flávia Alves Pereira
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Cilene Cristina Borges
Membro titular (UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho aos meus avôs José Alvaro Vellozo (*in memoriam*) e Antonio Dagostin por todo apoio, conhecimentos, lições e experiência de vida, a minhas avós Edite Maria Dagostin por todo apoio espiritual, carinho, e a Izanir Bogoni por todo carinho, preocupação, apoio, aos meus pais Daniel e Christina pela vida e por todo apoio, educação, sustento e incentivo durante toda minha caminhada e a todas as pessoas que duvidaram que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar e iluminar minha caminhada durante toda minha vida e durante a minha graduação, a minha família por estar ao meu lado me dando apoio, incentivo e todo amor e carinho.

Aos meus amigos que me apoiaram, me ajudaram nos momentos de dificuldades e dúvidas compartilhando ideias e conhecimentos.

Aos meus orientadores pela oportunidade de realizar esta pesquisa.

Ao Professor Dr. Marcos Aurélio, pela sua orientação e também por me ensinar o significado da palavra autonomia, com o dilema, “Se vira Neguinho, se tá aqui pra rala”, isso fez com que eu melhorasse meu desempenho quebrando mais a cabeça atrás do conhecimento.

Ao Professor Dr. Fabiano Ostapiv pela oportunidade de trabalho repassando seus conhecimentos com bambu.

Ao Professor Dr. Edgar de Souza Vismara pelo apoio e orientação nos procedimentos estatísticos deste trabalho.

A todos os professores, pesquisadores que contribuíram para meu aprendizado e fizeram parte da minha caminhada acadêmica durante a graduação.

RESUMO

DAGOSTIN, NATHANAEL. **PROPRIEDADES FÍSICAS MECÂNICAS DO MATERIAL COMPOSTO DE COLMOS DE BAMBU *Phyllostachys aurea* REVESTIDO COM EMBALAGENS REUTILIZADAS DE GARRAFAS PET.** 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

Cada vez mais o homem tem tomado consciência da importância dos recursos naturais e de sua preservação. Desta forma as universidades tem procurado ajudar a desenvolver alternativas sustentáveis e renováveis para suprir as necessidades da sociedade. O bambu é um material muito promissor, devido as suas características, pode ser utilizado como alimento, na ornamentação, na indústria papelreira e moveleira, no artesanato e na construção civil, o bambu é muito usado com este fim em alguns países da América Latina. Na América, o Brasil é o país que apresenta a maior variedade de espécies nativas. Dentre as principais características que tornam o bambu um material considerado sustentável é seu rápido crescimento, os serviços ambientais prestados pela floresta de bambu, além das propriedades físico-mecânicas de seus colmos que possibilitam a esta espécie de gramínea, substituir a madeira em alguns usos. O uso combinado de feixe de colmos de bambu com embalagens descartadas de PET, na elaboração de materiais compostos, é uma solução de engenharia importante para a produção de materiais para a construção civil. A combinação destes materiais produz um material final tipo compósito, que alia leveza e alta resistência mecânica. Na elaboração dos diferentes materiais compostos podem ser usados bambus de pequeno diâmetro, disponíveis em todo o Brasil, assim como as embalagens PET descartadas. Neste sentido este trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físicas mecânicas de um material constituído de colmos de bambu e pet bem como determinar as suas aplicações o qual apresentou baixa resistência à compressão e resistência a flexão, requerendo mais pesquisas e aprimoramento da tecnologia.

Palavras-chave: Bambu. Sustentável. Construção. Estruturas. Garrafas PET.

ABSTRACT

DAGOSTIN , NATHANAEL . **PHYSICAL MECHANICAL PROPERTIES OF BAMBOO stems COMPOUND MATERIAL Phyllostachys aurea COATED WITH CONTAINERS REUTILIZED PET BOTTLES.** 34f. Work Completion of course (Diploma in Forestry) - Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

More and more men have become aware of the importance of natural resources and their preservation. Thus universities has sought to help develop sustainable and renewable alternatives to meet the needs of society. Bamboo is a very promising material because of their characteristics, it can be used as food, in ornamentation, in the paper and furniture industry, handicrafts and construction, bamboo is widely used for this purpose in some Latin American countries. In America, Brazil is the country with the largest variety of native species. Among the main features that make bamboo a sustainable material is considered its rapid growth, the environmental services provided by bamboo forest, beyond the physical and mechanical properties of their stems that enable this kind of grass, replace wood in some uses. The combined use of bamboo culms beam with packaging discarded PET for the manufacture of composite materials, is a leading engineering solution for the production of materials for the construction industry. The combination of these materials produces a composite end type material that combines light weight and high strength. While developing the different composite materials can be used in small diameter bamboo, available in Brazil, as well as discarded PET packaging. In this sense this work was to evaluate the mechanical physical properties of a material consisting of bamboo stems and pet and determine its applications which had low compressive strength and flexural strength, requiring more research and improvement of technology.

Keywords: Bamboo. Sustainable. Construction. Structures. PET.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3. JUSTIFICATIVA	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
4.1. O Bambu e seu potencial	6
4.2. Caracterização do bambu e da espécie a ser utilizada.....	8
4.3. Colheita do bambu	10
4.4. Secagem do bambu.....	11
4.5. Características Físicas e Mecânicas do Bambu	13
4.6. PET (politereftalato de etileno)	14
5. MATERIAIS E MÉTODOS	15
5.1. Colheita e beneficiamento dos colmos de bambu	15
5.2. Montagem das estruturas de feixes de colmos revestidos com pet.	15
5.3. Ensaio a serem realizados	19
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
7. CONCLUSÃO	26
8.REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

Inicialmente pedras, madeira, fibras naturais. eram empregados em elementos mecânicos e de construção por serem encontrados disponíveis no próprio local da obra. De maneira geral, esses materiais eram utilizados em estado bruto ou processados de maneira rudimentar, sempre envolvendo trabalho intenso e participação de vários membros para execução dos trabalhos.

Com a industrialização e o aumento da concentração populacional nas cidades, os materiais antes usados foram sendo gradativamente substituídos por cimento e o aço. O intenso processo de fabricação e sua utilização fizeram com que empresas desenvolvessem produtos sintéticos visando à substituição do aço e concreto. Estes materiais exigem um processo específico de fabricação, necessitando de altas taxas energéticas e recursos financeiros.

Neste sentido, a utilização de materiais com alto valor sustentável torna-se uma alternativa, pois se trata de materiais ecológicos que visam à conservação do planeta. Através do uso de um material ecológico observam-se resultados importantes, como menor consumo de energia, redução da poluição, conservação dos recursos naturais, auxiliando no equilíbrio dos ecossistemas, além disso, suas propriedades estéticas são diferentes dos outros materiais convencionais.

Dentro desse cenário o bambu se torna uma das melhores opções como substituinte das tecnologias convencionais utilizadas atualmente, sendo uma espécie sustentável, ecologicamente correto, resistente, de rápido crescimento e com diversas aplicações, na indústria de papel, movelaria, artesanatos, construção civil, além de ser abundante e pouco explorado no país, carente de pesquisas.

É uma alternativa renovável estudada desde a década de 70, com finalidade de uso na construção. Através de estudo científico sistemático, é possível conhecer as características físicas e mecânicas, dentre outras informações sobre a espécie e suas possíveis aplicações. O bambu é aplicado em diversos fins devido à resistência de suas fibras.

Para atingir seu máximo desempenho, alguns cuidados devem ser tomados com a colheita, cura, secagem, proteção contra degradação biológica e tratamento.

Outro material que pode ser reaproveitado é o PET. Este é um polímero que se descartado de maneira incorreta pode levar cerca de 400 a 800 anos para se

decompor causando uma série de impactos ambientais prejudiciais ao solo, água, fauna e flora. O Pet é um material que pode ser reciclado diversas vezes e com muitos usos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é testar as propriedades físicas e mecânicas de um material misto composto de bambu e garrafas PET.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo avaliar as propriedades físicas e mecânicas de estruturas constituídas de feixes de colmos de bambu (*Phyllostachys áurea* Carr.ex A. & C. Rivière) e revestido com embalagens reutilizadas de garrafas PET.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar a massa específica do composto;
- ✓ Determinar a resistência a compressão paralela às fibras;
- ✓ Determinar a resistência a flexão estática de 3 pontos;
- ✓ Comparar suas propriedades com espécies de madeiras comercializadas na região sudoeste do Paraná.
- ✓ Correlacionar Massa específica com a resistência do material.
- ✓ Determinar possíveis aplicações destas estruturas.

3. JUSTIFICATIVA

Entre as principais vantagens do bambu sobre outros materiais ligno-celulósicos pode ser citado o fato de ser uma espécie de cultura rápida, que requer menores áreas para plantio e cultivo, e cujo material possui boas propriedades físico-mecânicas, além de baixo custo.

A Espécie utilizada é uma espécie exótica alastrante com alto potencial invasor que no Brasil tem perturbado ecossistemas naturais causando prejuízos a fauna e flora

As garrafas pet são um material produzido em larga escala, muito utilizados para armazenar diversas bebidas, que podem ser reciclados, mas quando descartados, de maneira incorreta no meio ambiente pode levar no mínimo cem anos para se decomporem, podendo gerar problemas ambientais no meio urbano e rural.

Usa a lógica de feixes de colmos, podendo assim usar a solução construtiva para quase todos os tipos de bambus disponíveis no país, inclusive os de pequeno diâmetro.

O processamento para a produção dos materiais, apesar de poder ser feito industrialmente, é pensado para baixa mecanização que permite o acesso de um maior número de pessoas à tecnologia desenvolvida.

A aplicação de revestimento dos feixes de colmos de bambu com parte das embalagens PET descartada amplia e valoriza as possibilidades de reutilização deste nobre material petroquímico.

Os novos materiais desenvolvidos, a viga estrutural de bambu/pet, e o painel de bambu/pet, apresentam propriedades finais muito superiores àquelas apresentadas pelos componentes isolados, caracterizando um material composto clássico.

Desta forma as universidades tem um papel fundamental ao pesquisar e desenvolver tecnologias capazes de suprir a necessidade do homem. Sendo assim, esta pesquisa vai testar estruturas desenvolvidas de maneira sustentável e de baixo custo, utilizando bambu e garrafas PET para serem aplicadas na construção civil ou rural com diversas finalidades podendo ser utilizadas como pilares, vigas, lages substituindo estruturas de madeira e/ou o ferro e/ou aço em estruturas de concreto, palanques de cercas, etc.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. O Bambu e seu potencial

O Bambu é um material eco sustentável, ou seja, ecologicamente correto por possuir facilidade de cultivo, manejo e produção de insumos (TIRELLI, 2007, p.1), acompanha o homem desde o princípio do desenvolvimento tecnológico, fornecendo abrigo, alimento, utensílios domésticos e outros artefatos. É considerado no oriente como a planta dos mil usos, devido às excelentes características físicas, químicas e mecânicas (DELGADO, 2011, p.2).

O bambu possui fibras longas, e alta resistência física e mecânicas. Segundo TIRELLI (2007, p.2) o bambu estruturalmente encanta e desencanta por possuir dois lados fortes, possui alta resistência mecânica estrutural, porém baixa durabilidade. Apresenta uma série de vantagens, como baixo custo, leveza, possibilidade de curvatura, superfície lisa, coloração atrativa, resistência à tração semelhante à do aço, resistência à compressão superior à do concreto, rigor estético, apresentando excelentes resultados na fabricação de móveis, estruturas, tubulações, drenos e habitações.

Alguns países como a China, Japão e Índia, o bambu é um componente forte da economia, é encontrado em construções e diversos produtos, manufaturados e industrializados. No Equador, Colômbia e Costa Rica, os bambus servem ainda como matéria prima para construção de casas para população carente.

O bambu é um produto sustentável por seguir os requisitos de material sustentável, pois promove geração de renda em comunidades onde é produzido, apresenta subprodutos com interesse comercial, e possibilidade de utilização como alimento, vestuário e moradias.

NETO et al (2009, p.69) apresentou em seu trabalho alguns exemplos de usos e aplicações do bambu e destacou algumas espécies utilizadas. O bambu é utilizado na indústria de álcool, sendo aproveitados os talos de todas as idades, no Brasil o *Bambusa vulgaris* é o mais utilizado. Na alimentação são utilizados brotos de algumas espécies como o *Phyllostachys edulis* e segundo JÚNIOR (2010, p.16) *Dendrocalamus sp.* e *Bambusa sp.*, também são utilizados.

Na indústria de celulose são utilizadas diversas espécies. Na medicina o uso de brotos em sucos ou pedaços cozidos de *Bambusa vulgaris* é utilizado como

febrífugo, anti-hemorrágico, calmante e para problemas digestivos (NETO et al, 2009, p.69).

No artesanato são utilizados na fabricação de diversos produtos como cestos, varas de pesca, pipas, objetos decorativos, etc. As espécies mais utilizadas são *Bambusa tuldoides*, *Bambusa vulgaris*, *Phyllostachys sp.*, também são utilizados na fabricação de móveis e hastes de diversos diâmetros, destacando como principais espécies *Bambusa tuldoides*, *Bambusa vulgaris* e *Dendrocalamus giganteus* (NETO et al, 2009, p.69).

Devido a algumas qualidades estéticas algumas espécies entouceirantes como o *Thyrsostachys siamensis*, *Phyllostachys nigra* e *Bambusa gracilis*, entre outras, estas, utilizadas na ornamentação e paisagismo (NETO et al, 2009, p.70). Além disso, pode também ser utilizado em irrigações e redes de distribuição de água por ser durável e de fácil manutenção, suporta também altas pressões.

O bambu possui tecnologia acessível e muitas utilidades na construção civil, podendo ser usado na estruturação como colunas, vigas e lastros. Serve também como telha, forro e maçaneta; além disso, pode ser adequado para determinados encanamentos de água, seus colmos podem ser industrializados (TIRELLI, 2007, p.2).

Segundo NETO et al (2009 p.69) na construção civil são aplicados nas construções de moradias, desde o tradicional uso rural até os projetos de desenvolvimento social, aplicado na execução de elementos construtivos, como painéis de fechamento, tetos, forros, esquadrias, telhados, fabricação de compensados ou aglomerados e construções de pontes, destacando as espécies *Bambusa guadua*, *Bambusa tuldoides*, *Bambusa vulgaris*. Também segundo (JÚNIOR 2010, p.16) podemos citar *Phyllostachys sp.* e *Guadua sp.* e *Dendrocalamus giganteus* (NETO et al 2009 p.69; JÚNIOR 2010, p.16).

A Costa Rica não possui espécies favoráveis à construção civil, nem tradição para utilização, porém com mudas adquiridas no Brasil, implantou um programa habitacional e juntamente com vários órgãos e instituições de pesquisa desenvolveram tecnologia construtiva, produzindo hoje cerca de 200 casas populares por mês. (TIRELLI, 2007, p.2).

Na conservação de ecossistemas pode ser utilizado de quebra-ventos, ajuda no aumento de água de nascentes, pela capacidade de retenção de raízes ou rizomas de todas as espécies (NETO et al, 2009, p. 69), pode ser cultivado em áreas inóspitas ou degradadas, e em áreas degradadas possibilita a recuperação de solos, aumenta a

umidade relativa do ar proporcionando condições favoráveis ao crescimento de espécies nativas (TIRELLI, 2007, p.2), auxiliam também na infiltração de água do solo, na contenção de erosão e na recuperação de gás carbônico da atmosfera (DELGADO, 2011, p.4).

4.2. Caracterização do bambu e da espécie a ser utilizada

Pertencente a família das gramíneas (Poaceae), sub-família Bambusoideae, dividida em duas tribos, a dos bambus lenhosos (Bambusae) e dos bambus herbáceos (Olyreae), tem ocorrência natural em todos os continentes, exceto na Europa, sendo encontrado em diferentes condições climáticas (tropical e temperado), com temperaturas variando de 9°C a 36°C e em altitudes que vão do nível do mar a 4000 metros (GAION et al, 2003; TIRELLI, 2007; NETO et al, 2009).

Estima-se que existem cerca de 1250 espécies no mundo, espalhadas entre 90 gêneros, entretanto, essa variação é maior pelo acréscimo de novas espécies e variedades ano a ano (TIRELLI, 2007, p.1). Nas Américas existem aproximadamente 440 espécies de bambus divididas em 41 gêneros e o Brasil é o possuidor da maior diversidade de bambus da América Latina, em torno de 240 espécies nativas, (CARNEIRO DA SILVA, 2012, p.8), distribuídas entre os estados de São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Bahia e Paraná.

O sistema radicular dos bambus é dividido em dois grupos, o dos Paquimorfos ou Entouceirantes (Figura 1) (*Bambusa*, *Guadua*, *Dendrocalamus*), os quais possuem rizomas curtos e grossos com gemas laterais e os Leptomorfos ou alastrantes (Figura 2) (*Phyllostachys*, *Arundinariae sasa*, entre outros) os quais seus rizomas desenvolvem-se no solo ocupando grandes áreas (CASTRO E SILVA, 2005, p.2-4).



Figura 1: *D. giganteus* (Entouceirantes)
Fonte: Google Imagens, 2015.

Figura 2: *P. pubescens*(Alastrantes)
Fonte: Google Imagens, 2015.

Phyllostachys aurea Carr.ex A. & C. Rivière, conhecida popularmente por bambu-de-vara-de-pescar, bambu-mirin, taquara, cana-da-Índia, Golden-bamboo (Figura 3), é uma espécie exótica, originária da China, possui médio porte, seu comprimento varia de 3 a 8 metros, seu colmo é ereto e fortemente lignificado, possui diâmetro variando entre 3 a 8 centímetros, desenvolve-se melhor em clima Temperado. Adaptou-se muito bem em clima Tropical e subtropical, a pleno sol e meia sombra, é agressiva, pode se tornar invasora, por possuir um grande poder de dispersão vegetativa devido aos seus rizomas serem alastrantes tendo capacidade de se desenvolver no interior de matas nativas (PASTORE, et. Al., 2012, p.26).



Figura 3: Cana-da-Índia (*Phyllostachys aurea* Carr.ex A. & C. Rivière)
Fonte: Pereira e Beraldo, 2013.

As folhas nos ramos são de 2 a 5 pseudo-pecioladas com bainha glabra, com lâmina 5 a 18 x 0,8 a 2,6 centímetros; lanceolada a estreito-lanceolada, ápice agudo, margem escabra, glabra ou pubescente na porção inferior da nervura principal, fímbrias presentes, folhas do colmo glabras sem aurículas, bainha glabra (PASTORE, et. Al., 2012, p.26).

Inflorescência disposta em ramos terminais muito congestionados e densamente bracteolados. A floração é cíclica, as plantas crescem vegetativamente por um número

de anos, depois florescem, produzem sementes e morrem. O ciclo de floração dos bambus é em média de 15 a 60 anos (PASTORE, et. Al., 2012, p.26).

Sua identificação é fácil por possuir colmos amarelados quando expostos ao sol com entrenós sulcados e dois ramos iguais ou sub-iguais divergentes por nó. É muito utilizada na construção de casas, cercas, móveis, artesanato, ornamentação, como vara de pesca e na contenção da erosão (PASTORE, et. Al., 2012, p.26).

Deve-se evitar o plantio desta espécie devido a sua agressividade e seu potencial invasor. Por enquanto o controle é por meio de corte, escavações e é extremamente trabalhoso e deve ser contínuo por um longo período de tempo para sua erradicação. Também pode ser controlado por herbicidas sistêmicos como o glifosato, sendo mais prático e eficaz (PASTORE, et. Al., 2012, p.26).

4.3. Colheita do bambu

Devido a pesquisas realizadas, identifica-se que o principal fator para obter colmos resistentes de bambu é importante levar em consideração a forma e a hora de colheita, que segundo NETO et al (2009, p.70) a época que o bambu guarda a maior parte de suas reservas nas raízes (rizomas) é no inverno, o momento antes do aparecimento dos brotos. Quando colhidos nesta época o bambu apresenta menos açúcar, que servem de alimento para insetos e fungos que atacam o bambu, estes com menor incidência no inverno.

Além da época certa de colheita, o corte deve ser realizado em lua minguante, fato este ainda sendo investigado cientificamente, mas considerado devido à cultura popular e a experiência (NETO et al, 2009 p.71).

A idade do bambu é outro fator requer atenção especial quando utilizado na construção, deve se utilizar bambus maduros, não podres, entre 3 e 4 anos, momento o qual atinge sua resistência ideal (NETO et al, 2009 p.71).

Bambus jovens cortados, ou com idade inferior a três anos, são suscetíveis ao ataque de insetos xilófagos como, por exemplo, *Dinoderus minutus*, que é atraído pelo amido contido em suas paredes, construindo galerias ao longo da mesma, tornando-o inservível (LÓPEZ, 2010 p.2).

O corte do bambu deve ser realizado com uma serra ou machado acima do primeiro ou segundo colmo a nível do solo, ou seja, rente ao chão (LÓPEZ, 2010, p.2),

facilitando a movimentação na touceira sem o risco de tropeçar em pontas de colmos de bambu colhidos.

4.4. Secagem do bambu

Após cortado, o bambu deve ser mantido por 2 a 3 semanas no local onde foi cortado, ainda apoiado nos vizinhos, neste tempo ele secará em condições de temperatura, umidade e pressão em que viveu (NETO et al, 2009, p.71).

Para tornar o bambu mais duradouro, mais resistente e menos propenso ao ataque de insetos e fungos, o mesmo deve ser seco, tendo como objetivo reduzir o teor de umidade e decompor o amido nele contido, este é um passo importante, pois a uma grande variação dimensional e de massa específica em função do teor de umidade (LÓPEZ, 2010, p.2).

Quando recém cortados, o bambu apresenta cerca de 80% de água e após quatro meses de secagem ao ar a umidade cai para 10% a 15%, conforme a espessura da parede do colmo (TIRELLI, 2007 p.3), podendo também ser submetido a um tratamento com preservativos químicos (LÓPEZ, 2010 p.2).

A secagem não é tão eficiente quanto o tratamento com preservativos, porém devido ao seu baixo, ou nenhum custo é o método mais utilizado, principalmente em zonas rurais, entretanto, segundo TIRELLI (2007, p.3) quando feito de maneira correta, reduz consideravelmente a massa do colmo, proporciona melhorias nas propriedades mecânicas e determina as etapas seguintes do processamento do bambu, como a colagem e a composição com outros materiais.

Atualmente existem várias formas de secar bambus, como por exemplo, secagem ao ar livre, ao fogo ou em estufa (GREGORIE 1974 apud TIRELLI, 2007, p.4)

De acordo com GALVÃO (1967) apud TIRELLI (2007 p.4) o período de tempo necessário para secar bambus ao ar livre, até atingir um teor de umidade de equilíbrio com ambiente é entorno de 51 dias para peças roliças, desde que esteja em local abrigado, protegido do sol e da chuva e em época correta. Já segundo TIRELLI (2007) e LÓPEZ (2010), o bambu para secar, deve estar em posição vertical, espaçados 06 centímetros entre eles e afastados do solo de 30 a 50 centímetros, durante um período de 4 a 12 semanas. Esta técnica é a mais adequada, ela conserva a cor natural do

bambu e evita o aparecimento de manchas causadas por fungos e também rachaduras.

A secagem ao fogo (Figura 4) é outro processo utilizado na secagem de bambus, apresenta rápidos resultados e é uma técnica que consiste em fazer fogo em um buraco no solo com 30 a 40 centímetros (LOPEZ, 2003 p. 3), o bambu acima do fogo, sendo virados de vez em quando para que ocorra secagem de maneira uniforme. Segundo TIRELLI (2007 p. 4), este método pode ser utilizado como tratamento, pois torna as paredes dos mesmos resistentes a insetos, porém requer cuidados, pois, pode causar alguns defeitos comuns a secagem como, por exemplo, fissuras superficiais, extremidades, findalhamento generalizado, deformações e mudança de coloração. É aconselhável realizar secagem ao ar livre até o bambu atingir 50% de umidade antes de utilizar esta técnica a fim de evitar possíveis defeitos oriundos da secagem.

Os bambus também podem ser secos em estufas convencionais, as mesmas utilizadas para secar madeiras, é uma técnica rápida e eficiente para atingir teores de umidades desejados. O Japão, com o mesmo propósito desenvolveu câmaras onde os bambus são submetidos a secar por 20 a 30 minutos a uma temperatura de 120 a 150 graus centígrados (LOPEZ, 2003, p.3), porém apresenta custo elevado e existe a possibilidade de ocorrerem mais defeitos nas peças devido à velocidade de secagem (TIRELLI, 2007, p.4).

Assim como a madeira, algumas espécies de bambu são mais suscetíveis ao ataque de insetos e fungos que outras, havendo a necessidade de tratamento químico. No tratamento de bambus são utilizados os seguintes métodos: Auto Clave, Substituição da seiva, Tampão, Boucherie. Método de impregnação por imersão e banho quente (LÓPEZ, 2003; TIRELLI, 2007; NETO et al, 2009).



Figura 4: Secagem ao fogo.
Fonte: Google Imagens, 2015.

4.5. Características Físicas e Mecânicas do Bambu

COSTA (2012) diz que uma característica física significativa do bambu é a sua higroscopia, ele tem a capacidade de absorver umidade. Segundo GHAVAMI e MARINHO (2001) a umidade natural do bambu varia entre 13% e 20%, dependendo do clima onde está inserido.

De acordo com TIRELLI (2007, p. 5), A partir de alguns ensaios, não padronizados, pode-se estimar resistência à compressão, à tração, flexão e cisalhamento. Os ensaios são influenciados pela espécie, Idade, tipo de solo, condições climáticas, época da colheita, corte, teor de umidade da amostra, cura e secagem. Localização com relação ao ponto do colmo, presença e ausência de nós na amostra testada e o tipo de teste realizado. Sendo assim, todos estes fatores combinados fazem com que exista uma grande variação de resultados dentro de uma mesma espécie.

Por causa das fibras do bambu serem paralelas ao eixo do colmo, o bambu resiste mais à tração do que à compressão. O módulo de elasticidade varia em função da posição do colmo. Nos nós, o valor do módulo de elasticidade é maior em virtude da concentração de sílica. (GHAVAMI, 2001). A resistência à compressão e a tração do bambu aumenta quando possui por volta de seis anos (TIRELLI, 2007, p.6)

Devido a estudos realizados em relação a resistência a compressão, em materiais como a madeira e o concreto, observa-se que o bambu pode ser utilizado como elemento estrutural como substituto destes materiais podendo fornecer melhores resultados em alguns casos (COSTA, 2012, p. 33).

Segundo COSTA (2012), o bambu é também capaz de substituir, com vantagens, elementos estruturais de madeira quando seus dimensionamentos estão condicionados à capacidade do material de resistir esforços de cisalhamento. Estudos realizados por GHAVAMI e MARINHO (2001), em relação à resistência ao cisalhamento longitudinal as fibras em corpos de prova de bambu, obtendo valores entre 8Mpa e 32Mpa. Já TIRELLI (2007) encontrou em seus estudos resultados a resistência a compressão paralelas às fibras em torno de 20 Mpa.

4.6. PET (politereftalato de etileno)

O polietileno tereftalato – PET é um polímero semicristalino, termoplástico, criado por dois químicos britânicos Whinfield e Dickson em 1941, formado pela reação do ácido tereftálico e o etileno glicol, ou seja, que pode ser conformado termicamente e pode ser reciclado muitas vezes. Por suas características únicas é mundialmente utilizado na fabricação de embalagens de bebidas como água e refrigerantes. O material é leve, apresenta alta resistência mecânica e estabilidade química. O PET chegou no Brasil em 1988, mas o mercado de PET tem aproximadamente 20 anos no país. A produção brasileira de embalagens PET, segundo dados da Associação Brasileira de Embalagens PET, vem crescendo ano após ano. Em 2008 a produção foi de 470 mil toneladas sendo 253 mil toneladas recicladas. Em 2012 a produção aumentou para 675 mil toneladas com massa reciclada de 331 mil toneladas. O índice de reciclagem aumentou no período, de 53,8% para 58,9%, o que mostra o esforço da cadeia produtiva do PET para diminuir a quantidade de material descartado inadequadamente. (ABIPET, 2013).

No entanto, o volume de embalagens que acaba nas galerias de água, rios, bosques, florestas, mangues, praias, oceanos é imenso, causando muitos impactos ambientais negativos como a poluição visual. Por ser um material quimicamente muito estável, as embalagens PET descartadas de forma irresponsável no meio ambiente praticamente não se degradam. O tempo de degradação natural varia de 400 a 800 anos. Se as embalagens estiverem tampadas, elas não são facilmente compactadas e causam diversos problemas nos aterros sanitários e nos solos, especialmente nas encostas de morros. Se as embalagens estiverem abertas e jogadas em terrenos baldios, podem reter água e virar criadouros de mosquitos, vetores de doenças, podem causar sérios problemas à saúde pública.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Colheita e beneficiamento dos colmos de bambu

Para confecção das estruturas testadas foram utilizadas embalagens reutilizadas de garrafas PET de água mineral de 500 ml, adquiridas na ACAT-DV (Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Dois Vizinhos– PR), e colmos de bambu da espécie *Phyllostachys aurea*, cortados em uma propriedade rural no município de Pato Branco – PR.

O corte foi realizado utilizando um machado, ao nível do solo, na lua minguante, pois este é o momento em que os colmos se encontram com menor teor de água. Foram cortados apenas bambus com maduros, selecionados pela coloração de comprimento e diâmetros variados, porém não é possível saber precisamente a idade dos colmos pois desconhece-se a idade do alastro e a dimensão do mesmo.

Após cortados, foram removidos todos os ramos dos colmos. Os mesmos foram amarrados em feixes para facilitar o transporte até onde posteriormente foram deixados para secar ao ar livre, em pé, em cima de uma plataforma elevada 30 (trinta) cm do solo por um período de três semanas, visando diminuir seu teor de umidade. Os mesmos foram espaçados aproximadamente 06 (seis) cm um do outro, em baixo de uma cobertura, visando proteger da chuva e do sol. A secagem ao ar livre tem como objetivo evitar rachaduras e deixar a umidade do bambu em equilíbrio com o ambiente.

5.2. Montagem das estruturas de feixes de colmos revestidos com pet.

As estruturas podem ser montadas de comprimento variado, conforme a necessidade e conforme o comprimento dos colmos de bambus a serem utilizados. São juntados diversos bambus em seu formato original (roliço), na proporção 1:1 (Figura 5 e 6), ou seja, a cada colmo de bambu, será colocado outro inversamente, ou seja, ficando uma base do colmo de bambu com um ápice de outro colmo de bambu formando um feixe de diâmetro uniforme. Os colmos de bambus podem ter diâmetro

variado, único cuidado é que o diâmetro do feixe deve ser proporcional ao diâmetro da garrafa PET que será utilizada no revestimento da estrutura.



Figura 5: Ordenamento dos bambus para confecção das estruturas
Fonte: O Autor, 2015.



Figura 6: Montagem das estruturas
Fonte: O Autor, 2015.

Procurando manter os colmos de bambu unidos, fixos e firmes antes do revestimento com as garrafas pet, foram feitas amarras com arame (Figura 7), espaçadas 30 centímetros uma da outra ao longo de toda estrutura.



Figura 7: Amarração dos bambus
Fonte: o Autor, 2015.

Prontos os feixes de bambu, os mesmos foram revestidos com uma camada de garrafas PET (Figura 8), com sobreposição de 25% uma garrafa na outra para que não ocorra espaços sem revestimento pois quando submetido ao fogo as mesmas encolhem; posteriormente as mesmas foram submetidas ao fogo (Figura 9). Depois de submetidas ao fogo as mesmas foram revestidas novamente com uma segunda camada de garrafas pet, também com 25% de sobreposição e submetidas novamente ao fogo.



Figura 8: Estruturas com e sem revestimento.
Fonte: o Autor, 2015.



Figura 9: Termo fundição ao fogo.
Fonte: O Autor, 2015.

Ao total foram confeccionadas 20 estruturas com comprimento variando entre 1,90 m e 4,80 m (Figura 10). Destas, 10 não foram revestidas com garrafas PET das quais foram tirados 10 corpos-de-prova somente com as amarras de arame para determinação de resistência a flexão estática em 3 pontos, e as outras 10 estruturas restantes foram revestidas com garrafas PET de onde foram retirados 10 corpos-de-prova (Figura 11) para determinação da resistência a flexão estática em 3 pontos, 10 corpos-de-prova para determinação de massa específica e 10 corpos-de-prova para determinação da resistência a compressão paralela às fibras destas estruturas.



Figura 10: Estruturas pré-montadas.
Fonte: O Autor, 2015.



Figura 11: Corpos-de-prova
Fonte: O Autor, 2015.

5.3. Ensaio a serem realizados

Como no Brasil não existem normatizações para testes com bambu, neste trabalho as estruturas compostas submetidas a testes foram montadas e testadas obedecendo às especificações da norma NBR 7190/1997 que normatiza testes em estruturas de madeira. Foi adotada esta norma, pois se trata de um material lignocelulósico assim como a madeira.

Todos os ensaios foram realizados no Laboratório de Tecnologia da Madeira do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos.

Na determinação da Massa Específica foram utilizados 10 corpos-de-prova com dimensões aproximadas de 10x5x5 cm, estes, com uma área média de 26,57 cm² com uma variação dentro de um intervalo de confiança de 95%, 0,6 cm² para mais ou para menos, foram revestidos com papel filme, pesados com uma balança semi-analítica (Figura 12). Posteriormente foram imersos em água para determinação de seu volume conforme Figura 13.



Figura 12: Pesagem com Balança semi-analítica
Fonte: O Autor, 2015.

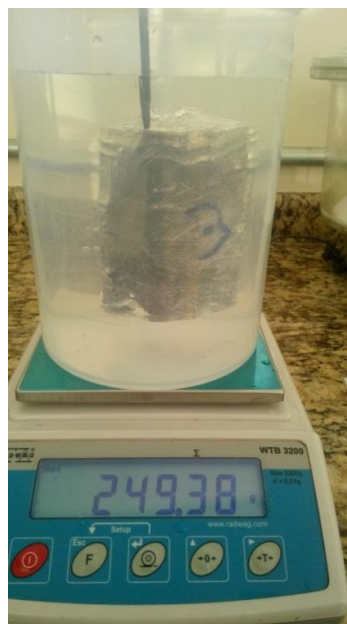


Figura 13,: Método de imersão em água.
Fonte: O Autor, 2015.

Os corpos-de-prova para ensaio de flexão de 3 pontos foram confeccionados com dimensões de 115x5x5 cm com uma área média de 25,56 cm² com variação de 1,05 cm² e na compressão paralela às fibras com dimensões de 15x5x5 cm com área média de 24,08 cm² com variação de 15,44cm², ambas dentro de um intervalo de confiança de 95%.

Tabela 1: Características das estruturas compostas

Embalagens PET	500 ml
Taxa de reaproveitamento	45%
Tipo de líquido envasado	água
Espessura da parede da embalagem PET	0,25 mm
Massa da parte reusada das embalagens	7,6g
Massa específica das embalagens (kg/m ³)	32,8
Peças de feixes de colmos/PET	500 ml
Volume da embalagem de revestimento	
Massa específica das peças composta (kg/m ³)	457
Diâmetro médio das peças compostas (cm)	5,64
Comprimento máximo fabricado (m)	4,80
Massa por metro linear (kg/m)	1,1
Área transversal das peças (cm ²)	25,41
Número de colmos por peça	4 e 6
Número de PET/m (2 camadas)	20

Os testes para determinação da resistência a compressão paralela às fibras e a flexão estática 3 pontos, foram realizados utilizando uma máquina universal de testes da marca/modelo EMIC DI-30000, os mesmos foram realizados conforme NBR 7190/97.

Os resultados obtidos foram tabulados em software Microsoft Excell®, e submetidos a análise de variância (Teste-F) e comparações de médias (Teste-T) com 95% de probabilidade. Foi elaborado um intervalo de confiança e após foram comparados os resultados com espécies de madeiras comercializadas na região utilizadas na construção civil e rural e correlacionado a massa específica com a resistência do composto de acordo com o coeficiente de correlação de Pearson.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na determinação da massa específica em umidade de equilíbrio destas estruturas compostas de bambu e embalagens de garrafa PET estão apresentados abaixo na Tabela 2.

Tabela 2: Massa Específica do Composto Bambu + PET

AMOSTRA	MASSA(g)	VOLUME (cm³)	DENSIDADE (g/cm³)	ÁREA (cm²)
01	97,61	221,90	0,440	27,64
02	144,72	263,40	0,549	26,65
03	110,49	234,52	0,471	26,65
04	105,98	229,62	0,462	26,36
05	130,05	252,77	0,514	25,50
06	103,04	236,62	0,435	27,83
07	87,15	217,03	0,402	24,37
08	102,02	233,04	0,438	27,56
09	92,34	233,91	0,395	27,24
10	115,27	250,54	0,460	26,36
MÉDIA			0,457	26,57
Limite Superior			0,486	27,175
Limite Inferior			0,427	25,968

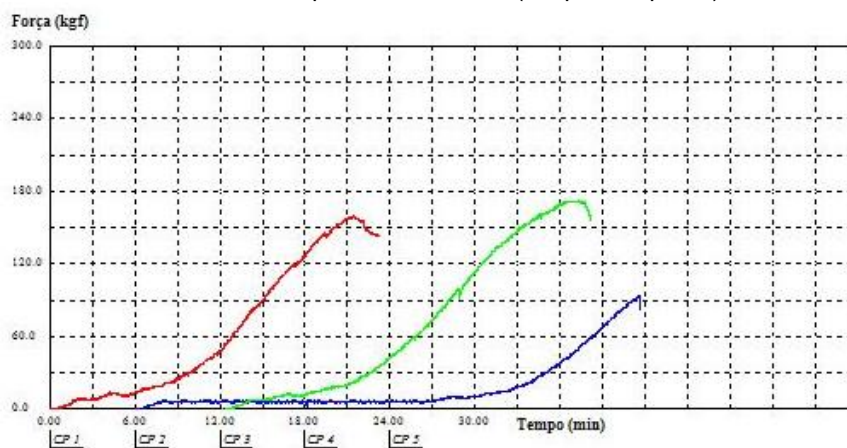
Fonte: O Autor, 2015.

Com base nos dados obtidos as estruturas apresentaram uma massa específica em umidade de equilíbrio de 457 kg/m³ podendo variar em um intervalo de confiança de 95% de 427 kg/m³ a 486 kg/m³, neste sentido as estruturas apresentam uma densidade baixa em relação a colmos de bambu que de acordo com Pereira (2001) apud Costa (2012, p.33), a massa específica varia entre 500kg/m³ e 800kg/m³.

Entretanto, se for comparada a massa específica destas estruturas com massa específica de algumas madeiras, ela é próxima a do Pinus (*Pinus elliotti*) que apresenta uma densidade de 480 kg/m³, e, inferior à do Pinheiro-do-Paraná (*Araucária angustifolia*) com 550 kg/m³, ambas a 15% de umidade relativa, portanto, se comparadas a estas madeiras as estruturas são de densidade mediana.

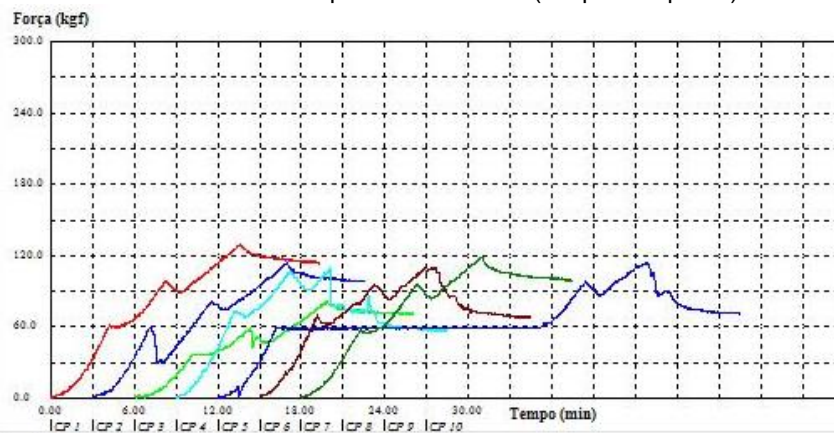
Após a realização dos ensaios para determinação da resistência a flexão estática de 3 pontos, os resultados podem ser visualizados nos gráficos abaixo, onde os Gráficos 1 e 2, representam os ensaios com de estruturas com revestimento de embalagens PET e o Gráfico 3 apresenta os resultados dos ensaios com estruturas sem revestimento de embalagens PET.

Gráfico 1: Flexão estática 3 pontos COM PET (Corpos-de-prova) 01 a 03.



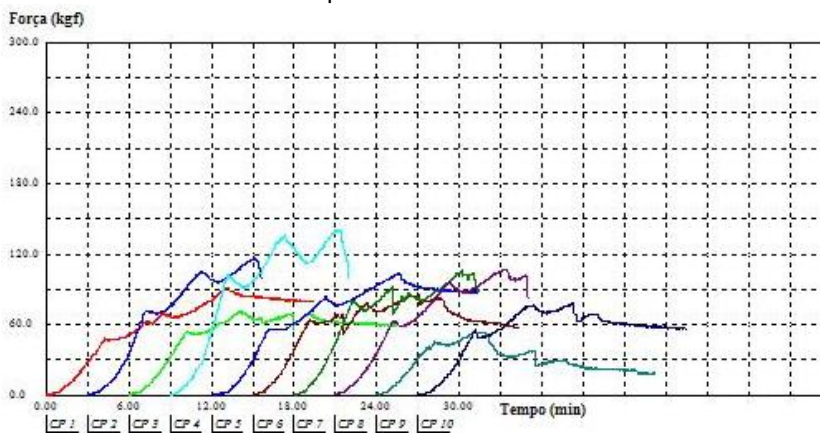
Fonte: O Autor, 2015.

Gráfico 2: Flexão estática 3 pontos COM PET (Corpos-de-prova) 04 a 10.



Fonte: O Autor, 2015.

Gráfico 1: Flexão estática 3 pontos SEM PET.



Fonte: O Autor, 2015.

Os resultados apresentados nos gráficos acima os quais representam a força máxima (f_M) das estruturas estão apresentados na tabela abaixo (Tabela 3):

Tabela 3: Força Máxima (fM) nos testes de Flexão estática de 3 pontos

Amostra	COM PET		SEM PET	
	fM Kgf/cm ²	Área (cm ²)	fM Kgf/cm ²	Área (cm ²)
1	159,99	26,75	91,86	20,29
2	93,93	25,21	116,64	24,37
3	173,41	27,24	71,22	24,56
4	130,05	24,84	140,38	27,73
5	114,57	25,78	103,22	26,94
6	81,54	23,82	85,67	24,84
7	109,41	25,69	106,31	27,43
8	114,57	24,74	107,35	27,04
9	110,44	26,84	53,67	24,65
10	118,7	26,17	78,45	26,26
media	120,66	25,71	95,48	25,41
var	774,60		613,09	
dp	27,831		24,76	
cv (%)	23,066		25,93	
Lmt. Sup	137,91		110,82	
Lmt. Inf	103,41		80,13	
Teste - F			0,733	
Teste - T				

Fonte: O Autor, 2015.

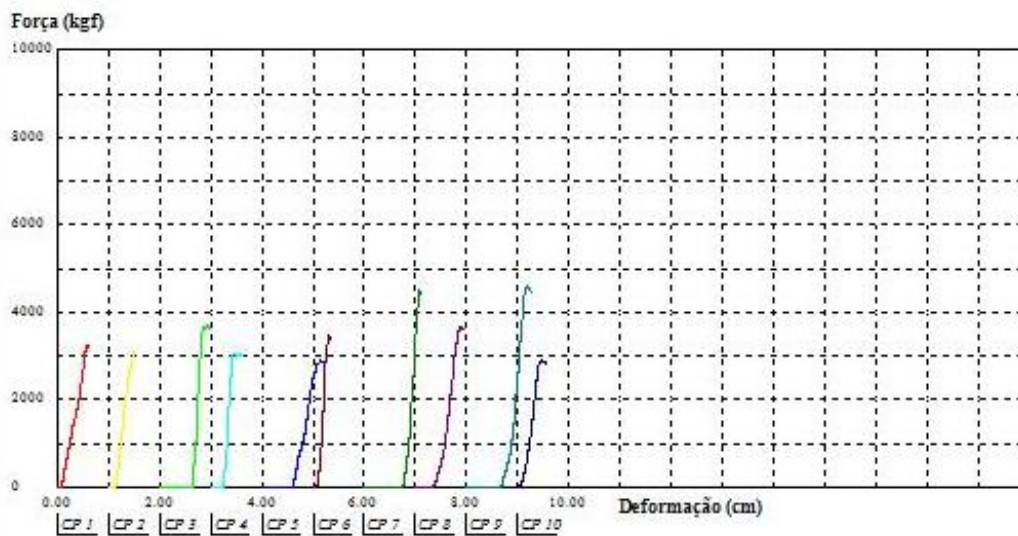
Com base nos dados apresentados na tabela acima (Tabela 3) foi realizado o Teste-F onde pode ser concluído que as amostras não são homogêneas entre si e através do Teste-T não houve diferença significativa entre a resistência média das estruturas com e sem PET, portanto apesar da diferença de 25 kgf/cm², estatisticamente a resistência da flexão estática das estruturas com revestimento PET e sem revestimento, dentro de um intervalo de confiança de 95% são iguais.

Sendo assim, as estruturas apresentaram uma resistência à flexão relativamente baixa em relação a espécies de madeiras onde o Pinus (*Pinus elliotti*) apresenta resistência de 709,72 kgf/cm², o Pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia*) apresenta resistência de 872,87 Kgf/cm², e o Eucalipto (*Eucalyptusgrandis*) apresenta resistência 770,90 Kgf/cm², ambos a 15% de umidade relativa.

Os testes de compressão paralela às fibras foram realizados apenas utilizando amostras revestidas com pet, pois não é possível confeccionar corpos-de-prova nas dimensões da norma adotada devido a posição das amarras de arame.

Sendo assim, o Gráfico 4 apresentado abaixo representa os resultados dos testes de compressão paralela as fibras.

Gráfico 4: Força Máxima (fM) nos testes de compressão paralela as fibras.



Fonte: O Autor, 2015.

Os resultados dos testes representados no gráfico acima (Gráfico 4) estão apresentados na tabela abaixo (Tabela 4):

Tabela 4: Força Máxima (fM) das estruturas nos testes de compressão paralela às fibras

Amostra	Kgf/cm ²	Área (cm ²)
1	130	21,66
2	122	24,65
3	148	26,36
4	123	24,93
5	117	26,94
6	139	27,53
7	181	21,14
8	150	26,36
9	184	21,14
10	116	20,12
Media	141	24,08
var	621,11	
dp	24,92	
cv (%)	17,68	
lmt .sup	156,447	
lmt. inf	125,553	

Fonte: O Autor, 2015.

Nesse sentido as estruturas apresentaram uma resistência à compressão paralela as fibras média de 141 Kgf/cm² podendo apresentar uma variação dentro de um intervalo de confiança de 95% de 15,45 Kgf/cm, este valor é próximo ao encontrado por TIRELLI (2007, p.6) que é em torno de 203,94 kgf/cm².

Com base no resultado de compressão pode ser concluído que as estruturas apresentam uma baixa resistência à compressão se comparado com o Eucalipto (*Eucalyptus grandis*) 429,30 Kgf/cm², com o Pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia*) 422,16 Kgf/cm² e com o Pinus (*Pinus elliotti*) 321,21 Kgf/cm² (IPT, 2013).

Ao fazer uma correlação entre a massa específica resistência à flexão, oteve-se de acordo com o coeficiente de correlação de Pearson que somente correlação há positiva entre massa específica e a resistência à flexão de estruturas sem PET, ou seja, quanto maior a massa específica, maior é a resistência do material, já entre massa específica e resistência à flexão de estruturas com pet, massa específica e resistência à compressão paralela às fibras foi negativa, sendo assim, quanto maior a massa específica, menor é a resistência do material, portanto, a massa específica não está correlacionada com a resistência do material, os resultados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Correlação de Pearson

Massa Específica x Flexão com pet	-0,04157
Massa Específica x Flexão sem pet	0,40363
Massa Específica x Compressão	-0,75674

Fonte: O Autor, 2015.

Algumas dificuldades surgiram na realização deste trabalho, principalmente na falta de um técnico responsável com conhecimentos na operação e calibração da EMIC dl-30000, onde após muitos sofrimento e quebra cabeça foi realizada a calibração e ajustes da mesma.

Desta forma necessita-se realização de mais trabalhos visando aperfeiçoar e obter resultados com maior precisão em relação à resistência desses materiais, uma vez que como já visto em literatura o bambu é um material com alto potencial para aplicação na construção civil e rural sendo utilizado em diversos países como, por exemplo, China, Costa Rica, Colômbia e Equador. Apesar das dificuldades encontradas na realização do trabalho, o material composto testado pode ser empregado na fabricação de mourões, ripamentos para cobertura e colunas.

7. CONCLUSÃO

- As Estruturas Bambu/PET apresentaram uma massa específica um pouco a baixo, porém próxima a de colmos de bambu encontradas em literatura e mediana se comparadas com Pinus e Araucária;
- Se comparadas com madeiras (Pinus e Araucária) as estruturas Bambu/PET apresentam baixa resistência a Flexão estática;
- Se comparadas com madeiras (Pinus e Araucárias) as estruturas Bambu/PET apresentam baixa resistência a Compressão Paralela as Fibras.

8.REFERÊNCIAS

ABIPET. **9º Censo da reciclagem de PET no Brasil. O ano 2012.** Associação Brasileira da Indústria do PET. 2013.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7190 Projeto de Estruturas de Madeira.** Rio de Janeiro, 1997, 107p.

CASTRO E SILVA; Roberto Magno de. **O bambu no Brasil e no Mundo.** Setembro de 2005.

COSTA, João Paulo. **O Bambu na Construção Civil.** Universidade Estadual de Goiás – Unu CET. Anápolis – GO, 2012.

DA SILVA, Mário de J. P. Carneiro. **O bambu e sustentabilidade.** Universidade Candido Mendes – Pós-Graduação *Lactu Sensu* AVM Faculdade integrada. Rio de Janeiro, 2012.

DELGADO, Patrícia Santos. **O bambu como material eco-eficiente: caracterização e estudos exploratórios de aplicações.** Dissertação de Mestrado. REDEMAT – Rede temática em engenharia de materiais. Universidade Federal Ouro Preto. 2011.

GAION, C. P.; PASCHOARELLI, L. C.; PEREIRA, M. A. R. **O bambu como matéria prima para o design industrial: um estudo de caso.** Bauru: FAAC-UNESP, 2003.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A. B. **Determinação das propriedades dos bambus das espécies: mosó, matake, *Guadua angustilofia*, *Guadua tagoara* e *Dendrocalamus giganteus* para utilização na engenharia.** Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ. Maio de 2001. 40 p.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Informações sobre madeiras.** Disponível em <http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=7>. Acesso em junho de 2015.

JÚNIOR, Eraldo A. Bonfatti. **Caracterização das propriedades anatômicas, química e densidade da espécie *Bambusavulgaris* Schard. ex. J.C. Wendl., para a produção de celulose Kraft com diferentes cargas de Álcali.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2010.

LOPÉZ, Oscar Hidalgo. **Manual de construcción com bambú.** Estudios Técnicos Colombianos Ltda – Editores. Universidad Nacional de Colombia. Setembro, 2010.

NETO, Jacob S. Pereira; MINÁ, Alexandre J. S.; FURTADO, Dermeval A.; NASCIMENTO, José W. B. **Aplicação do Bambu nas Construções Rurais.** Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior – ABEAS. v.24, n.2, p.66-77, 2009.

PASTORE, Mayara; RODRIGUES, Rodrigo Sampaio; SIMÃO-BIANCHINI, Rosângela; FILGUEIRAS, Tarciso de Souza. **Plantas Exóticas Invasoras na**

Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba – Santo André - SP.
Instituto de Botânica. São Paulo - SP, 2012.

PEREIRA, Marco A. R.; BERALDO, Antonio L. **Bambu de corpo e alma.** Canal 6 editora. 1ª ed., 4ª reimpressão, 240p, Bauru – SP, 2013.

TIRELLI, Zaira Postal. **Avaliação do desempenho do bambu na construção utilizando revisão bibliográfica.** PPGE – NORIE – Prof: Sattler&Bonin. 2007.