

Eco-design: a eficiência de produtos feitos de Bambu para o sequestro de carbono

Eco-design: the efficiency of products made from Bamboo for carbon sequestration

Lanna, Sebastiana L. de Bragança; PhD; Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG
sebastiana.lana@gmail.com

Delgado, Patrícia Santos; Ms; Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
paty.delgado@hotmail.com

Ayres, Eliane; PhD; Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
eayres.pu@hotmail.com

Lago, Rochel Monteiro; PhD; Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG
rochellago@yahoo.com.br

Resumo

Recentes discussões apontam o bambu como um eficiente material para o design de produtos e como um potencial sequestrador de carbono. Neste trabalho foram feitas análises em bambus para determinação dos teores de carbono em sua estrutura. Os resultados mostram que o bambu possui em média os mesmos teores das outras espécies vegetais, porém quando estes dados são analisados juntamente com as taxas de crescimento e com a produtividade anual, pode-se perceber a enorme vantagem do bambu quanto ao armazenamento de carbono. Conclui-se que quando usado em substituição à madeira e outros materiais, o bambu além de poupar a extração destes, contribuí efetivamente com o armazenamento do carbono.

Palavras-chave: Bambu, Sequestro de Carbono, Eco-design.

Abstract

Recent discussions suggest bamboo as a efficient material for the product design and as a potential carbon sink. This work performed analyzes on bamboo to determine the levels of carbon in its structure. The results show that the bamboo has on average the same levels of other plant species, but when these data are considered along with the rate of growth and productivity annual it's perceived the great advantage that the bamboo takes for carbon storage. It's concluded that when used in design to replace the wood and other materials, bamboo as well as saving the extraction of these materials contributes to carbon storage.

Key-words: *Bamboo, Carbon sink, Eco-design*

Introdução

Devido a suas potencialidades, o bambu têm-se demonstrado um eficiente material para uso no design de produtos, tanto em sua forma natural em substituição a outros materiais, como a madeira, quanto como reforço a outros materiais^[1]. Além disso, muito se tem falado a respeito de sua eco-eficiência devido a sua grande capacidade de realizar o sequestro de carbono. Apesar disso, há pouca pesquisa que comprove a eco-eficiência do bambu e o mecanismo que o torna um eficiente sequestrador de carbono.

Segundo Priscila Coltri^[2], que vem testando a possibilidade de usar índices de vegetação para estimar a biomassa e o potencial para sequestro e estoque de carbono de plantações de café, o sequestro é uma medida de quanto carbono a planta tira do ambiente e incorpora em sua biomassa. Já o fluxo de carbono mede quanto do carbono no ambiente a planta emprega no processo de fotossíntese. Por sua vez o estoque representa a biomassa que a planta incorpora permanentemente no tronco, nos ramos, nas folhas e só pode se perder quando há derrubada ou queima.

Durante o processo de fotossíntese, na presença de luz, as plantas retiram o CO_2 , utilizam o carbono para o seu desenvolvimento e retornam o oxigênio para a atmosfera. Quando transformamos o bambu, ou qualquer outra planta em produtos (móveis, por exemplo), estamos armazenando o carbono e minimizando os problemas ambientais.

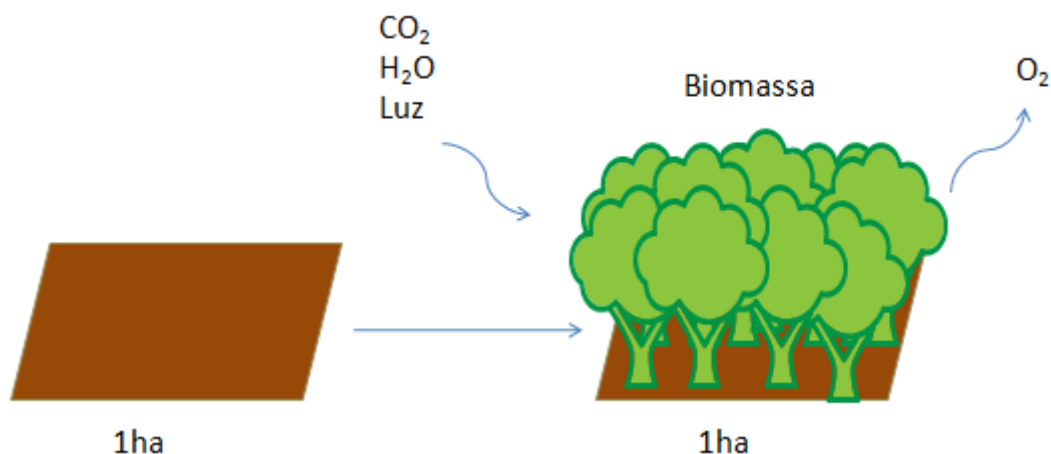


Figura 1. Crescimento da biomassa nas plantas.

Isto está relacionado com o ciclo de produtividade e velocidade de crescimento das espécies, pois quanto mais rápido o crescimento da planta, maior acúmulo de biomassa e mais sequestro de carbono.

Segundo Bonsiepe^[3], design pode ser definido como “atividade que se ocupa da definição das características funcionais, estruturais e estético-formais de produtos industriais e sistemas de produtos, considerando os fatores técnico-econômicos, técnico-produtivos e sócio-culturais”. Portanto, fatores econômicos, tecnológicos, culturais e ecológicos estão ligados ao design, assim como problemas energéticos, problemas de poluição de limitação de recursos naturais não renováveis.

A escolha de um material para o desenvolvimento de um produto vai além de suas propriedades físicas. O projeto deve abranger soluções significativas para as pessoas, que além de proporcionar novas experiências, criem um impacto positivo na sociedade^[4].

Assim, justificam-se pesquisas e estudos acerca da utilização de materiais alternativos aos tradicionalmente usados em larga escala, esses materiais sendo de natureza renovável; o bambu, especificamente, sendo o objeto de pesquisa desse trabalho, será apresentado como alternativa extremamente viável para o desenvolvimento de produtos de design.

Algumas iniciativas já vêm sendo tomadas e muitos designers têm procurado incluir o bambu em projetos inovadores, explorando as potencialidades da planta, como por exemplo, a fruteira do designer Paulo Bustamante (Figura 2), ou os utensílios domésticos da Yanko Design^[5].



Figura 2. Produtos feitos a partir do bambu^[5].

O bambu abre uma série de possibilidades para substituição de materiais, porém a maioria dos produtos feitos com o bambu é produzida de forma artesanal e com pouco valor agregado.

Do ponto de vista social, o bambu tem contribuído com iniciativas no campo da geração de renda e do empreendedorismo social no desenvolvimento local por conta de seu crescimento rápido em todas as regiões do Brasil aliado a uma multiplicidade de usos que vão desde o artesanato caseiro até a utilização na construção civil^[6].

Diante disso, concomitantemente à exploração bambu como material para o design sustentável de produtos, é perceptível a demanda de pesquisas com relação à mensuração do carbono.

Este trabalho apresenta uma análise da taxa de carbono absorvida pelo bambu e uma comparação com duas plantas de rápido crescimento, eucalipto e pinus. Os resultados demonstram que o bambu pode sim, ser considerado um eficiente sequestrador de carbono.

Materiais e Métodos

As amostras de bambu foram colhidas na Bambuzeria Cruzeiro do Sul – BAMCRUS^[7], situada em Ravena no distrito de Sabará/MG, onde possui um bambuzal com várias espécies, um centro de tratamento, cursos técnicos sobre o cultivo e manejo do bambu e uma biblioteca especializada.

Foram escolhidas amostras do gênero *Phyllostachys*, que é um dos mais variados, tendo grande número de espécies. Para este experimento foram usados bambus da espécie *Phyllostachys heterocycla*, conhecidos também como bambu mossô.

Foram colhidas 6 amostras de bambu em idades diferentes variando entre 2 semanas e 4 anos de idade (Figura 3). As idades foram informadas pelo diretor da BAMCRUS, Lúcio Ventania. Todas as amostras pertencem à mesma espécie (*Phyllostachys heterocycla*) porém foram plantadas em épocas diferentes e colhidas de acordo com a idade em um mesmo momento.



Figura 3. Amostras de *Phyllostachys* usadas nas análises em ordem de idade.

As amostras foram cortadas e delas foram retiradas as folhas e pequenos galhos. Em algumas análises utilizaram-se diferentes partes do colmo, sendo separadas em partes interna, meio, externa e parte total, como mostrado na Figura 4. As partes determinadas para análise foram trituradas com auxílio de uma lima metálica a fim de evitar alguma possível contaminação.

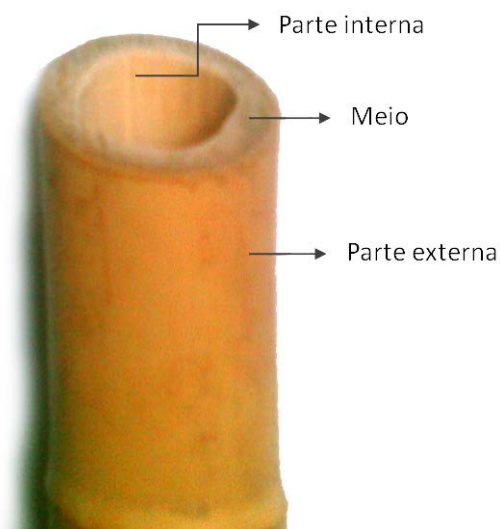


Figura 4. Diferentes partes do colmo a serem analisadas.

Desta forma, considerando as 6 idades diferentes de bambu, foram obtidas 24 sub-amostras, sendo 4 amostras (uma incluindo todas as partes, uma da parte interna, uma do meio e outra da parte externa) de cada idade. Para facilitar a identificação, as amostras foram codificadas conforme a Tabela 1:

Tabela 1. Nomenclatura das amostras.

Idade da amostra	Todas as partes	Parte interna	Meio	Parte externa
2 semanas	2S _{tot}	2S _{int}	2S _{meio}	2S _{ext}
1 ano	1A _{tot}	1A _{int}	1A _{meio}	1A _{ext}
2 anos	2A _{tot}	2A _{int}	2A _{meio}	2A _{ext}
2,5 anos	2,5A _{tot}	2,5A _{int}	2,5A _{meio}	2,5A _{ext}
3 anos	3A _{tot}	3A _{int}	3A _{meio}	3A _{ext}
4 anos	4A _{tot}	4A _{int}	4A _{meio}	4A _{ext}

Foi feita uma análise elementar (CHN) em Analisador CHN Perkin-Elmer 2400 para determinação dos teores de carbono, hidrogênio, nitrogênio. Esta análise foi feita no Departamento de Química Inorgânica da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.

Realizaram-se análises de CHN em todas as amostras incluindo todas as partes dos colmos. Analisou-se ainda a amostra mais nova e a mais velha separando as partes, sendo analisadas separadamente as partes externas, internas e do meio.

Resultados e discussão

Determinação do teor de carbono na biomassa do bambu

A Tabela 2 mostra os resultados obtidos por análise elementar (CHN) das diferentes amostras bambu com variações de idade e pontos da amostra.

O teor médio de carbono encontrado nas amostras de bambu foi de 44,33%. A porcentagem média de hidrogênio foi de 6% para as mesmas amostras e a porcentagem de nitrogênio foi baixa em todas as amostras. Estes valores de CHN são típicos para biomassa vegetal em geral.

Tabela 2. Análise elementar por CHN das amostras de bambu com variações de idade e pontos da amostra.

Amostra	% C	% H	% N
2S _{tot}	42,78	6,47	0,60
1A _{tot}	44,04	6,50	0,28
2A _{tot}	44,45	6,34	0,31
2,5A _{tot}	44,12	6,45	0,30
3A _{tot}	45,70	6,47	0,29
4A _{tot}	44,91	6,23	0,36
2S _{int}	41,90	6,06	0,36
2S _{meio}	45,29	6,34	0,34
2S _{ext}	44,61	6,31	0,71
4A _{int}	36,54	5,06	0,68
4A _{meio}	45,52	5,98	0,29
4A _{ext}	43,86	6,30	0,67

Quando comparado com serragem de *Eucalyptus* sp^[8], os teores de C, H, e N, apresentaram resultados bastante semelhantes, como pode ser verificado na Tabela 3:

Tabela 3. Análise elementar por CHN de amostra de bambu *Eucalyptus* sp^[8].

Material	% C	% H	% N
Serragem de <i>Eucalyptus</i> sp	45,5	6,2	0,13

A Figura 5 a seguir, mostra que o teor de carbono aumenta levemente de 42-43% até 44-45% com a idade do bambu. Esses teores foram obtidos para as amostras contendo todas as partes do colmo de cada idade (amostras 2S_{tot}, 1A_{tot}, 2A_{tot}, 2,5A_{tot}, 3A_{tot} e 4A_{tot}). Este aumento pouco significativo demonstra que o teor de carbono no bambu permanece o mesmo independente da idade.

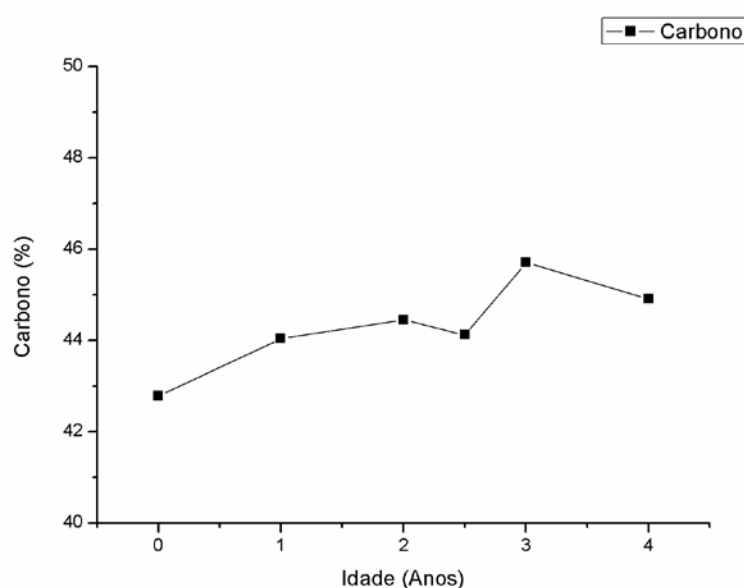


Figura 5. Percentual de carbono de acordo com a idade do bambu.

Quando foram analisados separadamente os três pontos principais do colmo, parte externa, interna e do meio, observou-se que o teor de carbono é levemente mais baixo na parte interna do colmo, sendo que esta diferença aumenta com o aumento da idade (Figura 6). O mesmo acontece com os teores de hidrogênio. Os teores de nitrogênio para esta pesquisa não foram considerados.

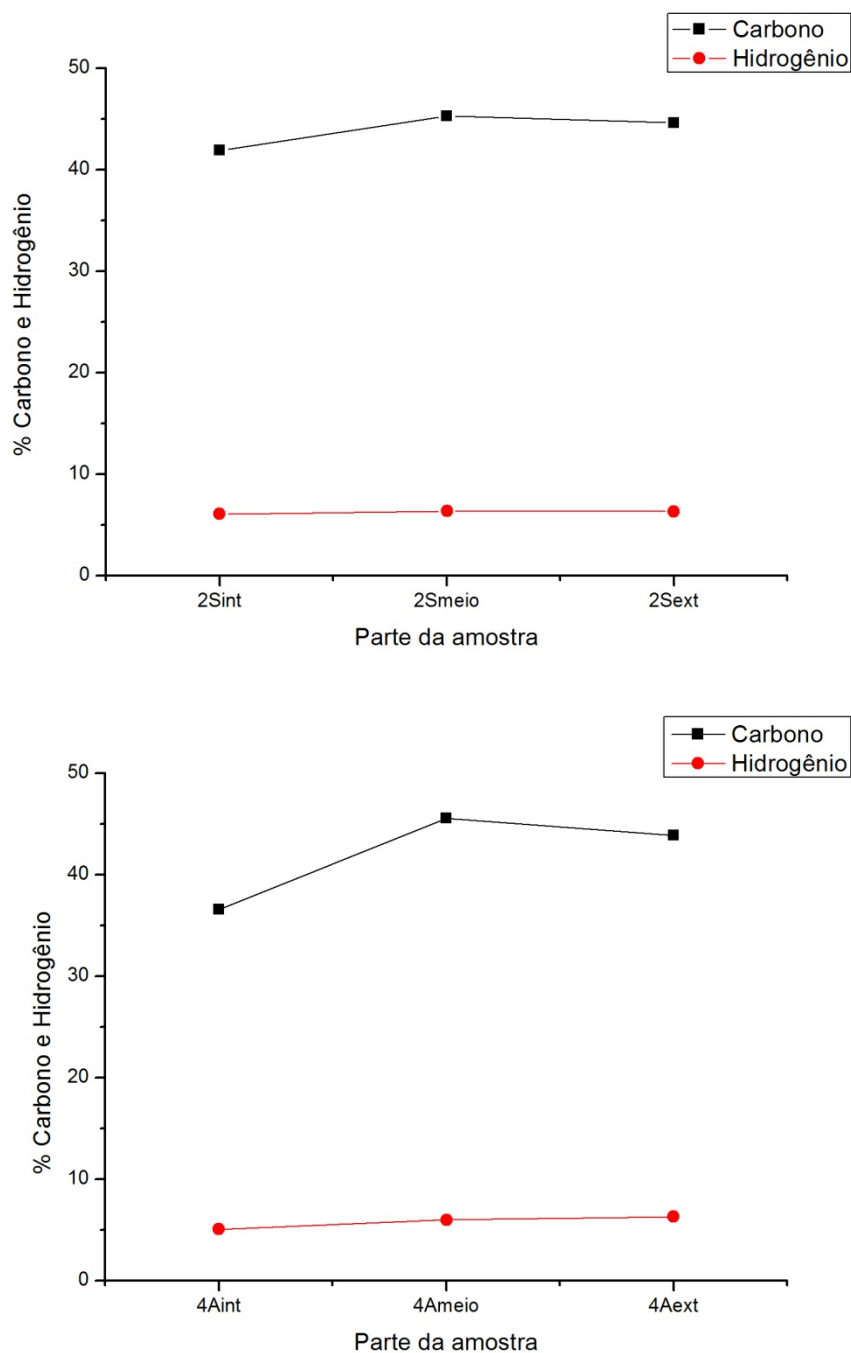


Figura 6. Percentual de carbono e hidrogênio nas diferentes partes do colmo de amostras de 2 semanas e 4 anos.

Estimativa da absorção de CO₂ pelo aumento da biomassa do bambu

Foram realizados cálculos considerando a taxa de crescimento do bambu e o conteúdo de carbono para se determinar a absorção aproximada de dióxido de carbono (CO₂).

A Tabela 4 mostra a produtividade e o ciclo cultural para três espécies diferentes: pinus, eucalipto e bambu^[9]. Observa-se que a produtividade de bambu (40-60 t/ha.ano) é próxima a do eucalipto (30-50 t/ha.ano) e maior que a do pinus. No entanto, o ciclo do bambu é de apenas 2-6 anos. Isso significa que o tempo de plantio e colheita do bambu é de 2 a 6 anos enquanto o eucalipto varia de 7 a 10 anos.

Tabela 4. Comparativo de produtividade Pinus x Eucalipto x Bambu^[9]

	Pinus	Eucalipto	Bambu
Ciclo cultural - anos	15-25	7-10	2-6
Produtividade - t/ha.ano	25-35	30-50	40-60


Analisando estes dados, podemos mensurar que se uma plantação de bambu produz em média 50 toneladas de bambu por hectare em um ano, e sua composição possui 44% de carbono, então um hectare de bambu retém em média 22 toneladas de carbono por hectare por ano. O eucalipto, por exemplo, retém em média, produzindo 40t/ha.ano, 17,6 toneladas de carbono por hectare por ano, significando uma diferença média de 20% a mais.

Essa diferença considera apenas a produtividade, unindo isso ao ciclo cultural de cada espécie, podemos ilustrar a seguinte situação:

Considerando a taxa média de produtividade de cada espécie, tem-se que o pinus produz em média, 30t/ha.ano, o eucalipto 40t/ha.ano e o bambu 50t/ha.ano. Supondo uma área onde as três espécies são plantadas ao mesmo tempo, em 2 anos poderá ser feito o primeiro corte do bambu, em sete anos o primeiro corte do eucalipto e em 15 anos o primeiro corte do pinus. Ainda, segundo dados da Associação Catarinense de Bambu^[9], o bambu dispensa o replantio por mais de 100 anos. Novos brotos surgem espontaneamente a cada ano. O pinus é replantado depois de cada corte, ou seja, a cada 15 anos, o eucalipto rebrota após o corte, porém deve ser replantado depois de 4 ciclos, isto é, no 28º ano. Colocando estes dados em uma tabela, observa-se que:

Tabela 5. Comparativo de produtividade do pinus, eucalipto e bambu durante 15 anos expressas em toneladas (t).

Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Pinus															30	30
Eucalipto							40							40		80
Bambu		50		50		50		50		50		50		50		350

 Ano sem colheita

 Colheita

Se a produção média do bambu é de 50t/ha.ano, e essa colheita pode ser feita a cada dois anos, significa que a cada colheita estamos armazenando cerca de 45% de carbono por espécie. Mesmo que a porcentagem de carbono do pinus e do eucalipto sejam semelhantes à porcentagem de carbono armazenada pelo bambu, se as espécies forem colhidas no tempo certo de colheita e armazenadas, ao longo de 15 anos teremos armazenados cerca de 14t de carbono pelo pinus, 35t pelo eucalipto e 154t pelo bambu.

Considerando novamente a média de produção anual do bambu de 50t/ha.ano tem-se que, para cada carbono armazenado, foi sequestrado uma molécula de CO₂, e lembrando que a massa molar do CO₂ é 44g/mol, a do carbono 12g/mol e que em 1t temos 1.000.000g. Como visto anteriormente, anualmente acumula-se em média 22t de carbono em 1ha de bambu; multiplicando estes valores a razão entre as massas molares do CO₂ e do carbono, conclui-se que:

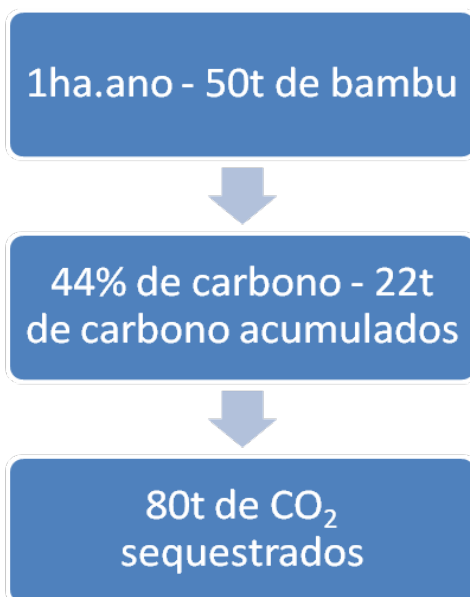


Figura 5. Estimativa de sequestro de CO₂ pelo bambu.

Fazendo os mesmos cálculos para o pinus e para o eucalipto tem-se que o pinus sequestra por ano uma média de 47t de CO₂ e o eucalipto 63t. Essa diferença justifica a hipótese do bambu ser um eficiente sequestrador de carbono.

Conclusões

De acordo com a análise elementar, CHN, independente da idade, o bambu armazena cerca de 45% de carbono em sua biomassa. Esta quantificação é muito semelhante com a quantidade de carbono armazenada tanto pelo pinus como pelo eucalipto, espécies também de rápido crescimento e consideradas sequestradoras de carbono. Porém quando estes dados são analisados juntamente com as taxas de crescimento das plantas e com a produtividade anual, pode-se perceber a enorme vantagem que o bambu leva em relação às outras plantas para fazer o armazenamento de carbono.

Como visto anteriormente, o carbono sequestrado e armazenado na biomassa do bambu só se perde quando há queima da planta, ou quando ela se decompõe^[2,10]. Quando transformamos o bambu em produtos, estamos armazenando o carbono e minimizando os problemas ambientais.

O emprego do bambu apresenta, em comparação com a madeira, uma série de vantagens. Destacam-se entre seus diversos benefícios o baixo custo, leveza, possibilidade de curvatura, superfície lisa, coloração atrativa, resistência à tração comparável à do aço, resistência à compressão superior a do concreto, grande rigor estético e excelentes resultados na fabricação de móveis, estruturas, tubulações, drenos e habitações^[11].

Além disso, o bambu consome menos energia. Pesquisas da ABMTENC - Associação Brasileira em Materiais e Tecnologias não Convencionais^[12] sobre o consumo energético e o impacto ambiental dos diferentes materiais e materiais alternativos, apresentaram resultados positivos dos testes que desenvolve com o bambu como substituto ao aço em estruturas de lajes, vigas e colunas de concreto.

Como pôde ser observado, o bambu possui excelentes características químicas e físicas, rápido crescimento, fácil cultivo e manejo, baixo custo. Pode ser amplamente explorado na substituição de outros materiais, como a madeira e o aço na construção civil, e

também como reforço a outros materiais, como no caso dos polímeros, quando explorada a fibra do bambu. Pode também ser usado em substituição à madeira em móveis e artefatos, armazenando o carbono e contribuindo com os problemas ambientais.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES pela bolsa de mestrado concedida e também à BAMCRUS.

Referências Bibliográficas

- 1- AMÉRICO, L. **Eco-Design e a utilização de materiais alternativos renováveis: o Bambu e sua inter-relação com o design.** Anais do 2º Simpósio Brasileiro de Design Sustentável (II SBDS), Rede Brasil de Design Sustentável – RBDS, São Paulo, 2009.
- 2 - ARTIGOS UNICAMP. Disponível em: http://www.labjor.unicamp.br/midiaciencia/article.php3?id_article=679 Acesso em Dez. 2009.
- 3 - GAION, C. P.; PASCHOARELLI, L. C.; PEREIRA, M. A. R. **O Bambu como Matéria Prima para o Desenho Industrial: um estudo de caso.** Bauru, SP: UNESP, 2001.
- 4- ASHBY, M.; JOHNSON, K. **Materiais e Design – Arte e Ciência de Materiais no Design de Produto.** Editora Elsevier, 2011.
- 5- PENSANDO VERDE. Disponível em: <<http://pensandoverde.blogtv.uol.com.br/2009/01/09/rede-social-do-bambu-reune-interessados-pela-planta-como-alternativa-sustentavel>>. Acesso em Mar. 2010.
- 6- CASAGRANDE JR., E. F.; UMEZAWA, H. A.; TAKEDA, J. **Arranjo Produtivo Local Sustentável: Estudo de caso para o uso do potencial do bambu na geração de emprego e renda no Paraná.** XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003.
- 7- BAMCRUS. Disponível em: <http://www.bamcrus.com.br/index_principal.htm>. Acesso em Ago. 2009.
- 8- COUTO, G. M. **Utilização da Serragem de *Eucalyptus SP.* na Preparação de carvões ativado.** Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Lavras. 106p. 2009.
- 9- BAMBUSC. Site da Associação Catarinense de Bambu. Disponível em: <<http://bamusc.org.br/>>. Acesso em: Out. 2010.
- 10- DURIGAN, G. **Estimativas de Estoque de Carbono na Vegetação Natural do Estado de São Paulo.** Estudos da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2004.
- 11- PEREIRA, M. A. R.; BERHALDO, A. L. **Bambu de Corpo e Alma.** Bauru, SP: Canal6, 2007.
- 12- GHAVAMI, K. **A volta do velho e forte bambu.** Revista Globo Ciência. 1995.