

A CIDADANIA AMBIENTAL SOB A OPTICA DOS MATERIAIS NÃO CONVENCIONAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Márcia de Lacerda Santos¹

Alceu Rosa Matias Junior²

Kaio Sales de Tancredo Nunes³

Emanuele Rodrigues Figueiredo⁴

Isabel Alves Pimenta Gabriel⁵

1 Estudante de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Pombal –PB – marcialacerdapb@gmail.com

2 Estudante de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Pombal –PB – alcejunior01@gmail.com

3 Estudante de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Pombal- PB – kaioales_12@hotmail.com

4 Estudante de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande– Campus Pombal- PB – manu1894.ef@gmail.com

5 Estudante de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande– Campus Pombal- PB – beelpimenta@gmail.com

RESUMO: A construção civil é considerada uma das grandes indústrias na geração de resíduos se comparada com as demais, todavia com o surgimento de novas tecnologias e os avanços científicos tornou-se cada vez mais viável a absorção dos mesmos, seja através da reciclagem ou reutilização, como também na fabricação de novos materiais construtivos por meio do reaproveitamento residual dos restos oriundos das obras. Por conseguinte, o referido trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre o uso de materiais não convencionais na construção civil, bem como a sua história, suas limitações e sua introdução no parâmetro nacional e ainda exemplos de uso desses materiais convencionais e sua utilização na sociedade, visando uma aplicabilidade da sustentabilidade em meio a essa indústria. Tornou-se comum, principalmente na engenharia civil, a busca por um equilíbrio entre a sociedade, o meio ambiente e a economia a fim de minimizar os impactos que esse setor ocasiona. Foi observado que existem diversos materiais de construção alternativos, e que dependendo da sua designação, podem propiciar a construção de edificações sustentáveis e com certificações ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Edificações sustentáveis, desperdício, construção civil nacional, semiárido.

1.0 INTRODUÇÃO

A pressão exercida sobre o meio ambiente proveniente do modelo de vida humano vem crescendo acentuadamente desde a revolução industrial, gerando assim um complexo desequilíbrio ambiental, servindo como resposta da natureza à humanidade, pressionando-a pela necessidade de um novo modelo de desenvolvimento sustentável o mais breve possível. Com a recente necessidade de execução de medidas mais sustentáveis e ecologicamente corretas; governos, instituições, universidades e ONGs vêm investindo sua atenção, tempo e dinheiro, na busca de maneiras de preservar o modelo de vida adotado pela humanidade, a economia e o meio ambiente.

A construção civil é uma área que recebe muita atenção de pesquisas a fim de torná-la mais eco-eficiente, devido sua necessidade gigantesca de matéria prima, assim como sua geração de resíduos e poluição que assumem proporções espantosas, principalmente quando está integrada em uma sociedade onde “a importância de destinação correta de resíduos é plena reconhecida” (LUCAS, 2008). Segundo Jhon (2009), a construção civil corresponde ao setor responsável pela maior parte do consumo de recursos naturais, estima-se que 15% a 50% dos materiais retirados da natureza contribuem para esse setor, justificando assim a poluição gerada por essa indústria.

Define-se como poluição qualquer alteração física, química ou biológica que produza modificação no ciclo biológico normal, interferindo na composição da fauna e da flora do meio (AGUIAR, 2002). Até mesmo construções civis de pequeno porte consomem toneladas de matérias, e deixam uma grande quantidade deles como resíduos, este material que por sua vez para ser extraído e refinado já emitiu grandes dimensões de poluição, somando estes fatores temos a construção civil como uma das principais responsáveis pela crise ecológica vivenciada atualmente. Deste modo torna-se necessário, a pesquisa na busca de alternativas e a sua implementação, para que se possa mudar essa realidade, entre elas destaca-se a mudança dos materiais convencionais para os materiais não convencionais, que possuem um reconhecido potencial como solução para esses problemas.

Segundo Barbosa (2005) a fabricação dos materiais de construção convencionais produz inúmeros resíduos em volumes por vezes espantosos, como por exemplo, a fabricação de cimento portland é um dos maiores emissores de CO₂ na atmosfera. Esta emissão é implícita ao seu processo de fabricação. Muito resumidamente o cimento portland vem da calcinação de argila com

calcário (carbonato de cálcio), em 2001 o Brasil consumiu quase 40 milhões de toneladas de cimento portland, reafirmando assim o quanto a indústria da construção civil polui e degrada o meio ambiente.

Para a produção das matérias convencionais da construção civil é necessária uma grande quantidade de energia, isso implica em maior consumo de combustíveis (aumentando a emissão de gases poluentes) ou energia elétrica contribuindo assim para a busca de energia e seus problemas socioambientais. Por exemplo, para se produzir o aço é necessário atingir temperaturas por volta de 1800°C, para o alumínio as temperaturas devem chegar em 1450 °C, para os azulejos ela deve beirar 1200°C, para se atingir todas essas altas temperaturas é necessário uma grande quantidade de energia, e quando aplicado as dimensões da indústria, esse valor só tende a crescer, para se ter ideia para a produção de um simples vergalhão de alumínio com dimensão de 12,5 mm o consumo de energia é de 80 kWh, que corresponde em um consumo 20 vezes maior que de um família modesta (BARBOSA, 2005).

Os materiais não convencionais trazem a promessa de resolver ou se não minimizar consideravelmente os problemas ambientais provocados pelos materiais convencionais, o estudo para o desenvolvimento desses materiais tem crescido notoriamente nas últimas décadas, e durante esse período uma grande gama de materiais foram descobertos ou até mesmo foram readaptados, como é o caso da aplicação da tecnologia em materiais de construções do passado onde “os primeiros materiais de construção utilizados foram aqueles ofertados pela natureza como pedra, palha, galhos e troncos de árvores e, sem dúvida, a terra” (BARBOSA, 2005).

Para a implementação de novas matérias no mercado de construção civil é necessário um rigoroso processo de testes, onde para um material ser considerável viável ele deve satisfazer em relação a critérios técnicos, econômicos e estéticos. Os novos materiais devem obedecer às entidades normalizadoras, no Brasil é a ABNT (Associação Brasileiras de Normas técnicas) que realiza revisão no máximo a cada cinco anos, já nos Estados Unidos é a ASTM (American Society for Testing Material) e a ASA (American Standard Association) (BARROS, 2010).

1.1 O MONOPÓLIO DOS MATERIAIS CONVENCIONAIS

Ao ponto que o homem deixou de ser nômade, ele teve que buscar formas de atender suas necessidades básicas como alimentação e abrigo, e assim surgiu o plantio e os primeiros materiais de construção, estes que eram encontrados na natureza como pedras, galhos, palhas e troncos de

árvores, onde eram utilizados de maneira bruta sem ou com pouquíssimas modificações (BARBOSA, 2005). Muitas das construções de tempos passados foram elevadas usando materiais sem ou com pouquíssimo processo de refinamento, até mesmo as magníficas obras pertencentes às maravilhas do mundo antigo como as pirâmides do Egito foram baseadas em materiais encontrados naturalmente no meio, “Os materiais eram processados de maneira rudimentar ou utilizados em estado bruto, sempre envolvendo trabalho intenso” (GHAVAMI, 2005).

Durante a revolução industrial no século XVII, começaram a aparecer materiais de construção industrializados, prometendo melhores resultados, em menos tempo, com menos esforços e de maneira mais prática, esses materiais que hoje são conhecidos como materiais de construção convencionais ou industrializados (BARBOSA, 2005). Os surgimentos desses materiais causaram uma revolução na forma como a humanidade construía, ampliando as possibilidades quando o objetivo era construir, edificar ou até mesmo ousar, e assim com os avanços da engenharia civil e dos materiais convencionais pode-se chegar a construir as gigantescas edificações, que para um observador comum parece que desafia a realidade.

Devido tantos benefícios que esses materiais de construção industrializados proporcionaram ao setor da construção civil, hoje eles conquistaram o monopólio do mercado, chegando a dificultar a entrada de novos materiais, e assim formou-se a visão social de preconceito a novos materiais.

A indústria de materiais de construção convencional é uma das mais poderosas e lucrativas do mundo, com isso a implementação de materiais alternativos carecem de investimentos e oportunidades em relação a algumas empresas, que se interessa em manter seu monopólio sobre o mercado e assim garantir os lucros elevados.

“Ter a casa feita com tijolos cozidos, cerâmica, aço, concreto, passou a ser símbolo de modernidade e sinal de status” (BARBOSA, 2005), em contra partida ter uma casa proveniente de materiais alternativos tais como o bambu ou provenientes de resíduos é visto como algo inferior e ineficaz. Esse é só mais um dos problemas enfrentados pela incorporação de materiais alternativos, devido à forma de pensamento social, que está adaptada aos materiais convencionais e não está disposta a investir no novo, principalmente quando se leva em conta que construções são investimentos grandes e de longo prazo, sendo assim poucas pessoas e empresas se aventuram nessas novas possibilidades. Ainda de acordo com Barbosa (2005):

Todos os cursos de Engenharia e Arquitetura têm na sua grade curricular as cadeiras de Materiais de Construção nas quais quase que unicamente são apresentados os produtos

industrializados: o cimento, o concreto, o aço, o alumínio, as cerâmicas, isto desde o século dezenove! Pouquíssimas fazem referência ao bambu, por exemplo, ou mesmo a terra crua como material construtivo.

Realidade essa que apenas distancia os materiais alternativos do futuro da construção civil e fortalece o monopólio dos materiais de construção convencionais.

Barbosa (2005) afirma que não há dúvida que com os materiais industrializados podem-se ser feitas construções fantásticas, muitas vezes impossíveis de serem feitas com os materiais tradicionais. No entanto, eles apresentam certas características que merecem ser citadas e analisadas para dar motivos à meditação. Os materiais industrializados são magníficos, em questão a suas propriedades, e do que se pode fazer com elas, no entanto esses tipos de materiais acarretam uma série de problemas ambientais, sendo assim devem-se rever possibilidades que possam suprir as necessidades humanas e ao mesmo tempo preserve o meio ambiente.

1.2 HISTÓRIA, DEFINIÇÃO E LIMITAÇÕES DA IMPLEMENTAÇÃO DOS MATERIAIS NÃO CONVENCIONAIS

Os materiais não convencionais são geralmente considerados amigos do ambiente, pois consistem essencialmente em antigos materiais tradicionais que deixaram de ter o mesmo nível de utilização, sobretudo são materiais oriundos de matérias vegetais ou de resíduos da construção civil. Segundo Fraanje (2000):

Os materiais de construção provenientes de recursos renováveis têm um grande potencial para reduzir o impacto ambiental das actividades de construção de edifícios. (...) Estes têm consideráveis vantagens na qualidade, eficiência dos materiais, energia incorporada, reutilização e biodegradabilidade comparando com os materiais de construção actualmente usados. Os recursos renováveis adquirem um papel cada vez mais importante como materiais de construção.

Logo a história da humanidade foi sempre marcada pelos materiais descobertos e utilizados, como ainda hoje é influenciada pela vasta abrangência dos materiais ao seu redor. Sua importância é tão marcante que é notada inclusive nos nomes das eras da ascensão do homem, como a Idade da Pedra, Idade do Bronze e a Idade do Ferro. Materiais são substâncias cujas propriedades podem ser utilizadas direta ou indiretamente para inúmeros fins. Metais, cerâmicas, polímeros, semicondutores, vidros, fibras, madeira, areia, pedra e vários outros inúmeros compostos podem ser citados.

A ligação principal dos materiais com a evolução das sociedades se dá devido sua dependência a eles, em especial à sua disponibilidade, assim como seu desenvolvimento. Caiado (2014) afirma que a história dos materiais se confunde com a história das civilizações, uma vez que o avanço dos grupos ao longo das eras exigiu o aperfeiçoamento dos materiais já conhecidos, a busca por novos, e o contínuo desenvolvimento tecnológico para obtê-los ou fabricá-los.

Ângulo (2001) afirma que comparativamente para os países do primeiro mundo, a reciclagem, reutilização de materiais não convencionais no Brasil como materiais de construção é ainda tímida, com a possível exceção da intensa reciclagem praticada pelas indústrias de cimento e de aço. Este atraso tem vários componentes. Em primeiro lugar, os repetidos problemas econômicos e os prementes problemas sociais ocupam a agenda de discussões políticas.

2.0 METODOLOGIA

Apresentar a monopolização dos materiais alternativos da construção civil, setor esse, segundo Motta et al (2005) que é responsável por produzir mais de 50% de todo o resíduo sólido urbano gerado e, dessa forma, torna-se uma das principais responsáveis pelo acúmulo de resíduos em cidades de grande e médio porte, causando um problema crônico que envolve questões de ordem ambiental, social e financeira.

Bem como avaliar os critérios, parâmetros e até as limitações na questão da implantação nacional desses materiais não convencionais, mas que auxiliam a edificação de uma sociedade mais sustentável. Desse modo, realizou-se uma revisão bibliográfica a cerca do tema com o objetivo de apresentar a história bem como o surgimento desses novos materiais não convencionais na construção civil, definir suas limitações para a implementação desses materiais de forma a demonstrar seus benefícios para o planeta, por serem sustentáveis e exemplificações desses materiais no parâmetro nacional.

3.0 RESULTADOS E DISCURSSÃO

As pesquisas na busca de materiais não convencionais têm sofrido grande avanço nas últimas décadas, devido à necessidade de encontrar materiais que possam tornar a construção civil mais sustentável, No Brasil assim como no mundo o tema é bastante discutido, estudado e até mesmo financiado. Ainda segundo a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG:

No Brasil, um dos pioneiros no estudo de materiais não-convencionais é o pesquisador do CNPq, Khosrow Ghavami, também professor titular do departamento de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), além de ser membro fundador e atualmente presidente da Associação Brasileira de Ciências em Materiais e Tecnologias não Convencionais (ABMTENC).

“De acordo com estudo do *Green Building Council*, órgão que influencia o mercado da construção, o Brasil está em quarto lugar no *ranking* mundial de construções sustentáveis, atrás apenas dos Estados Unidos, Emirados Árabes e China” (GLOBO ECOLOGIA, 2012), mesmo assim ainda se faz necessárias mudanças o mais rápido possível em virtude da gigantesca quantidade de poluentes liberado pelo setor no Brasil, e uma potencialização nos estudos em busca de materiais alternativos, mesmo que esses estudos tenha um crescimento reconhecido, ainda é considerável modesto em virtude das possibilidades em potenciais ainda não exploradas.

Silva (2005) afirma que o bambu é um dos materiais não convencionais com maior potencial, pois além de possuir propriedades estruturais e uma longevidade interessantes, proporciona o reflorestamento de matas ciliares, geração de trabalho e renda para a comunidade local de onde o bambu é estriado, assim sendo ele é um material considerável sustentável, pois proporciona desenvolvimento econômico, social e preservação ambiental.

Materiais como a terra crua, bambu, fibra vegetal entre outros diversos materiais são alternativas de matérias convencionais, pois não são poluentes, não utilizam de grandes quantidades de energia e oxigênio em sua produção, são renováveis e de baixo custo, deste modo possibilitando que os mais pobres possam construir suas casas, democratizando assim moradia. A estrutura do bambu segundo Ghavami (1989. p.526-536):

A estrutura externa do bambu é formada pelos sistemas subterrâneo de rizomas, colmos, galhos e folhas. A planta pode apresentar flores ou frutos, por vez, ou dois, simultaneamente. Os colmos são formados por uma série alternada de nós e entrenós. Com o crescimento do bambu, cada novo nó interno é envolvido por uma folha caulinar protetora (bainha). Os colmos são formados por fibras, vasos e condutores de seiva, que estão desuniformemente distribuídos na seção transversal, envolvidos por uma espécie de matriz denominada parênquima.

Ghavami (1989) afirma que alguns fatores têm influência sobre as características mecânicas do bambu, tais como espécie, idade, tipo de solo, condições climáticas, época, de colheita, teor de umidade das amostras, localização das mesmas em relação ao comprimento do colmo e presença ou

não de nós, pois bambus sem nós não possuem pontos mais sujeitos a quebra, sendo esses possuidores de maior resistência do que os que apresentam nós. Ghavami realizou um teste visando à aquisição das propriedades mecânicas do bambu da espécie *Guadua angustifolia*, onde foram obtidos dados da resistência de tração, compressão e cisalhamento, os dados podem ser consultados na figura 1:

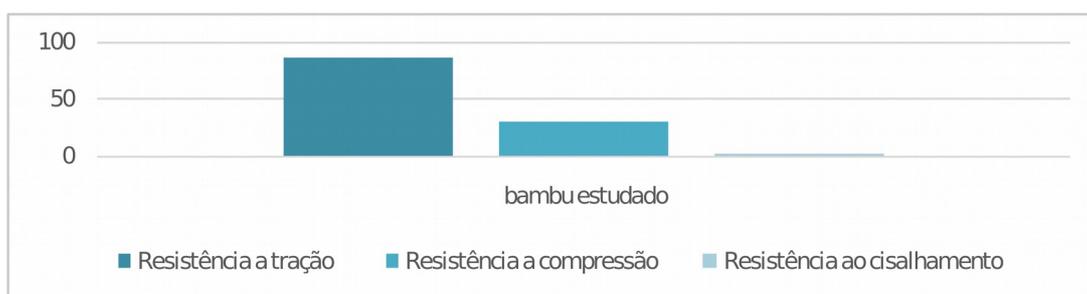


Figura 1: Resistência do bambu *Guadua angustifolia* (fonte: GHAVAMI, 2005).

“O bambu da espécie *Guadua angustifolia* apresentou maior resistência mecânica média a tração de 86,96 MPa em segundo lugar foi a resistência média a compressão de 29,48 MPa, já a resistência ao cisalhamento teve o valor médio de 2,02 MPa” (GHAVAMI, 2005).

Uma das grandes vantagens do bambu é seu custo pequeno, o tornando viável e acessível para a população mais carente. Silva realizou um estudo sobre o custo de painéis de bambu e barro, os resultados encontram-se na figura 2:

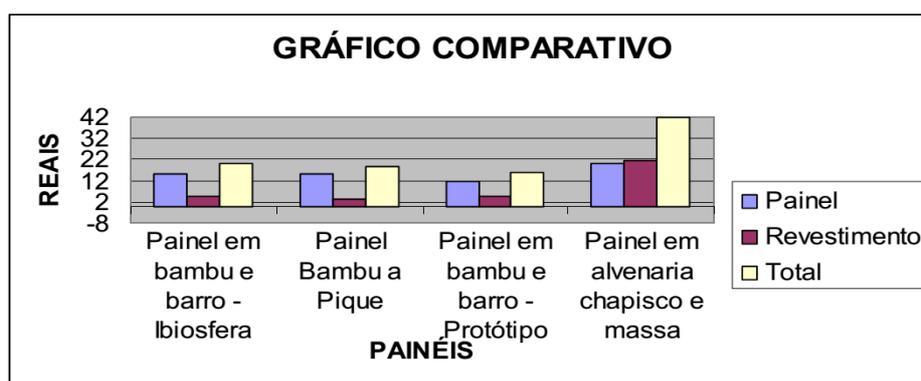


Figura 2: Gráfico comparativo entre o custo de painéis de bambu e barro e alvenarias convencionais (Fonte: SILVA, 2005).

É notório que o uso de bambu custa menos que a metade do necessário para os painéis em alvenaria convencionais, comprovando que o uso do bambu, traz diversos benefícios tais como a redução de custos, poluição e resíduos, tornando a edificação mais sustentável (figura 3), seu uso

pode ser empregado em obras de pequeno e médio porte com características rasteiras como residências populares, estas que não necessitam de grandes resistências.



Figura 3: bambu associado a materiais convencionais. (Fonte: BARBOSA, 2005)

O bambu segundo Barbosa (2005) é um dos materiais alternativos de maior potencial e associado com materiais não convencionais, pode resultar em resultados extremamente favoráveis tanto do ponto de vista ambiental, estético e estrutural.

Ainda em virtude do significativo percentual de resíduos da construção civil (figura 4) em áreas urbanas, da responsabilidade de seus geradores por tais resíduos e da necessidade de benefícios de ordem social, econômica e ambiental decorrentes da gestão integrada desses resíduos, eles são classificados de acordo com art. 3º da Resolução nº 307/2002 do CONAMA. Logo os resíduos são passíveis de reciclagem como agregados reciclados e podem ser representados por materiais granulares provenientes do beneficiamento de resíduos de construção com características técnicas compatíveis para aplicação em obras de engenharia.

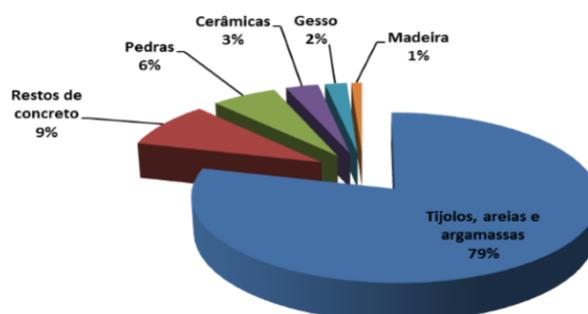


Figura 4: Composição do resíduo de construção civil no Brasil. (Fonte: LUCENA, 2005).

Ainda podemos citar como materiais sustentáveis mais utilizados na construção civil o tijolo ecológico, que é um tipo de tijolo prensado e feito de solo, as tintas minerais que são solúveis em água, não são derivadas de petróleo e tem baixa concentração de compostos orgânicos voláteis (VOC's, que evaporam e danificam a camada de ozônio) como também o cimento ecológico que é conhecido como CPIII, que existe no Brasil desde os anos 1950, mas nunca foi usado por conter resíduos industriais. Entretanto, é exatamente estes resíduos industriais que garantem a função ecológica do cimento, considerado uma opção mais estável para as construções, e entre tantos outros materiais não convencionais que estão disponíveis na construção civil.

4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A existência de materiais não convencionais na construção civil está tendo uma aplicabilidade justificada pela redução de impactos ambientais em comparação aos materiais convencionais, logo esta possibilitando que os edifícios se tornem cada vez mais ambientalmente corretos, somado às adoções de soluções construtivas mais ecológicas e eficientes. Porém, pode-se constatar que essa abordagem se dá ainda de forma tímida.

Atualmente há diferentes opções de materiais sustentáveis para obras em edifícios. Eles estão disponíveis para as paredes, pisos, telhados e até para o acabamento e decoração dos imóveis. A cada dia a indústria vem desenvolvendo mais esses tipos de materiais, principalmente devido à época atual de incentivo ao desenvolvimento sustentável, como a escolha dos materiais de construção afeta o impacto ambiental de uma edificação, deve-se buscar a seleção de materiais e componentes que estejam o mais perto possível de seus estados naturais, ou seja, aqueles que necessitam de menor número de acabamentos ou beneficiamentos. E ainda que seja viável empregar economicamente o uso desses materiais não convencionais na construção civil, garantindo assim o reaproveitamento dos resíduos que posteriormente beneficiarão não só o meio ambiente, como também a própria construção civil.

5.0 REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. R. M. P.; NOVAES, A. C.; GUARINO, A. W. **Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos.** Quim. Nova, v. 25, n. 6B, p. 1145-1154, 2002.

ÂNGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Edurado; JOHN, Vanderley Moacyr.

Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil. São Paulo: SP, 2001.

BARBOSA, N. P. **Considerações sobre Materiais de Construção Industrializados e Não Convencionais.** Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana, ABMTENC.

BARROS, C. **Introdução aos materiais de construção e normalização.** 2010.

CAIADO, A. R. **Contribuição ao Estudo da Rotulagem Ambiental dos Materiais de Construção Civil.** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo/USP. 2014.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 307 de 5 de julho de 2002. Brasília, 2002.

Fraanje, Peter J. **Building with Nature Making use of Renewable Resources, Grown Structures and Growing Constructions.** International Symposium Beyond Sustainability, Eindhoven University of Technology, Netherlands, 28/29 September, 2000.

GHAVAMI, Khosrow; MARINHO, Albanise B. **Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie Guaduaangustifolia.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 9, n. 1, p. 107-114, 2005.

Globo.com. **Materiais alternativos ajudam a construir de forma mais sustentável.** Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globoecologia/noticia/2012/10/materiais-alternativos-ajudam-construir-de-forma-mais-sustentavel.html>>. Acesso em 09 de mai. 2016.

JOHN, Vanderley Moacyr. **A Construção, o meio ambiente e a reciclagem.** Reciclar para construir. Disponível em: <<http://www.reciclagem.pcc.usp.br>>. Acesso em 08 de mai. 2016.

John, V. M., & Agopyan, V. **Reciclagem de resíduos da construção.** *Seminário Reciclagem de Resíduos Sólidos Domésticos*, 2000.

LUCAS, Denis; BENATTI, Cláudia Telles. **Utilização de resíduos industriais para a produção de artefatos cimentícios e argilosos empregados na construção civil.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 1, n. 3, p. 405-418, 2008.

Silva, D. N. A. C.; Carvalho, R. **Construções ecológicas e sustentáveis: Análise comparativa de custos entre painéis em bambu e barro com alvenaria de bloco.**



Universidade Federal de Campina Grande. **Materiais e Tecnologias não Convencionais compõem estande do CNPq na Semana Nacional de C&T.** Disponível em: <http://www.ufcg.edu.br/prt_ufcg/assessoria_imprensa/mostra_noticia.php?codigo=11253> Acesso em 09 de mai. 2016.

