ESG - ENVIRONMENTAL,SOCIAL AND GOVERNANCE
SINGEURB
IV Simpósio Nacional de Engenharia Urbana

Rio de Janeiro, 22 a 24 de novembro de 2023

Bambu - Impacto Ambiental como sequestrador de gás carbônico

Bamboo - Environmental Impact as a carbondioxidesequestrant

Autor Principal (POZNYAKOV, Karolina)[1];Segundo Autor (STOLZ,Carina Mariana)[2],Terceiro Autor (QUALHARINI, Eduardo)[3]

[1]Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), karol.poznyakov@poli.ufrj.br
[2]Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), carinastolz@poli.ufrj.br
[3]Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), qualharini@poli.ufrj.br

Resumo

Pesquisaropções de matérias-primas utilizadas na construção pouco impactantes ao ambiente é essencial no desenvolvimento sustentável dopaís. Assim, o bambu se destaca como possível alternativa. O Bambu é reconhecido como um material "verde", com potencial renovável, flexível, adaptável, eclético e caracterizado por sua leveza e resistência. O bambu, além de ter baixo consumo de produção, contribui com o ambienteporser eficiente no resgate de carbono, reduzindo o efeito estufa. Este artigo apresentaa eficiência do bambu no sequestro de gás carbônico através de abordagem quali-quantitativa no levantamento de artigos, referências bibliográficas seguidos da interpretação dessas informações.

Palavras-chave: Bambu,Impacto ambiental,Sequestro de carbono.

Abstract

Researching options for raw materials used in construction that have little impact on the environment is essential for the sustainable development of the country. Thus, bamboo stands out as a possible alternative. Bamboo is recognized as a "green" material, with renewable, flexible, adaptable, eclectic potential and characterized by its lightness and resistance. Bamboo, in addition to having low production consumption, contributes to the environment by being efficient in carbon recovery, reducing the greenhouse effect. This article presents the efficiency of bamboo in the sequestration of carbon dioxide through a qualitative-quantitative approach in the survey of articles, bibliographic references followed by the interpretation of this information.

Keywords: Bamboo, Environmental impact, Carbon sequestration.

1. Introdução

Com as questões geradas pelos materiais mais utilizados na indústria da construção, com consumo relevante de energia, incapacidade econômica e poluição, surge a necessidade de opções que unam o conceito de origem renovável ao de

sustentabilidade. Assim, o bambu se apresenta como uma importante alternativa, considerando seu crescimento acelerado e elevada produção.

O bambu é um meio florestal que exibe excepcional desenvolvimento, constituindo produção de biomassa cerca de duas vezes o eucalipto, no mesmo intervalo de tempo (AZZINI et al., 1997), podendo ser utilizado na construção porapresentar propriedades físico-mecânicas apropriadas, e elevada durabilidade, quando tratado com substâncias conservantes, apresentando interessante opção à madeira, ao concreto e ao aço.

2. História

O bambu é utilizado pela humanidadehá milhares de anos, principalmente no Oriente, em países como a China, a Índia, o Japão, a Indonésia e as Filipinas, e no Ocidente, em terras como a Colômbia e a Costa Rica, mas de maneira geral nos continentes americano e asiático, principalmente, onde existem indústrias direcionadas para exploração e comercialização de produtos como pisos, forros e laminados (LOPEZ, 2003).

Devido a grande quantidade de bambu existente na Ásia, os orientais implementaram técnicas para a sua viabilização na indústria da construção civil, bem como apresentaram seu usono setor de irrigação, instrumentos mecânicos para a locomoção, móveis, etc. Na América Latina, especificamente na Venezuela, Colômbia e Peru,foram desenvolvidas tecnologias novas de construção com bambu em conjunto com outros materiais, como o aço, o concreto e a madeira, propiciando a construção de imponentes estruturas, resistentes e belas (SOBRINHO JÚNIOR,2010).

Assim, ao se deparar com as vantagens da utilização desse recurso natural, sendo uma opção sustentável para a engenharia, pesquisadores têm dispendido esforços para o dimensionamento da capacidade estrutural dessa matéria prima florestal,bem como de sua trabalhabilidade, isto é, é possível moldar os mais variados formatos e dimensões com o auxílio de formas (ARCHILA et al., 2018).Assim sendo, as pesquisas observaram que *Guaduaangustifolia* e *Phyllostachyspubescens* foram às espécies de bambu mais frequentemente utilizadas, com principais aplicações para laminados, termoplásticos ena construção de treliças,em estado bruto, e no tratamento de esgoto (TEDESCHI,2011).

Em relação a *Guaduaangustifolia*, o maior número de ocorrências pode estar diretamente relacionado à existência natural de espécies de *Guadua* na América do Sul, a qual,conforme o Projeto Radam, foi possível identificar uma região de mais de 7 milhões de hectares de bambus do tipo *Guadua* no bioma Amazônico (PEREIRA; BERALDO, 2007).

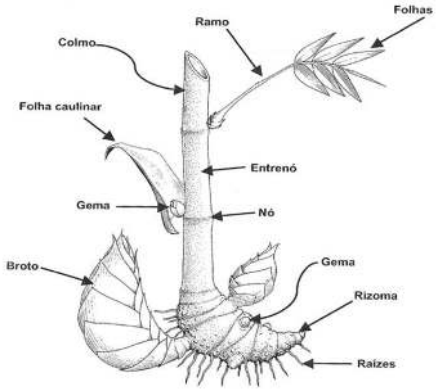
3. Estrutura

Com mais de 1200 tipos identificados, trata-se de uma planta bastante harmonizada aos diversos climas desde montanhas com baixas temperaturas até regiões tropicais próximas a linha do Equador (LIU et al., 2012). Existem aproximadamente 75 tipos de bambu catalogados sendo que essa identificação é

dificultada pela imprevisibilidade da floração, e pode estar relacionada à morte da touceira (LIESE, 1998). Aproximadamente 64% das plantações se encontram no sudeste da Ásia, 33% na América do Sul e o restante na África e Oceania (MASTAI, 2013). É uma planta tropical e que cresce maisrápido do que qualquer outra planta florestal, precisando, de três a seis meses,em média, para que um broto tenha sua altura máxima, de até 30 metros, as quais são espécies chamadas de gigantes (FARRELY, 1984).

Na sua maioria, os tipos mais estudados no Brasil são oriundos do continente asiático, como *Bambusavulgaris*, *B. tuldoides*, *Dendrocalamusstrictus*, *D. giganteus* e *Phyllostachysaurea* (AZZINI et al., 1997). As nativas necessitam de pesquisas mais aprofundadas e concentram-se em algumas regiões de mata atlântica, e da região amazônica, em especial no estado do Acre. Estudos realizados no Projeto Radam, por meio de imagens de satélites, determinaram a existência de aproximadamente 7 milhões de hectares de bambus no estado do Acre (BERALDO e PEREIRA, 2007).

Figura 1 - Partes do bambu.



Fonte: Greco e Cromberg (2011).

Quanto ao sistema radicular, os bambus agrupam-se em Paquimorfos ou Entouceirantes (*Bambusa, Guadua e Dendrocalamus*) e Leptomorfos ou alastrantes (*Phyllostachys, Arundinaria e Sasa*). Os primeiros dispõem de rizomas grossos e curtos com gemas laterais e, o segundo grupo têm rizomas que se desenvolvem no solo de forma a abranger grandes áreas (Figura 1).Ainda existem os Anfipodiais, que compartilham das características dos dois tipos (*Chusquea*), de cordo com odeclarado por Lopez (1974).

4. Propriedades

O bambu possui reduzido peso específico, o que diminui o custo da sua manipulação e do seu transporte, como declaraGHAVAMI E MARINHO (2005).

Conforme afirmação deAZZINI et al. (1997), a planta apresenta elevada resistência físico-mecânica, além de flexibilidade e leveza. Além de excepcional vigor vegetativo, o que resulta na velocidade do desenvolvimento dos colmos (7,88 cm/dia e 22,0 cm/dia para *Guaduaangustifolia* e *Dendrocalamusgiganteus*, respectivamente) e mostraelevado progresso em altura no período de 80 a 110 dias.

Na pesquisa realizada por GHAVAMI E MARINHO (2005), foram executadostestes mecânicos em algumas espécies de bambu (*Dendrocalamusgiganteus,*

Guaduaangustifolia, Guadua angustifólia, Guaduatagoara, Phyllostachysheterocyclapubescens-Mosó, e Phyllostachysbambusoides-Matake), foi possívelesquematizar as propriedades mecânicas e físicas, além de apontar o módulo de tensão e resistência na superfície do colmo devido ao nível de flexão dos bambus, objeto do estudo. Organismos internacionais ligados à cultura do bambu (INBAR ,1998) classificaram 20 espécies como prioritárias com base em requisitos relativos ao cultivo, ao processamento e aos produtos. Algumas destas espécies e suas principais características podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1: Espécies prioritárias de bambu

Espécie	Alturas dos Colmos (m)	Diâmetro dos Colmos (cm)	Espessura das Paredes (cm)	Comprimento do Entrenó (cm)	Usos
Bambusa balcooa	20 a 24	8 a 15	2 a 2,5	30 a 45	Construções, casas e pontes
Bambusa bambos	15 a 30	15 a 18	1 a 1,5	20 a 40	Estrutural, material de construção e placa de bambu (Plybamboo)
Bambusa blumeana	15 a 25	6 a 10	0,5 a 3	25 a 60	Construção, laminado de bambu
Bambusa Tulda	até 30	5 a 10	0,4 a 0,7	40 a 70	Estruturas de madeira de qualidade média, construção
Bambusa vulgaris	8 a 20	5 a 10	0,7 a 1,5	25 a 35	Construção, andaimes
Dendrocalamus asper	20 a 30	8 a 20	1,1 a 2	20 a 45	Estrutural, útil para construção pesada em comunidades rurais
Dendrocalamus giganteus	24 a 60	10 a 20	2,5	40 a 50	Bambu gigante, utilizado na indústria de laminado colado
Gigantochloa apus	8 a 30	4 a 13	1,5	36 a 45	Múltiplos usos, como ripas e laminados, materiais de construção e fins estruturais
Gigantochloa levis	até 30	5 a 16	1 a 1,2	45	Estrutural
Gigantochloa pseudoarundinacea	7 a 30	5 a 13	2	35 a 45	Estruturas de madeira, materiais de construção, tubulações de água
Melocanna baccifera	10 a 20	5 a 7	0,5 a 1,2	20 a 50	Coberturas em construções de casas

Fonte: INBAR (1998)

5. Sequestrador de carbono

O Sequestro de Carbono ("Mecanismo de Desenvolvimento Limpo") é uma expressão utilizada para indicar a saída do gás carbônico (CO_2) da atmosfera e transformação do mesmo em oxigênio (O_2). Esta técnica já é realziada de forma espontânea pelos solos, oceanos e florestas, onde os micro-organismos e os organismos, através da fotossíntese, prendem o carbono e soltam o oxigênio na atmosfera (AMADO, 2003).

Algumas açõesforam sugeridas no Tratado de Kyoto, em 1997, para a diminuição dos níveis de CO_2 na atmosfera, que estabeleceu, naquele momento, como objetivo para países desenvolvidos, a redução em 5% da emissão de gases que ocasionam o efeito estufa (GEE) até o ano de 2012. Na conferência do clima da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2009, em Copenhague, o governo brasileiro declarou uma meta voluntária para redução dos gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9%, até 2020. Na recente COP26[1], em 2021, em Glasgow, Escócia, o Brasil assumiu um novo compromisso de mitigar 50%,até 2030, as suas emissões de gases de efeito estufa. O Pacto de *Glasgow*[2] também motiva os países a acelerar a mudança para a utilização de energia de baixa emissão, incluindo fortes dedicações para a eliminação gradual de energia oriunda de usinas de

[1] COP26 é abreviatura de "Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobe Mudança do Clima (UNFCCC), 16ª edição.

[2] O Pacto Climático de Glasgow, documento final da COP26, representa o acordo entre mais de 200 países envolvidos nas negociações. Foi assinado em 13 de novembro de 2021.

carvão,onde não se utilizam tecnologias como o sequestro de carbono (CCS[3]) bem como a sua captura, utilização e armazenamentosimultaneamente (CCUS[4]).

Para minimizaro nível de dióxido de carbono na atmosferahádois cenários possíveis: a redução das emissões do gás ou a retenção do dióxido de carbono produzido em excesso, ochamado sequestro de carbono (PACHECO et. al., 2006).

Segundo COLTRI et. al. (2013), que vem pesquisando a possibilidade de utilizarcoeficientes de vegetação para aferir a biomassa e o potencial decaptura e estoque de carbono das plantações de café, acaptura é uma medida do quantitativo de carbono que a planta extraida natureza e incorpora em sua biomassa. Quando se modificao bambu, ou qualquer outro vegetal em produtos (móveis, por exemplo), está se armazenando o carbono e reduzindo os problemas ambientais. Entretanto,o estoque na biomassa que a planta armazenaeternamente no tronco, nos ramos, nas folhas, só se perde quando há a derrubada ou a queima de sua peça."Estima-se que 50% da biomassa em uma planta sejacomposta por carbono, mas isso pode mudar de acordo com a espécie", declara a pesquisadora.

DURIGAN (2004), observa que a taxa de absorção depende de três aspectos: da temperatura, que se alteraconforme a disponibilidade de nutrientes, de água do meio e do tipo de vegetação, (florestas homogêneas ou geneticamente modificadas retêmo carbono até 10 vezes mais rápido do que as florestas naturais)bem como, do armazenamento de carbono na atmosfera, quanto mais elevada é a concentração, mais veloz é a fixação.

Tanto o eucalipto quanto o bambu capturam carbono da atmosfera para compor sua biomassa viva. Para se definir o potencial de sequestro de carbono do bambu, compara-se a quantidade de carbono estocada na madeira e no bambu, com o total de CO_2 emitido no transcorrer de sua cadeia produtiva (HERNANDES, 2014).
O estudo de DELGADO (2011) apresenta uma análise elementar tanto do bambu quanto do eucalipto. Na análise, a alteração de carbono entre os dois tipos de vegetais analisados foi de 2,7%. Logo, considerando desprezível a diferença entre a quantidade de carbono tanto do bambu quanto do eucalipto, utilizou-se a mesma equação de Reis *et al.* (1994 *apud* SILVA, 2015) para ambos. De acordo com esse cálculo, a quantidade carbono (C) apresentada é igual a 50% do peso da madeira. Dessa forma, tanto 1 tonelada de bambu quanto 1 tonelada de eucalipto têm 0,5 tonelada de carbono. Entretanto, como cada 1 kg de carbono (C) corresponde a 3,67 kg de CO_2eq[5], cada tonelada de bambu ou eucalipto são armazenados 1.835 kg de CO_2eq.

6. Método

A maioria dos cálculos realizados a partir da biomassa são através de uma metodologia provada internacionalmente, aprovada em 2005 pela UNFCCC

[3] CCS – *Carbon Capture and Storage*.
[4] CCUS –*Carbon capture, utilization and storage*.
[5] O fator de conversão de carbono em dióxido de carbono igual a 3,67 foi obtido pela razão entre a massa molecular do dióxido de carbono (CO_2) igual a 44 g/mol e a massa atômica do carbono (C) igual a 12 g/mol.

(*United Nations Framework Convention onClimateChange*)[6],a qualacompanha e controla o estoque de carbono em florestas. Similar ao método LiDAR[7]utilizadono cálculo da biomassa em árvores que pode ser utilizada para calcular a biomassa do bambu(OLIVEIRA et.al., 2011).

Segundo DELGADO (2011), onível de carbono é calculado do por meio da biomassa e baseia-sena dimensão das plantas em uma determinada região. É um cálculo pouco científico e sugestionado por diversas razões, como a taxa de luminosidade, a temperatura da região analisada, a idade da planta, a influência de outras plantas na região estudada. Esse cálculo consiste em selecionar uma área especifica de uma floresta ou plantação, e apontar as medidas de tamanho e peso de todo vegetalapresentado naquela região, como no caso do bambu, considera-se os colmos, folhas, galhos e, inclusive, raízes. Na sequência, é utilizada uma equação matemática que resultará na quantidade de carbono naquela região. Neste cálculo são consideradas as modificações de densidade aparente e de espessura da camada analisada.

Este método relaciona muitas variáveis que o induzem sendo, por consequência, um método indeterminado e pouco confiável.DELGADO (2011) explica que poucos pesquisadores separam as amostras por idade. São consideradas todas as espécies naquela determinada região, e muitas vezes existem outros tipos de plantas que, conforme o método, devem ter suas medidasconsideradas também. Entretanto, alguns realizaramanálise em uma mesma plantação em áreas próximas, e os resultados se apresentarammuito diferentes. Isso se deve porque a iluminação direta varia de uma área para outra, seja pela existência de vegetações mais altas ou pela geografia do local. Outro fator relevante a considerar é que as equações utilizadas são realizadas a partir de padrões internacionais, isto é, não são desenvolvidas considerando as condições de clima e solo específicos podendo sub ou superestimar a biomassa analisada.

Segundo DELGADO (2011), na Universidade Paulista alguns pesquisadoresmediram o fluxo de CO_2em três níveis, em uma plantação comercial de bambu: implantação, adaptação e operação, objetivando uma avaliação mais integralizada das quantidades de CO_2eliminadas e estocadas ao longo dos 25 anos de vida útil. O objetivo foimedir a taxa real de absorção de carbono de uma plantação, visando avaliar o potencial real de uma plantação de bambu e, considerando que uma relevante quantidade de CO_2é emitida através dos insumos utilizados na implantação e manutenção da cultura, isto é, utilização do óleo diesel. Os resultados relataram que o bambu é uma planta com alto potencial de armazenamento de carbono (entre 31.860 e 77.039 kgCO_2/ha ano).

[6] Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudança do Clima.Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992.

[7] LiDAR (Light Detection and Ranging) é uma tecnologia de valor essencial para obtenção dos dados florestais e empregada para a obtenção de medidas diretasda vegetação, como altura do dossel, o número de indivíduos, o volume e o diâmetro da copa.

BORGES et al. (2007), analisaram a taxa de absorção do CO_2medida de algumas espécies de microalgas comumente utilizadas na agricultura. Foi medida a taxa de fotossíntese desses microorganismos, e foi possível quantificar o fluxo de carbono através dos indicadores fotossintéticos das curvas PxI (taxa de fotossíntese X irradiância de saturação) edescobriram a época do ano mais adequada para o florescimento de espécies determinadas, considerando-se condições de nutrientes e de temperatura favoráveis. As espécies com taxas maiores de produção e crescimento de biomassa apresentavam melhor eficiência fotossintética e baixa liberação de carbono no máximo ponto de saturação de luz, onde acontece a máxima produção fotossintética. Eles compararam espécies de microalgas diferentes e determinaram para quais teriam os maiores valores de absorção.

OLIVEIRA et al. (2006) calcularam na respiração do solo e no carbono na biomassa em plantio comercial de seringueiras no Paraná. Através da utilização do método de Walkley-Black[8], eles moeram as amostras em laboratório e o conteúdo de carbono foi determinado para cada subamostra no Laboratório de Análises de Solo IAPAR.

Na Alemanha, pesquisadores realizaram um experimento com um micro sensor com uma ponta de 2 micrômetros de diâmetro para medir o fluxo de carbono através dos poros estomatais de folhas de plantas. A montagem deste sensor consistia em um micro eletrodo de pH baseado no transporte de H^+, concentricamente arranjado dentro a uma micropipeta. Os resultados determinaram que este micro sensor é uma ferramenta eficiente para se monitorar o fluxo de CO_2 em lugares de difícil acesso por ferramentas convencionais (HANSTEIN, 2001).

7. Apresentação e Análise dos Resultados

Na pesquisa realizada (LANNA et. al., 2012) ovalor médio do teor de carbono resultante nas amostras de bambu foi de 44,33%. O valor médio da porcentagem de hidrogênio foi de 6% para as mesmas amostras e a porcentagem de nitrogênio foi reduzida em todas as amostras. Ao comparar com serragem de *Eucalyptus*sp, os teores de C, H, e N, apresentaram resultados muito semelhantes.

Conforme LANA et. al. (2012), a análise apresenta que o teor de carbono aumenta a cerca de 42-43% até 44-45% com a idade do bambu. Esses níveis foram obtidos para as amostras contendo todas as partes do colmo de cada idade (amostras 2Stot, 1Atot, 2Atot, 2,5Atot, 3Atot e 4Atot). Este é aumento pouco significativo e demonstra que o nível de carbono no bambu permanece o mesmo,apesar da sua idade.

Entretanto, quando foram analisadas isoladamente os três pontos principais do colmo - parte externa, interna e do meio -verificou-se que o teor de carbono é levemente mais baixo na parte interna do colmo, sendo que esta diferença cresce com a idade do bambu. O mesmo ocorre com os teores de hidrogênio. Para esta pesquisa não foram considerados os níveis de nitrogênio.

[8]O método do Walkley-Black (1934) é o método para determinação do carbono mais utilizado nos laboratórios brasileiros, de simples execução e dispensa o uso de equipamentos especializados.

7.1Estimativa da absorção de CO_2devido ao aumento da biomassa do bambu

Cálculos foram realizados observando a taxa de crescimento do bambu e o conteúdo de carbono armazenado para se determinar a absorção aproximada de dióxido de carbono (CO_2).Esta análise está relacionada com a velocidade de crescimento e o ciclo de produtividade das espécies, pois quanto mais rápido é o crescimento da planta, maior é o acúmulo de biomassa e maior é o sequestro de carbono (LANNA et.al., 2012).

A Tabela 1apresenta a produtividade e o ciclo da cultura para três tipos diferentes de plantas: pinus, eucalipto e bambu. Ressalta-se que a produtividade de bambu (40-60 t/ha.ano) é maior que a do pinus e é próxima a do eucalipto (30-50 t/ha.ano). Entretanto, o ciclo do bambu de apenas 2-6 anos. Isso implica que o tempo de plantio e de colheita do bambu é de 2 a 6 anos enquanto o tempo de plantio e de colheita do eucalipto varia entre 7 e 10 anos.

Tabela 1 - Comparativo de produtividade Pinus x Eucalipto x Bambu

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

Fonte: Adaptado de DELGADO (2011)

Caso uma plantação de bambu produza 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, armazena em média, produzindo 40t/ha.ano, 17,6 toneladas de carbono por hectare por ano, significando, em média, uma diferença de 20% a mais.

Observando a taxa média de produtividade de cada espécie, tem-se que a média de produção do pinus é de 30t/ha.ano, do eucalipto 40t/ha.ano e do bambu 50t/ha.ano. Para o caso onde os três tipos de plantas são plantados ao mesmo tempo, em dois anos poderá ser feito o primeiro corte do bambu, em sete anos o primeiro corte do eucalipto e em quinze anos o primeiro corte do pinus. Ainda, conformeinformações da Associação Catarinense de Bambu, o replantio do bambu se dá por mais de 100 anos. Novos brotos surgem espontaneamente a cada ano. O pinus é replantado após cada corte, isto é, a cada 15 anos, o eucalipto rebrota após o corte, porém deve ser replantado depois de 4 ciclos, assim sendo, no 28º ano.

Se a média da produção do bambu é de 50t/ha.ano, e a colheita pode ser feita bienalmente, a cada colheita está sendo armazenado cerca de 45% de carbono por espécie. Até que a porcentagem de carbono do pinus e do eucalipto sejam parecidas à porcentagem de carbono armazenada pelo bambu, e se as espécies forem colhidas no tempo certo de colheita e armazenadas, ao longo de 15 anos terá sido armazenado cerca de 14t de carbono pelo pinus, 35t pelo eucalipto e 154t pelo bambu.

Ainda, observando a média de produção anual do bambu de 50t/ha.ano tem-se que, para cada unidade de carbono armazenado, foi capturado uma molécula de CO_2. Anualmente, como foi visto que, acumula-se em média 22t de carbono em 1ha de bambu, e multiplicando estes valores da razão entre as massas molares do CO_2 e do carbono, conclui-se que serão sequestrados 80t de CO_2 por ano. Realizando os mesmos cálculos comparativos para o pinus e para o eucalipto tem-se que o pinus armazena por ano uma média de 47t de CO_2 e o eucalipto 63t. Essa diferença justifica a tesede o bambu ser um eficiente sequestrador de carbono.

8. Conclusões

Muitos cientistas no mundo têm pesquisado técnicas de armazenar o carbono na superfície terrestre. Várias pesquisas têm sido desenvolvidas e implementadas em florestas, plantas e algas para se descobrir a maneira mais eficiente de se fazer isso.Mesmo que o bambu seja considerado um sequestrador de carbono devido a sua velocidade de crescimento, pouca informação pode sustentar essa ideia. Quase não existem projetos no mundo designados para medir o carbono.

Até que as pesquisas relacionadas ao envolvimento do bambu como agente sequestrante de carbono possam parecer precipitadas e incipientes, é importante frisar que durante o tempo demandado para que uma floresta seja considerada madura, muitas toneladas de carbono foram extraídas da atmosfera e retidos na biomassa, a qual já traz significativas mudanças climáticas e reduzindo consideravelmente o progresso do efeito estufa.

O bambu se mostra como um material de muitas propriedades, porém pouco exploradas e, o campo de estudos e pesquisa é bastante amplo. Este artigo pode ser considerado como um ensaio preliminar que sugere as infinitas vantagens do uso do bambu e abre um campo para futuros estudos de forma aprofundada.

9. Referências Bibliográficas

AMADO, T.J.C. **A matéria orgânica do solo no sistema de plantio direto: a experiência do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/249332/1/143renatomateria.pdf>. Acesso em: Mai 2022.

ARCHILA, H.; KAMINSKI, S.; TRUJILLO, D.; ESCAMILLA, E.Z.; HARRIES, K. A. **Bamboo reinforced concrete: a critical review**. MaterialsandStructures, v. 51, n. 4, p. 102, 2018

AZZINI, A., SANTOS, R.L. PETTINELLI JÚNIOR, A. BAMBU: **Material alternativo para construções rurais**. Campinas, SP, Instituto Agronômico de Campinas, BoletimTécnico, n. 171, p. 1-18, 1997 BAMBUSC. Site da Associação Catarinense de Bambu. Disponível em: <http://bambusc. org.br/>. Acesso em: Mai 2022

BORGES, L.; FARIA, B. M.; ODEBRECHT, C.; ABREU, P. C. **Potencial de Absorçãode Carbono por Espécies de Microalgas Usadas na Aquicultura: Primeiros Passos para o Desenvolvimento de um "Mecanismo de Desenvolvimento Limpo".** Rio Grande,Atlântica, 29(1): 35-46, 2007.

COLTRI, P.P; Zullo JR, J.; Gonçalves, Renata Ribeiro do Valle; Romani, Luciana Alvim S; Pinto, Hilton Silveira. **Estimativa de Biomassa e Estoque de Carbono da Safra de Café com Uso de Imagens de Satélites de Alta Resolução**. IEEE Geoscience& Remote Sensing Society, 2013.

COUTO, G. M. **Utilização da Serragem de*Eucalyptus SP.*na Preparação de carvõesativados**. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Lavras. 106p. 2009.

DELGADO, P. S. **O bambu como material eco-eficiente: caracterização e estudos exploratórios de aplicações**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

DURIGAN, G. **Estimativas de Estoque de Carbono na Vegetação Natural do Estadode São Paulo.** Estudos da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2004.

FARRELY, David. **The book of bamboo**. San Francisco, EUA. Sierra Club Books. 1984, 340p.il.

GHAVAMI, K.; MARINHO, A. 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, mar. 2005.

HERNANDES, Z.T. **Piso de bambu chinês vs. piso de eucalipto brasileiro: estudo de caso comparativo das emissões de gases de efeito estufa no transporte**. 2015. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212015000100002>

IAPAR – **Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná**. Disponível em <https://www.idrparana.pr.gov.br/>. Acesso em: Mai 2022

LANA, S. L.; DELGADO, P. S.; AYRES, E.; ORÉFICE, R. L. **The Potencial of Bamboo for the Design of Polymer Composites**. In. Materials Research. 2012.

LIESE, W. **The anatomy of bamboo culms**. Beijing, Technical Report, International Network for Bamboo and Rattan, 1998. 203 p

LIU, D.; ZOHONG, T.; CHANG, P. R.; LI, K.; WU, Q. **Starch composites reinforced by bamboo cellulosic crystals**. Bioresource Technology 101 (2010) 2529–2536.

LOPEZ, H. O. **Bambu, su cultivo y aplicacionesen: fabricación de papel, construcción, arquitectura, inginiería, artesanía**. Cali, estudios Técnico Colombianos Ltda, 1974, 176 p.

MASTAI, Y. **Materialsscience-advancedtopics**. 1aed. Intechopen, 2013.

OLIVEIRA, D.; PEREIRA, J. P.; RAMOS, A. L. M.; CARAMORI, P. H.; MARUR, C. J.; MORAIS, H.; WAGNER-RIDDLE, C.; VORONEY, P. **Carbono na biomassa e na respiração do solo em plantio comercial de seringueiras no Paraná.** In: Sequestro de carbono: quantificação em seringais de cultivo e na vegetação natural. Alvarenga, A.P. e Carmo, C.A.F.S., editores. Viçosa, MG, p: 201-214. 2006.

OLIVEIRA, T. L. de; FERNANDES, C. A.; OLIVEIRA, M. de F. **Florestas, unidades de conservação e comunidade tradicional: relato de experiência de uma intervenção participativa. Percepção ambiental de moradores do assentamento vale verde: relato de experiência de uma intervenção participativa**. PROEX, Santa Catarina, v. 1, n. 2, p.25-32, dez. 2011.

PACHECO, S.P.R.M.; HELENE, M.E.M. **Atmosfera, fluxos de carbono e fertilização por CO_2**. 2006. https://doi.org/10.1590/S0103-40141990000200010

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de Corpo e Alma**. Bauru, SP: Canal6, 2007.

REIS, M. G. F. et al. **Sequestro e Armazenamento de Carbono em Florestas Nativas e Plantadas dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo**. In: SEMINÁRIO EMISSÃO X SEQUESTRO DE CO_2, Rio de Janeiro, 1994. Anais... Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994.

SOBRINHO JÚNIOR, Antônio da Silva. **Avaliação do efeito de parâmetros microestruturais e de processo de impregnação de fluidos em colmos de bambusavulgaris**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

TEDESCHI, Samara Pereira, et al. **O uso do bambu: o papel da cadeia produtiva no setor moveleiro e da construção civil no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2011.