



Tratamento químico, durabilidade e lixiviação de bambu tratado e submetido a ensaio em campo de apodrecimento

Fernando Rusch¹, Luana Candaten¹, Eduarda Bandeira¹, Tauana de Souza Mangini¹, Laura da Silva Zanchetta¹, Rômulo Trevisan¹, Arci Dirceu Wastowski²

¹Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Engenharia Florestal, Linha Sete de Setembro, s/n, CEP 98400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil

²Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Química, Avenida Roraima nº 1000, Bairro Camobi, CEP 97105-340, Santa Maria, RS, Brasil

*Autor correspondente:

luana_candaten@outlook.com

Termos para indexação:

Dendrocalamus asper
Preservação biológica
Borato de cobre cromatado

Index terms:

Dendrocalamus asper
Biological preservation
Chromated copper borate

Histórico do artigo:

Recebido em 19/04/2021
Aprovado em 03/05/2022
Publicado em 19/06/2023

Resumo - O objetivo do presente trabalho foi avaliar o tratamento químico, a durabilidade e a lixiviação de bambu tratado e submetido a ensaio em campo de apodrecimento. Para isso, foram coletadas hastes de *Dendrocalamus asper* com diâmetro entre 10 e 15 cm, totalizando 12 amostras. O tratamento químico consistiu de imersão das amostras em solução de borato de cobre cromatado (CCB), nas concentrações de 1 e 3%, e o tratamento controle (imersão em água). Posteriormente, o material foi submetido ao ensaio em campo de apodrecimento por um período de 5 anos. Ao final do período, o material recebeu avaliação visual quanto à deterioração. Foram coletadas amostras representativas dos tratamentos, assim como do solo, para análises de espectrometria. O tratamento com CCB conferiu preservação às hastes de bambu, não apresentando degradação biológica, enquanto o tratamento controle demonstrou estágio elevado de apodrecimento. Quando comparado com estudos semelhantes utilizando madeira, os resultados obtidos se destacaram, sendo que o material de bambu tratado por imersão com CCB apresentou durabilidade elevada. Nas análises de espectrometria, verificou-se que a parte inferior, em contato com o solo, apresentou maior lixiviação de cobre e cromo do que a parte aérea das hastes.

Chemical treatment, durability and leaching bamboo treated and subjected to decay field



Abstract - The objective of the present work was to evaluate the chemical treatment, durability and leaching of bamboo treated and submitted to rotting field. Stems of *Dendrocalamus asper* with a diameter between 10 and 15 cm were collected, totaling 12 samples. The chemical treatment consisted of immersion in chromated copper borate (CCB) solutions at concentration of 1 and 3%, and the control treatment (immersion in water). Subsequently, the material was submitted to the rotting field for a period of 5 years. After this period, the material was visually evaluated for deterioration. Representative samples of the treatments and from the soil were collected for spectrometry analyses. The treatment with CCB conferred preservation to the bamboo stems, not showing biological degradation, while the samples from control treatment showed a high stage of decay. When compared with similar studies using wood, the results obtained stand out, where the bamboo treated by immersion in CCB solutions showed high durability. By spectrometry analyses, it was verified that the lower part, in contact with the soil, presented greater leaching of copper and chromium than the aerial part of the stems.

Introdução

Materiais como concreto, aço, alumínio, madeira e outros materiais lignocelulósicos possuem demanda para utilização em diversos setores, dentre esses o da construção civil (Calil Neto et al., 2014). O emprego do bambu surge com potencial para atender a esse mercado, por critérios de sustentabilidade e por sua versatilidade para inúmeras aplicações como, por exemplo, em pisos (Paes et al., 2010) e na fabricação de móveis, pergolados e revestimentos (Tatibana et al., 2016; Souza et al., 2020).

O bambu vem ganhando espaço no mercado por apresentar rápido crescimento e fácil adaptação aos diversos habitats, diferenciando-se em vários aspectos da madeira (Liese & Kohl, 2015), como em relação à resistência e ao custo-benefício (Ferreira & Codá, 2019; Braga et al., 2021). Ainda existem lacunas no conhecimento relacionado às propriedades constituintes do material e no entendimento de características como durabilidade, quando exposto às condições de uso (Kaur et al., 2016).

O bambu possui resistência semelhante, e em algumas situações até mesmo superior, àquela do aço (Gonçalves et al., 2019; Librelotto & Nuic, 2021), tornando-se uma possibilidade de substituição de materiais como tal e, ainda, diminuindo a utilização de recursos não renováveis (Duffrayer et al., 2019). No entanto, sem a execução de tratamentos preservativos, o bambu pode absorver grande quantidade de água quando em contato com o solo, ocasionando o seu rápido apodrecimento e consumo por agentes deterioradores (Ghavami & Marinho, 2004).

O uso do bambu como material para construção civil é prejudicado, devido ao amplo ataque de organismos xilófagos, principalmente pelo coleóptero *Dinoderus minutus* (broca do bambu), por ser constituído em grande parte por amido (Tiburtino et al., 2015). Assim, é imprescindível a aplicação de tratamentos que visem ao aumento da vida útil do material (Coutinho, 2017; Brito et al., 2020). É importante ressaltar que, atualmente, os preservativos mais empregados no mundo são do tipo hidrossolúvel, arseniato de cobre cromatado (CCA), tendo como agente inseticida o arsênio, como fungicida o cobre e como fixador o cromo (Souza & Demenighi, 2017) e o borato de cobre cromatado (CCB), que apresenta uma melhor penetração na madeira (Almeida et al., 2020).

Diante disso, pela crescente aplicação do produto em diversos meios, faz-se necessário a realização de estudos relacionados ao comportamento do bambu em diferentes ambientes. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi estudar e avaliar o tratamento químico, a durabilidade e a lixiviação de bambu tratado e submetido à avaliação em campo de apodrecimento.

Material e métodos

As hastes de bambu de *Dendrocalamus asper* foram obtidas de área localizada no Instituto Federal Farroupilha, no *Campus* do município de Frederico Westphalen, RS (27°21'33" S e 53°23'40" W), em latossolo vermelho como solo predominante. Os indivíduos selecionados (4 touças de bambus, retirando-se 3 colmos de cada) para o abate e seccionamento foram os de classe de diâmetro variando entre 10 e 15 cm e com características de bambu maduro, com idade superior a 4 anos. Após o corte, as hastes foram seccionadas em 2,75 m de comprimento, totalizando 12 amostras de colmo (sessões empilhadas que formam as hastes, compostas num feixe), conforme definição de Rusch et al. (2018).

As amostras foram transportadas ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (LTPF), em Frederico Westphalen, onde realizou-se o tratamento preservativo pelo método de substituição de seiva, utilizando o preservativo químico borato de cobre cromatado (CCB) (Figura 1).

A solução preservativa à base da mistura de sais foi preparada no LTPF. No processo de substituição de seiva, para melhor estimar a quantidade necessária de ingredientes ativos (i.a.) na solução preservativa preparada, foi utilizada a relação da concentração para 100 L de água, em função da expectativa de retenção de 6,5 kg m⁻³ no material lenhoso, recomendada pela Norma Brasileira - NBR 6232, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2013), considerando os percentuais de 26, 63,5 e 10,5%, de sulfato de cobre, dicromato de potássio e ácido bórico, respectivamente. Para isso, foram utilizados no preparo das soluções: o sulfato de cobre pentahidratado, o dicromato de potássio e o ácido bórico.

Em cada local, porções das hastes (colmos) de 85 cm de comprimento foram dispostas com suas porções basais parcialmente imersas em 6,3 L de solução preservativa preparada durante a mistura de sais, sendo 3 colmos para cada concentração: 0 (totalmente imerso

em água e parcialmente imerso em água) e parcialmente imerso em solução 1% e 3%, por 10 dias. Após esse período, as posições dos colmos foram invertidas (porção topo mergulhada na solução), por mais 10 dias, sendo repostos 3,15 L de solução (absorvida pelos colmos). O tratamento parcialmente imerso em água seguiu a mesma metodologia das concentrações de 1% e 3%.

As 3 hastes restantes foram encaminhadas para o reservatório de água do viveiro florestal, da UFSM em

Frederico Westphalen, visando à realização do método de imersão prolongada. Nesse teste as hastes foram totalmente imersas em água no interior do reservatório, pelo mesmo período das demais.

Em seguida, as amostras foram submetidas ao campo de apodrecimento, conforme esquema da Figura 2, por um período de 5 anos. Os colmos foram enterrados no solo a uma profundidade de 25 cm, e o restante exposto ao ambiente.

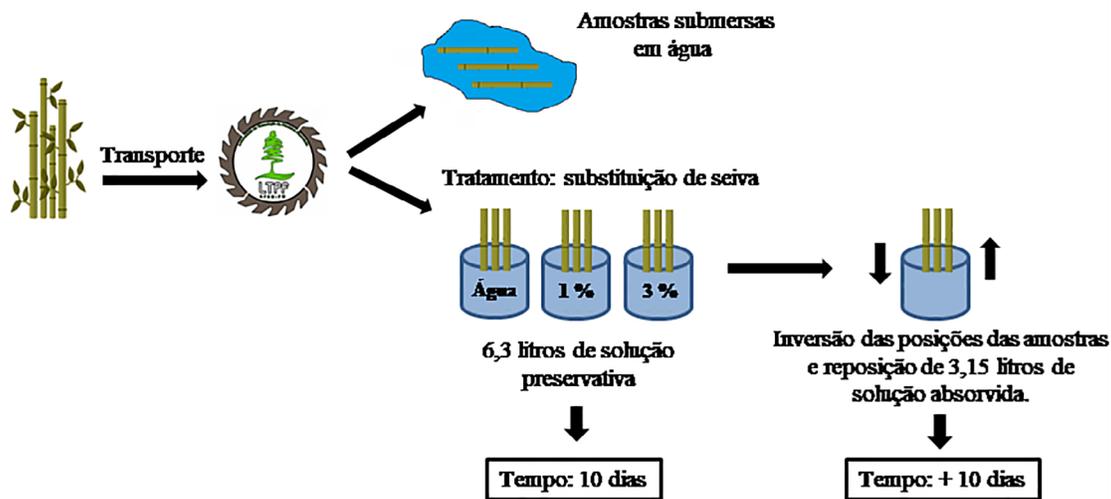


Figura 1. Esquema representativo dos tratamentos dos colmos de bambu. LTPF = Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais.

Figure 1. Representative scheme of the treatments of the bamboo rods. LTPF = Laboratory of Forest Products Technology.

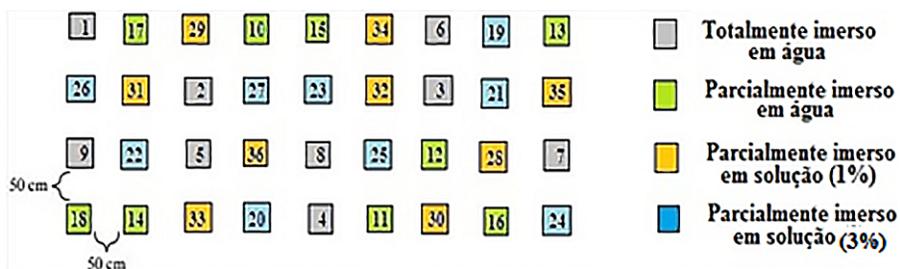


Figura 2. Croqui ilustrativo da instalação do campo de apodrecimento em delineamento inteiramente casualizado.

Figure 2. Illustrative diagram of the installation of the decay field in an entirely casualized design.

Após 5 anos, com o material ainda em campo, foi realizada uma análise visual do estado de sanidade dos colmos (Tabela 1), de acordo com os critérios definidos em Vivian et al. (2014). Na sequência, realizou-se a retirada de amostras das porções superior e inferior de material lenhoso com auxílio de um trado, sendo também coletado solo diretamente da cova onde cada haste estava alocada. Posteriormente, todas as amostras, tanto de material lenhoso quanto de solo, foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar forçada a 50 °C, até que atingissem a estabilização do peso, para

análises de espectrometria de energia dispersiva, visando verificar a presença dos metais do CCB tanto nos colmos, quanto no solo.

Os materiais sólidos de bambu foram analisados em pedaços inteiros, inseridos sob a abertura de feixe de raios-x do espectrômetro de energia dispersiva de raios-x (Shimadzu, modelo EDX-700HS), onde as leituras ocorreram aleatoriamente em diferentes locais de cada porção. A análise das amostras de solo foram realizadas em recipientes adequados para as leituras, sendo vedados com papel seda e plástico filme em cada lado (Figura 3).



Fotos: Luana Candaten

Figura 3. Preparo das amostras de solo para análise de espectrometria. Onde A= aparato utilizado para a análise, prévio à preparação. B= material preparado para ser analisado no espectrômetro.

Figure 3. Preparation of soil samples for spectrometry analysis. Where A= apparatus used for analysis, prior to preparation. B= material prepared to be analyzed in the spectrometer.

Tabela 1. Parâmetros para a classificação do estado de sanidade dos colmos.

Table 1. Parameters for the classification of the health status of the bamboo rods.

Estado de sanidade	Nota	Índice de deterioração
Sadio, nenhum ataque	0	0
Ataque leve ou superficial de fungos e térmitas	1	40
Ataque evidente, mas moderado de fungos e térmitas	2	70
Apodrecimento intenso ou ataque intenso de térmitas	3	90
Quebra, perda quase total de resistência	4	100

Fonte: Vivian et al. (2014, p. 428).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de médias de Tukey a 5% de probabilidade de erro, após a aplicação do teste de normalidade dos dados.

Resultados

As condições em que os colmos de bambu se encontravam após 5 anos em campo de apodrecimento podem ser observadas na classificação disponível na Tabela 2. Foi possível notar que o tratamento com borato de cobre cromatado (CCB) conferiu resistência ao material, sendo que a deterioração foi menor no tratamento com 1% do preservante químico quando comparado ao tratamento controle. A deterioração reduziu ainda mais quando se aumentou a concentração de CCB, no tratamento de 3%. O bambu sem tratamento praticamente não apresentou resistência, obtendo índices de deterioração na classificação de 80% a 100%, ou seja, quebra e perda quase total da resistência.

Tabela 2. Classificação visual dos níveis de deterioração dos colmos de bambu, após 5 anos em campo de apodrecimento.

Table 2. Visual classification of the levels of deterioration of bamboo rods, after 5 years in rotting field.

Tratamentos	Nota	Índice de Deterioração (%)
Totalmente imerso em água	4	100
Parcialmente imerso em água	4	80
Parcialmente imerso em solução (1%)	1	40
Parcialmente imerso em solução (3%)	0	0

As análises das concentrações dos metais, cobre e cromo, nos materiais (Tabela 3), indicaram que a

lixiviação do tratamento químico foi maior nas partes inferiores das hastes (a partir da visualização dos colmos) do que quando nas partes superiores. O tratamento com CCB em 3% apresentou maior lixiviação do que o tratamento em 1%, pois a concentração dos metais, de maneira geral, foi menos acentuada, exceto para o cromo na porção inferior do colmo.

Tabela 3. Concentração de cobre e cromo nos colmos em suas partes superior (aérea) e inferior (sob o solo), após 5 anos em campo de apodrecimento.

Table 3. Concentration of copper and chromium in the upper (aerial) and lower (in the soil) parts of the bamboo rods, after 5 years in rotting field.

Tratamentos	Parte Inferior (ppm)		Parte Superior (ppm)	
	Cobre	Cromo	Cobre	Cromo
Totalmente imerso em água	24,9 d	35,9 d	27,2 b	24,1 d
Parcialmente imerso em água	36,5 c	98,7 c	26,5 c	50,1 b
Parcialmente imerso em solução (1%)	67,7 a	137,7 b	78,4 a	180,5 a
Parcialmente imerso em solução (3%)	58,4 b	274,8 a	24,3 d	30,2 c

Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

As concentrações do cromo no solo (Tabela 4), foram mais expressivas nos locais em que o material tratado estava instalado. Para o cobre, as concentrações médias observadas eram muito próximas àquelas dos locais com bambu sem tratamento. Os coeficientes de variação para os dados de cobre e cromo foram de 14% e 66%, respectivamente. Apesar da alta variabilidade dos dados, esses apresentaram característica de normalidade.

Tabela 4. Concentração de cobre e cromo no solo, no local em que os colmos de bambus foram instalados, após 5 anos em campo.

Table 4. Concentration of copper and chromium in the soil at the site where the bamboos rods were installed, after 5 years in the field.

Tratamentos	Cobre (ppm)	Cromo (ppm)
Totalmente imerso em água	24,9	33,2
Parcialmente imerso em água	24,3	27,9
Parcialmente imerso em solução (1%)	27,2	57,9
Parcialmente imerso em solução (3%)	27,9	61,7

Não foi observada diferença significativa entre médias, pelo teste Tukey ($p > 0,05$).

Discussão

A aplicação de borato de cobre cromatado (CCB) em colmos de bambu, mostrou níveis de deterioração menores ou semelhantes a outros resultados apresentados na literatura, mesmo considerando o prazo de 5 anos em campo de apodrecimento. Vivian et al. (2014) obtiveram níveis mais elevados (maiores que 70%) de deterioração de madeiras de eucalipto tratadas com arseniato de cobre cromatado (CCA), após aproximadamente 1 ano de instalação em campo. Resultados semelhantes para o índice de deterioração foram aferidos por Colli et al. (2007), para colmos de *Bambusa tuldooides* tratados com CCB, durante um ano em campo. Após esse período, a taxa de degradação do material tratado foi mínima, corroborando com o presente estudo, enquanto o material não tratado apresentou altos índices de deterioração. Tal resultado é interessante, e pode indicar que as características do do bambu são superiores, quando comparadas à madeira de algumas espécies florestais, pois independente da concentração dos tratamentos testados, obteve-se material com resistência, mesmo após 5 anos em campo (Tabela 2).

Diferentes formas de aplicação das soluções preservantes foram relatadas para material lenhoso. No tratamento de CCB em *Eucalyptus urophylla*, o método de substituição de seiva se destacou com relação à resistência a perda de massa em ensaio de campo quando comparado a outros métodos preservativos, como pincelamento, carbonização superficial e banho quente-frio (Baldin et al., 2020). A aplicação de CCB pelo método de substituição de seiva, tendo a imersão em água como pré-tratamento, apresentou melhor desempenho contra o ataque de organismos xilófagos na madeira de *Prosopis juliflora* (Azevêdo et al., 2018). Essa variação não foi avaliada, mas entende-se que poderia ser testada, visando atingir níveis de deterioração ainda menores do bambu tratado.

A baixa deterioração dos corpos de prova observados em alguns casos pode estar associada à região e local em que o experimento foi instalado no presente estudo, por se tratar de um ambiente com baixa retenção de umidade, quando comparado ao ambiente de floresta, pois a incidência do sol pode afetar o desenvolvimento dos organismos xilófagos (Dalla Costa et al., 2018). É válido destacar que o solo experimental é composto por latossolo vermelho, o qual apresenta rápida retenção em períodos chuvosos (Azevedo, 2018).

Os resultados observados por Vivian et al. (2014) indicaram que as concentrações dos metais ocorrem em maior proporção na base do que no topo dos colmos de bambu, fazendo uma relação com a massa específica dos mesmos, que tem uma variação decrescente da base para o topo do colmo (Colli et al., 2007). A densidade do bambu se comporta inversamente proporcional à tendência de madeira em espécies arbóreas, que aumenta da base para o topo (Paes et al., 2010; Brito et al., 2020). No entanto, no presente estudo as concentrações não apresentaram uma tendência, mas sim comportamento aleatório. Possivelmente, a lixiviação e os efeitos do intemperismo em campo podem ter contribuído para as concentrações aleatórias dos metais. Para complementar tal discussão, Gurung et al. (2017), ao estudarem colmos de bambu recém tratados, verificaram que as porções superiores concentraram mais metais do que a base do material. Isso pode estar atrelado à estrutura anatômica das fibras de bambu. Possivelmente, diferenças de padrão observadas no presente trabalho são decorrentes da análise dos metais ter sido realizada apenas ao final do experimento, o que pode ter favorecido para as intempéries climáticas terem alterado as concentrações dos metais ao longo do colmo.

As estimativas da concentração de cromo, mais expressivas, nas amostras de solos analisadas nas covas em que os colmos de bambu tratados foram aplicados são explicadas pela lixiviação deste metal quando há contato direto com ambiente susceptível à umidade, conforme destacam Espelho & Beraldo (2008). Ainda assim, é válido ressaltar que a concentração do cromo foi semelhante entre amostras dos locais de coleta, comparadas com aquelas obtidas nas covas com bambu tratado e não tratado.

Não é possível afirmar, ainda, que a presença de metais no solo é indicativo de lixiviação do tratamento de CCB para preservar o material de bambu. Isto porque em trabalhos que avaliaram as concentrações de metais no solo do município em que o experimento foi instalado, ou na região, foram constatadas resultados semelhantes ao observado no presente estudo (Kemerich et al., 2011; Wastowski et al., 2012), apontando que já havia presença dos metais antes da implantação dos experimentos. Isso explica a presença de cobre e cromo em amostras coletadas onde não foram utilizados tratamentos químicos.

Conclusões

O uso de colmos de bambu sem tratamento químico, diretamente em contato com o solo não é recomendado, em razão dos altos níveis de degradação ao longo do tempo.

O tratamento químico dos colmos de bambu com borato de cobre cromatado (CCB) apresenta características positivas quanto à durabilidade, podendo ser indicado para uso em contato com o solo.

Conflito de interesses

Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Contribuição de Autoria

Fernando Rusch: Conceituação, análise formal, investigação, metodologia, supervisão, escrita – primeira redação, escrita – revisão e edição.

Luana Candaten: Conceituação, análise formal, investigação, metodologia, supervisão, escrita – primeira redação, escrita – revisão e edição.

Eduarda Bandera: Conceituação, análise formal, investigação, metodologia, supervisão, escrita – primeira redação, escrita – revisão e edição.

Tauana de Souza Mangini: Conceituação, análise formal, investigação, metodologia, supervisão, escrita – primeira redação, escrita – revisão e edição.

Laura da Silva Zanchetta: Conceituação, análise formal, investigação, metodologia, supervisão, escrita – primeira redação, escrita – revisão e edição.

Rômulo Trevisan: Conceituação, análise formal, investigação, metodologia, supervisão, escrita – primeira redação, escrita – revisão e edição.

Arci Dirceu Wastowski: Conceituação, análise formal, investigação, metodologia, supervisão, escrita – primeira redação, escrita – revisão e edição.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6232:** penetração e retenção de preservativos em postes de madeira. Rio de Janeiro, 2013. 16 p.

Almeida, A. D. S. et al. Influence of treatment with water-soluble CCB preservative on the physical-mechanical properties of brazilian tropical timber. **Materials Research**, v. 22, n. 6, 2020. <https://doi.org/10.1590/1980-5373-mr-2018-0688>.

Azevêdo, S. M. A. et al. Avaliação e eficiência do CCB na madeira de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. pelo método da substituição de seiva. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1704-1715, 2018. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509835319>.

Azevedo, M. F. C. **Estudo do parâmetro solo nos métodos para a determinação de vulnerabilidade a contaminação de aquíferos em regiões tropicais**. 2018. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas) — Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

Baldin, T. et al. Tratamentos não industriais em madeiras de *Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE. **Agrocossistemas**, v. 12, n. 2, p. 194-204, 2020.

Braga, J. C. et al. O aumento da resistência mecânica dos nós do bambu com reforço de fibra de vidro. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 11, 2021. <https://doi.org/10.51891/rease.v7i11.3198>.

Brito, F. M. S et al. Chemical characterization and biological resistance of thermally treated bamboo. **Construction and Building Materials**, n. 262, p. e120033, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120033>.

Calil Neto, C. et al. Ligações em madeira com parafusos auto-atarraxantes sem pré-furação para usu estrutural. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, v. 15, p. 25-28, 2013.

Colli, A. et al. Propriedades físico-mecânicas e preservação, com boro e tanino, do *Bambusa tuldooides* (Munro). **Floresta e Ambiente**, 56 v. 14, n. 1, p. 56-64, 2007.

Coutinho, I. L. **Corte, tratamento e beneficiamento de diferentes espécies de bambu no Distrito de Cacaria – Pirai – Rio de Janeiro**. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

Dalla Costa, H. W. et al. Durabilidade natural da madeira de duas espécies provenientes de floresta energética. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, v. 15 n. 28, p. 1-8, 2018. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2018B120.

Duffrayer, J. G. et al. **Construções ecológicas: uso do bambu na construção civil**. [S.l.]: Faculdade Novo Milênio Curso de Graduação em Engenharia Civil, 2019.

Espelho, J. C. C. & Beraldo, A. L. Avaliação físico-mecânica de colmos de bambu tratados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 6, 2008.

Ferreira, B. S. & Codá, A. A Utilização de taliscas de bambu como reforço da armadura em vigas de concreto armado. **Revista Gestão e Gerenciamento**, n. 12, p. 12-27, 2019.

Ghavami, K. & Marinho, A. B. Propriedades geométricas e mecânicas de colmos dos bambus para aplicação em construções. **Engenharia Agrícola Jaboticabal**, v. 23, n. 3, p. 415-424, 2003.

Gonçalves, V. M. et al. Aplicação estrutural do bambu – tesouras de duas águas: análise teórica-experimental. **Mix Sustentável**, v. 5, n. 1, p. 19-33, 2019. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n1.19-33>.

Gurung, D. et al. Study of the chemical loading in bamboo for preservative treatment to enhance durability using boucherie apparatus. **International Journal of Science and Research**, v. 6, n. 2, 2017.

Kaur, P. J. et al. Characterization of commercially important Asian bamboo species. **European Journal of Wood and Wood Products**, v. 74, n. 1, p. 137-139, 2016. <https://doi.org/10.1007/s00107-015-0977-y>.

- Kemerich, P. D. da C. et al. Alteração química em solo ocupado por necrópole em Seberí-RS. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26., 2011, Porto Alegre. **Saneamento ambiental: a excelência da gestão como caminho para a universalização: anais**. Rio de Janeiro: ABES, 2011. 1 CD-ROM.
- Librelotto, L. I. & Nuic, L. A arquitetura em bambu como alternativa construtiva em regiões de zona bioclimática brasileira. Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 9., 2021, Florianópolis. [Anais...]. Florianópolis: UFSC, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/228828/637649.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 maio 2022.
- Liese, W. & Kohl, M. **Bamboo: the plant and its uses**. Switzerland: Springer International, 2015. 362 p.
- Paes, J. B. et al. Caracterização e aspecto de um piso confeccionado com bambu (*Dendrocalamus giganteus* Munro). **Ciência da Madeira**, v. 1, n. 1, p. 52-67, 2010. <http://dx.doi.org/10.12953/2177-6830.v01n01a05>.
- Rusch, F. et al. Anatomia de hastes adultas de bambu: uma revisão. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 38, 2018. <https://doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201701530>.
- Souza, F. M. et al. Estado da arte do bambu na construção civil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 19637-19652, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-216>.
- Souza, R. V. & Demenighi, A. L. Tratamentos preservantes naturais de madeiras de floresta plantada para a construção civil. **Mix Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 84-92, 2017.
- Tatibana, R. M. et al. Bambu como matéria-prima para construções sustentáveis. **Cidades Verdes**, v. 4, n. 10, p. 95-103, 2016.
- Tiburtino, R. F. et al. Tratamento preservativo de duas espécies de bambu por imersão prolongada e boucherie modificado. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 124-133, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.032113>.
- Vivian, M. A. et al. Resistência biológica da madeira tratada de duas espécies de *Eucalyptus* em ensaio de campo. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 80, p. 425-433, 2014. <https://doi.org/10.4336/2014.pfb.34.80.545>.
- Wastowski, A. D. et al. Caracterização dos níveis de elementos químicos em solo, submetido a diferentes sistemas de uso e manejo, utilizando espectrometria de fluorescência de raios-x por energia dispersiva (EDXRF). **Química Nova**, v. 33, n. 7, p. 1449-1452, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000700005>.