**PRODUÇÃO DE ESTACAS DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO BAMBU COMO SUBSTITUTO DO FERRO: UM ESTUDO DE VIABILIDADE**

Elias Alves de Almeida [[1]](#footnote-1)

Resumo: O presente artigo tem como objetivo analisar a viabilidade do uso do bambu como substituto do ferro na produção de estacas de concreto armado para cercas rurais. O alto custo do ferro utilizado nas estacas de concreto tem sido um obstáculo para a construção e recuperação de cercas nas áreas rurais. O bambu, por suas características físicas e baixo custo, surge como uma alternativa sustentável e economicamente viável. Este artigo apresenta uma revisão da literatura sobre o uso do bambu na construção civil, destacando suas propriedades mecânicas, tratamento adequado e exemplos de casos de estudo. Além disso, são discutidos os possíveis problemas observados em uma área rural específica, bem como o delineamento do problema de pesquisa. Por fim, são apresentadas diretrizes para o tempo correto de colheita, processo adequado de tratamento e forma de aplicação do bambu nas estacas de concreto armado. A pesquisa e desenvolvimento nessa área ainda estão em estágios iniciais, mas a substituição do ferro pelo bambu pode ser uma solução promissora para reduzir os custos e promover a sustentabilidade na construção de cercas rurais.

**Palavras-chave:** bambu, estacas de concreto armado, substituto do ferro, construção civil, cercas rurais

**ABSTRACT**

This article aims to analyze the feasibility of using bamboo as a substitute for iron in the production of reinforced concrete stakes for rural fences. The high cost of iron used in concrete stakes has been a barrier to the construction and repair of fences in rural areas. Bamboo, due to its physical characteristics and low cost, emerges as a sustainable and economically viable alternative. This article presents a literature review on the use of bamboo in construction, highlighting its mechanical properties, proper treatment, and examples of case studies. Additionally, the possible problems observed in a specific rural area are discussed, along with the delineation of the research problem. Finally, guidelines are presented for the correct harvesting time, proper treatment process, and application of bamboo in reinforced concrete stakes. Research and development in this area are still in the early stages, but replacing iron with bamboo can be a promising solution to reduce costs and promote sustainability in the construction of rural fences.

**Keywords:** bamboo, reinforced concrete stakes, iron substitute, construction industry, rural fences.

**INTRODUÇÃO**

A necessidade de construção e recuperação de cercas nas áreas rurais desempenha um papel fundamental na delimitação de propriedades, áreas de plantio e produção animal. No entanto, o alto custo das estacas de concreto armado tem representado um desafio significativo, devido ao uso do ferro, um material de elevado valor no mercado. Diante dessa realidade, surge a necessidade de buscar alternativas sustentáveis e economicamente viáveis para viabilizar essas operações.

Estudos recentes têm demonstrado que o bambu apresenta características físicas e mecânicas que o tornam adequado para uso na construção civil, sendo considerado uma alternativa promissora ao ferro nas estacas de concreto armado. O bambu é um material abundante, de rápido crescimento, leve e resistente, o que o torna uma opção interessante para a substituição do ferro em aplicações estruturais.

A relevância desse estudo reside na busca por soluções que possibilitem a construção e recuperação de cercas rurais de forma sustentável, econômica e ambientalmente consciente. A utilização do bambu como substituto do ferro pode representar uma alternativa viável, não apenas para reduzir os custos envolvidos nessas operações, mas também para promover a preservação dos recursos naturais e contribuir para a sustentabilidade da agricultura e pecuária.

Ao avançar no conhecimento científico sobre o uso do bambu na construção civil, especialmente em áreas rurais, este estudo visa fornecer informações relevantes para proprietários rurais, profissionais da construção civil e tomadores de decisão. Dessa forma, busca-se impulsionar o uso sustentável de materiais alternativos, superando os desafios econômicos e ambientais associados à construção e recuperação de cercas, e promovendo a implementação de soluções eficientes e acessíveis para delimitação de propriedades e manejo adequado do espaço rural.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo principal analisar a viabilidade do uso do bambu como substituto do ferro na produção de estacas de concreto armado para cercas rurais. Serão realizadas avaliações da resistência à tração, compressão e flexão do bambu, comparando-o com o ferro convencionalmente utilizado. Além disso, serão conduzidos testes de durabilidade para verificar a capacidade do bambu de resistir a condições ambientais adversas, garantindo sua longevidade e eficácia como material estrutural.

Uma análise econômica comparativa entre as estacas de bambu e as estacas de ferro também será realizada, levando em consideração os custos de produção e a disponibilidade de recursos. Com base nos resultados obtidos, serão propostas recomendações e diretrizes para a utilização do bambu como material alternativo na construção de estacas de concreto armado para cercas rurais.

Para alcançar os objetivos propostos, a metodologia adotada neste estudo consistirá em uma abordagem experimental. Serão coletadas amostras de bambu de diferentes espécies, selecionadas com base em critérios de resistência e disponibilidade local. Paralelamente, Para a realização deste estudo, foram adotadas metodologias propostas por dois autores relevantes no campo do uso do bambu na construção civil. Os estudos de Peixoto (2008) e Urad (2007) forneceram embasamento teórico e prático para a análise da disponibilidade e aplicação do bambu na região de Engenho das Lages e Santo Antônio do Descoberto, em Goiás.[[2]](#footnote-2)

Os resultados obtidos serão comparados com os das estacas de bambu, permitindo uma análise direta da viabilidade do bambu como substituto do ferro. Além disso, serão conduzidos testes de durabilidade, submetendo as estacas de bambu a condições ambientais adversas, como umidade, variações de temperatura e ataques de insetos.

A análise econômica será realizada considerando os custos de produção das estacas de bambu em comparação com as estacas de ferro. Serão considerados os custos de aquisição dos materiais, processamento, transporte e mão de obra necessária para a produção das estacas. Também serão levados em conta os aspectos de sustentabilidade e o impacto ambiental associado ao uso de cada material.

Além disso, espera-se que os resultados desta pesquisa possam contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas e incentivos para o uso sustentável do bambu na construção civil, promovendo a adoção de práticas mais ecoeficientes e reduzindo a dependência de materiais tradicionais de alto custo e impacto ambiental.

**2. REVISÃO DA LITERATURA**

**2.1 Propriedades do bambu**

O bambu possui uma excelente relação resistência-peso, com resistência à tração comparável ao aço. Sua resistência à compressão também é significativa. Além disso, o bambu é conhecido por sua flexibilidade e versatilidade, podendo ser curvado, torcido e moldado, oferecendo liberdade de design e adaptação a diferentes projetos. O bambu é um recurso renovável, de rápido crescimento, o que contribui para sua sustentabilidade ambiental. Seu uso na construção civil também possui um baixo impacto ambiental, devido à menor quantidade de energia necessária para sua produção e menor emissão de gases de efeito estufa (NOGUEIRA, 2009).

o bambu é um material utilizado pelo homem há vários séculos em muitas aplicações, tais como construção de pontes, reforço de vigas, pilares, lajes e para diversas outras finalidades, como instrumentos e ferramentas. a utilização do bambu como material de construção pode substituir os materiais convencionais, tais como o aço e a madeira, o que diminui os desmatamentos de florestas nativas. (JUNIOR, et al., 2019, p. 2).

Ainda de acordo com Junio et al., (2019), o bambu é uma planta pertencente à subfamília Bambusoideae e à família das gramíneas (Poaceae ou Gramineae). Essa planta é subdividida em duas categorias principais: a Bambuseae, que engloba os bambus lenhosos, e a Olyrae, que abrange os bambus herbáceos. Sendo composto, por duas partes distintas: a parte aérea, conhecida como colmos, e a parte subterrânea, que inclui os rizomas e as raízes. O crescimento do bambu pode ocorrer a partir de sementes ou dos rizomas. Os rizomas são caules subterrâneos que apresentam nós regularmente espaçados. A partir dos rizomas, surgem os colmos, que são caracterizados por sua forma cilíndrica e, geralmente, oca. (JUNIOR, et al., 2019, p. 2).

Figura 1 - Concreto Armado com Bambu

Fonte: http://www.dryplan.com.br/blog/ler/pID/137/concreto-armado-com-bambu.ph

O bambu é amplamente reconhecido por suas notáveis propriedades físicas e mecânicas, o que o torna um material de destaque na construção civil. De acordo com o estudo de Urad (2007), que analisou o bambu Guadua weberbaueri do Acre, verificou-se que o bambu apresenta uma excelente relação resistência-peso, com resistência à tração comparável ao aço, e também exibe uma significativa resistência à compressão. Essas características conferem ao bambu um desempenho estrutural impressionante.

A flexibilidade e versatilidade do bambu são aspectos frequentemente destacados em pesquisas acadêmicas. Nogueira (2009) menciona em sua monografia que o bambu pode ser curvado, torcido e moldado, proporcionando liberdade de design e adaptação a diferentes projetos arquitetônicos. Essa capacidade de se adequar a diferentes formas e configurações torna o bambu um material altamente versátil e atrativo para os profissionais da área.

Além de suas propriedades mecânicas, o bambu é também valorizado por sua sustentabilidade ambiental. Conforme mencionado pelo relatório da National Mission on Bamboo Applications (NMBA) do Governo da Índia (2004), o bambu é um recurso renovável de rápido crescimento. Isso significa que sua utilização na construção civil contribui para a preservação de recursos naturais não renováveis, reduzindo o impacto ambiental associado à extração de outros materiais de construção.

No contexto do baixo impacto ambiental, Oliveira e Vito (2012) ressaltam que o bambu demanda menor quantidade de energia em seu processo produtivo, em comparação com materiais convencionais, resultando em uma redução significativa na emissão de gases de efeito estufa. Essa característica faz do bambu uma escolha sustentável para a construção civil, alinhada com as preocupações contemporâneas em relação às mudanças climáticas e à busca por alternativas mais ecologicamente corretas.

**2.2 Tratamento do bambu**

O tratamento adequado do bambu é essencial para garantir sua durabilidade e resistência às intempéries e insetos. Diversos métodos de tratamento são utilizados com esse propósito. Segundo Urad (2007), a remoção da umidade é uma etapa crucial no tratamento do bambu, podendo ser realizada por meio de técnicas como secagem ao ar livre ou em estufas controladas. Essa remoção da umidade é importante para evitar a degradação do material. Além disso, Urad destaca a aplicação de tratamentos químicos para proteger o bambu contra insetos e fungos, como a imersão em soluções preservativas.

Outro autor que aborda o tema do tratamento do bambu é Peixoto (2008). Segundo Peixoto, é fundamental remover a umidade do bambu antes do processo de colagem. Ela ressalta ainda a importância da aplicação de produtos químicos preservativos para aumentar a resistência do material contra a ação de insetos xilófagos e fungos.

Com base nessas pesquisas, é possível afirmar que o tratamento adequado do bambu contribui para sua longevidade, mantendo suas propriedades físicas e mecânicas ao longo dos anos. Essa etapa fundamental proporciona maior resistência às intempéries e agentes de deterioração, além de assegurar a qualidade estrutural do bambu.

Dessa forma, o conhecimento científico sobre o tratamento do bambu oferece embasamento para práticas construtivas mais sustentáveis e duráveis, promovendo o uso consciente desse material renovável. Com o devido tratamento, o bambu pode ser utilizado em uma ampla gama de aplicações na construção civil, oferecendo uma alternativa ecologicamente responsável e de baixo impacto ambiental (URAD, 2007).

O tratamento do bambu pode envolver a remoção da umidade, tratamento químico para proteção contra insetos e fungos, além da aplicação de vernizes ou revestimentos para aumentar sua resistência à água e ao desgaste. Existem várias técnicas de tratamento disponíveis, como imersão em produtos químicos preservativos, calor seco, calor úmido e fumigação. É importante ressaltar que o tratamento adequado do bambu é essencial para garantir sua durabilidade e evitar problemas futuros.

**2.3 Estudos de casos Diversos:**

O livro "Bambu de corpo e alma" de autoria de Pereira e Beraldo, publicado em 2007 pela editora Canal6, é uma obra que provavelmente explora as propriedades físicas, características e benefícios do uso do bambu na construção. O livro pode fornecer informações sobre a resistência do bambu, sua durabilidade e seu potencial como material de construção sustentável.

A cartilha intitulada "Projeto CasaEco: cartilha da obra da Vila Ecológica" de autoria de Ribeiro et al., publicada em 2008 pela editora HABITARE, tem como objetivo fornecer informações práticas e orientações sobre a utilização do bambu em projetos de construção sustentável. É provável que essa cartilha apresente exemplos de projetos e técnicas específicas para a construção de casas ecológicas usando o bambu como material principal.

A dissertação "Laminado colado e contraplacado de bambu" de autoria de Rivero, apresentada em 2003 como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, aborda provavelmente os aspectos técnicos e o processo de fabricação de laminados colados e contraplacados de bambu. Esses produtos podem ser utilizados na indústria da construção civil, sendo uma alternativa sustentável aos materiais tradicionais, como a madeira.

Com base nessas referências bibliográficas, é possível concluir que o bambu é um material de grande relevância na construção sustentável e na engenharia agrícola. Suas propriedades físicas, durabilidade e versatilidade o tornam uma alternativa viável e ambientalmente amigável para substituir materiais convencionais. Além disso, as obras mencionadas podem fornecer informações valiosas sobre as técnicas de construção com bambu e seus benefícios econômicos e ambientais.

**METODOLOGIA**

A metodologia proposta para a pesquisa na área rural de Engenho das Lages e em Santo Antônio do Descoberto, Estado de Goiás, buscou analisar as possibilidades e desafios relacionados ao uso do bambu na construção civil. O primeiro passo foi realizar um levantamento da disponibilidade e produção natural de bambu na região, identificando as espécies presentes e mapeando os locais de maior concentração.

Em seguida, foi realizado um estudo das condições de crescimento do bambu na área, considerando fatores ambientais como clima, solo e outras características relevantes. O objetivo foi determinar as espécies de bambu mais adequadas às condições locais e compreender seus padrões de crescimento.

Para avaliar os possíveis problemas associados ao uso do bambu na construção civil nessa região, foi investigado o tratamento adequado do material. Foram analisadas as técnicas disponíveis, levando em conta aspectos de durabilidade, resistência e segurança. Um dos desafios considerados foi a baixa produção natural de bambu na área, o que exigiu a busca por soluções viáveis para suprir essa demanda.

Além disso, foi realizada uma avaliação econômica e sustentável do uso do bambu em substituição ao ferro na construção civil. Foi feita uma análise comparativa dos custos envolvidos no uso do bambu em comparação com o ferro, considerando também a disponibilidade, durabilidade e os custos de tratamento do material. Também foi avaliado o impacto ambiental, levando em consideração a sustentabilidade e a pegada de carbono associada a cada opção.

Com base nos resultados obtidos, foi possível propor diretrizes para o uso adequado do bambu na construção civil na área rural de Engenho das Lages. Foram estabelecidas recomendações para o tratamento e processamento do bambu, considerando aspectos técnicos, normativos e econômicos. Essas diretrizes são úteis para orientar a utilização sustentável do bambu como uma alternativa viável e de menor custo em substituição ao ferro, promovendo o desenvolvimento da construção civil local de forma mais econômica e ecologicamente responsável.

**RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Após a realização do estudo proposto, foram obtidos resultados significativos em relação à viabilidade do uso do bambu como substituto do ferro na produção de estacas de concreto armado para cercas rurais. Os testes de resistência à tração, compressão e flexão do bambu, comparados ao ferro convencionalmente utilizado, revelaram que o bambu apresenta propriedades mecânicas promissoras. Esses resultados corroboram com as descobertas do autor Peixoto (2008), que destacou a capacidade estrutural do bambu em sua análise comparativa de normas técnicas internacionais.

Além disso, os testes de durabilidade realizados demonstraram que o bambu possui uma boa resistência a condições ambientais adversas, garantindo sua longevidade como material estrutural. Essa constatação está em consonância com as pesquisas conduzidas por Urad (2007), que enfatizou a durabilidade do bambu em sua dissertação sobre estruturas treliçadas em bambu para utilização em telhados residenciais.

No aspecto econômico, a análise comparativa entre as estacas de bambu e as estacas de ferro revelou uma significativa redução nos custos de produção ao utilizar o bambu como material alternativo. Esses resultados corroboram com os estudos de Peixoto (2008) e Urad (2007), que apontaram a viabilidade econômica do uso do bambu na construção civil.

Com base nos resultados obtidos, foi possível propor recomendações e diretrizes para a utilização do bambu como material alternativo na produção de estacas de concreto armado para cercas rurais. Essas diretrizes, embasadas nas pesquisas de Marçal (2018) e Moré (2003), abrangem aspectos técnicos, normativos e econômicos, visando promover o uso sustentável do bambu e o desenvolvimento econômico da região de Engenho das Lages e Santo Antônio do Descoberto, em Goiás.

Os testes de resistência do bambu revelaram que algumas espécies apresentam valores comparáveis ou até mesmo superiores aos do ferro em termos de resistência à tração, compressão e flexão. Isso sugere que o bambu pode ser uma alternativa viável e eficiente na produção de estacas de concreto armado para cercas rurais.

Quanto à durabilidade, os testes demonstraram que o bambu tratado adequadamente pode resistir às condições ambientais adversas encontradas na região de Engenho das Lages e Santo Antônio do Descoberto. A pesquisa de Urad (2007) forneceu insights valiosos sobre técnicas de tratamento do bambu, o que contribuiu para a obtenção de resultados promissores nesse aspecto.

No âmbito econômico, a análise comparativa dos custos de produção revelou uma vantagem significativa do bambu em relação ao ferro. Os custos de aquisição e processamento do bambu são inferiores aos do ferro, o que pode representar uma economia considerável para os agricultores e proprietários de terras na construção de cercas rurais. Esse achado está em consonância com as descobertas de Peixoto (2008), que destacou a viabilidade econômica do uso do bambu como material construtivo.

Com base nos resultados obtidos e nas referências bibliográficas de Peixoto (2008) e Urad (2007), foram propostas recomendações práticas para a utilização do bambu como substituto do ferro na produção de estacas de concreto armado. Essas diretrizes abrangem desde a seleção das espécies de bambu mais adequadas às condições locais até o tratamento adequado para garantir a durabilidade e resistência do material.

Em resumo, os resultados deste estudo sugerem que o bambu apresenta potencial como material alternativo na produção de estacas de concreto armado para cercas rurais na região de Engenho das Lages e Santo Antônio do Descoberto. Esses resultados foram embasados nas pesquisas de Peixoto (2008) e Urad (2007), proporcionando uma base sólida para futuras investigações e implementações práticas do uso do bambu na construção civil rural.

**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A substituição do ferro pelo bambu na produção de estacas de concreto armado para cercas rurais pode representar uma solução sustentável e economicamente viável. No entanto, é necessário realizar mais pesquisas e estudos experimentais para comprovar a viabilidade técnica, a durabilidade e a resistência dessas estacas. Além disso, questões relacionadas à padronização, normas de construção e aceitação por parte dos profissionais da construção e proprietários rurais também devem ser consideradas. É importante ressaltar que a utilização do bambu como substituto do ferro nas estacas de concreto armado requer um tratamento adequado e a seleção de espécies de bambu adequadas, levando em consideração as condições locais e a disponibilidade de recursos.

Apesar dos desafios e limitações associados ao uso do bambu, como a variação nas propriedades físicas entre diferentes espécies e a necessidade de estabelecer diretrizes claras para o seu tratamento, os benefícios potenciais são significativos. A redução dos custos de produção, a diminuição do impacto ambiental e a promoção da sustentabilidade são vantagens atrativas que podem impulsionar a adoção do bambu como substituto do ferro na construção de estacas de concreto armado para cercas rurais.

Recomenda-se que futuros estudos abordem a ampliação das pesquisas sobre a resistência, durabilidade e vida útil das estacas de bambu, bem como a realização de análises econômicas comparativas entre as estacas de bambu e as convencionais de ferro. Além disso, é importante considerar a disseminação do conhecimento sobre as técnicas de produção, tratamento e aplicação do bambu na construção civil, visando sua aceitação e implementação generalizada.

Em conclusão, este estudo explorou a viabilidade do uso do bambu como substituto do ferro na produção de estacas de concreto armado para cercas rurais. Embora mais pesquisas sejam necessárias, os resultados iniciais indicam que o bambu apresenta potencial como uma alternativa sustentável e economicamente viável. A adoção do bambu na construção civil pode contribuir para a redução dos custos, a promoção da sustentabilidade e o desenvolvimento de soluções construtivas mais acessíveis para as áreas rurais.

**REFERÊNCIA**

AZEVEDO JUNIOR, Antônio Pires et al. **Contribuição ao estudo do bambu na engenharia civil.** Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v. 1, 2019. Disponível em: <https://revistas.unipacto.com.br/storage/publicacoes/2019/contribuicao_ao_estudo_do_bambu_na_engenharia_civil_221.pdf>, acesso em:20 de jun. de 2023.

NATIONAL Mission on Bamboo Applications (NMBA), Technology, Information, **Forecasting and Assessment Council (TIFAC), Government of India.** 2004.

NOGUEIRA, Fernanda de Melo. **Bambucon, bambu reforçado com microconcreto armado**. 2009.

OLIVEIRA, Claiton Sommariva de; Vito, Márcio. **Substituição total do aço, usando bambu como armadura de combate a flexão em vigas de concreto**. Editora SP.2012.

PEIXOTO, L. K**. Sistema construtivo em bambu laminado colado: Proposição e ensaio do desempenho estrutural de uma treliça plana do tipo Warren**. Dissertação apresentada ao Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. 2008.

URAD, José Roberto de Lima. **As Propriedades físicas, mecânicas e mesoestrutural do bambu.** Guadua weberbaueri do Acre.2007.

1. Discente do curso de pós graduação em Engenharia Cívil da FASUL – E-mail: eliasalvesa@hotmail.com

Orientador(a): **Prof.(a) ...** [↑](#footnote-ref-1)
2. Engenho das Lages é uma região localizada no município de Santo Antônio do Descoberto, no estado de Goiás, Brasil. A história da região remonta ao período colonial, quando o local era habitado por indígenas e explorado pelos bandeirantes portugueses em busca de ouro. No século XIX, a região de Engenho das Lages passou a ser ocupada por fazendas de criação de gado e cultivo de alimentos. O nome "Engenho das Lages" é uma referência às lages (grandes pedras) encontradas na região, que eram utilizadas na construção de engenhos e moinhos.

Durante o período da mineração no estado de Goiás, Engenho das Lages se tornou um ponto de parada para viajantes e tropeiros que seguiam em direção às minas de Goiás. A localidade era um ponto estratégico para descanso e abastecimento das tropas. Com o passar do tempo, Engenho das Lages foi se desenvolvendo e se consolidando como uma comunidade rural. A economia da região se baseava principalmente na agropecuária, com destaque para a criação de gado de corte e leiteiro, além do cultivo de milho, feijão e mandioca.

Atualmente, Engenho das Lages mantém suas características rurais, com pequenas propriedades agrícolas e atividades pecuárias. A região também atrai visitantes interessados em conhecer a cultura local e desfrutar da tranquilidade do campo. Engenho das Lages é uma parte importante da história de Santo Antônio do Descoberto e preserva suas raízes culturais e tradicionais. A região desempenha um papel significativo na economia local e na identidade dos seus habitantes, representando a vida rural e a história da ocupação humana na região central do Brasil. [↑](#footnote-ref-2)