

## Utilização Da Fibra De Cânhamo (*Cannabis Sativa L.*) Como Matéria-Prima Na Construção Civil

### *Use of Hemp Fiber (*Cannabis Sativa L.*) as a Raw Material in Civil Construction*

**Luanna Lourenço Morais, Mestranda no Programa de Pós-Graduação Projeto e Cidade, Universidade Federal de Goiás**

luanna\_morais@discente.ufg.br

**Fabiolla Xavier Rocha Ferreira Lima, Doutora em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Goiás**

fabiolla\_lima@ufg.br

#### **Resumo**

A preocupação ambiental impulsiona a busca por alternativas sustentáveis na construção, incluindo o uso de fibras naturais como o cânhamo. Este estudo examina seu potencial, baseando-se em revisão da literatura e estudo de caso. Da produção à transformação em matéria-prima, são analisados os aspectos da utilização de fibras naturais na construção civil. Conclui-se que o cânhamo é uma opção viável, mas ressalta-se a necessidade de aprimoramento das técnicas construtivas para sua eficácia e aceitação no mercado, visando torná-lo mais econômico e amplamente adotado.

**Palavras-chave:** Fibras naturais; Cânhamo; Sustentabilidade.

#### **Abstract**

*Environmental concerns drive the search for sustainable alternatives in construction, including the use of natural fibers such as hemp. This study examines its potential, based on a literature review and case study. From production to transformation into raw materials, aspects of the use of natural fibers in civil construction are analyzed. It is concluded that hemp is a viable option, but the need to improve construction techniques for its effectiveness and market acceptance is highlighted, aiming to make it more economical and widely adopted.*

**Keywords:** *Natural fibers; hemp; sustainability*

## 1. Introdução

A demanda por produtos e bens de consumo que utilizam fontes renováveis como matéria-prima está cada vez maior devido à preocupação com o meio ambiente. Na construção civil, a busca por alternativas que pensam na sustentabilidade tem se tornado de extrema necessidade, pois de acordo com Costa, Barros [1] é o maior setor da economia em termos de gestão e fluxo de matéria-prima, além de ser um dos segmentos mais responsáveis pela geração de resíduos e pela emissão de gases de efeito estufa na atmosfera.

Durante o processo projetual, optar por materiais que apresentam menor impacto ambiental durante sua extração, fabricação, aplicação e descarte é de grande importância para contribuir com a preservação dos recursos naturais, redução da poluição e minimização da degradação ambiental.

A utilização de fibras naturais como material de construção já é uma prática antiga, mas tem retornado ao mercado aliada a novas tecnologias, na tentativa de encontrar alternativas sustentáveis, eficientes e economicamente viáveis [2]. Nesse contexto, a fibra de cânhamo, extraído do caule da planta conhecida cientificamente como *Cannabis sativa L.*, volta a ser discutido.

Ao longo da história da humanidade, o cânhamo foi amplamente utilizado em aplicações industriais, abrangendo setores como têxteis, cordas, óleos e alimentos [02]. A ascensão da utilização de fibras sintéticas na indústria têxtil, além de campanhas massivas de marginalização de grupos étnicos, sobretudo após o século XX nos Estados Unidos, resultam em políticas proibicionistas que perseguiram o cultivo de qualquer espécie da planta *Cannabis sativa L.* [03]. Diante deste cenário, a produção da fibra foi interrompida por um longo período nos países afetados pela proibição, impossibilitando o avanço tecnológico sobre os diversos usos desta fibra.

De acordo com Araújo [04], há cerca de 8.500 anos, os chineses fizeram a primeira descoberta do cânhamo, que posteriormente se espalhou pela Ásia, Egito e Europa entre 1000 a 2000 a.C. O cultivo na Europa ganhou destaque a partir de 500 d.C., especialmente com os povos franceses, alemães e vikings, devido às suas aplicações que incluíam o uso em cordoaria, tecidos, fortalecimento de construções com terra crua ou argila, bem como métodos de impermeabilização baseados em óleos.

Entre os séculos XV e XVI, os portugueses e espanhóis levaram o cânhamo para as Américas do Sul e do Norte, principalmente para a produção de cordas e velas para embarcações. No entanto, nos séculos XVIII e XIX, o desenvolvimento das culturas de algodão, juntamente com a invenção de máquinas de desfibração e a introdução de fibras sintéticas, resultaram em um declínio da cultura do cânhamo [05].

Eires [04] diz que, em 1987, Charles Rasetti iniciou os primeiros estudos contemporâneos sobre a utilização da fibra de cânhamo na construção civil, com o objetivo de resgatar e modernizar as técnicas tradicionais. Atualmente, de acordo com Eires [4] a China e França são os principais países produtores desse material mundialmente, com foco principalmente na fabricação de papel e compósitos. No mercado atual, já se encontram empresas de materiais de construção que utilizam a fibra de cânhamo como matéria-prima. O “*hemcrete*”, termo que surge da união das palavras *hemp* (cânhamo) e *crete* (concreto), é um material de construção feito com base do cerne lenhoso encontrado no caule do cânhamo, que é triturado e misturado à cal e água para dar ligação. As aplicações deste material são múltiplas, a mais popular é o bloco pré-fabricado que tem formato que se assemelha a um

tijolo de concreto. A massa de *hemcrete* também pode ser aplicada em paredes através de um jato pulverizante em uma estrutura pré-fabricada ou por compactação a partir de moldes, formando uma parede monolítica. As lãs de cânhamo, extraídas da parte externa do caule, são utilizadas como isolantes térmicos e acústicos. No mercado também já se encontram placas feitas de resina e fibras de cânhamo trituradas, onde o produto final se assemelha a placas de madeira, podendo ser aplicadas em revestimentos de pisos e paredes.

À medida em que as potencialidades da fibra de cânhamo são apresentadas, surgem questionamentos sobre o motivo de sua presença limitada no mercado atual. Questões como o uso da fibra devido à discriminação e o estigma associados à planta *cannabis*, a sua viabilidade econômica, a versatilidade, sustentabilidade e seu desempenho de fato como um material aplicado na construção civil serão evidenciadas neste artigo, tendo como objetivo destacar as potencialidades do cânhamo industrial como agregado em materiais de construção, buscando por casos já desenvolvidos em construções e avaliações de desempenho realizadas em laboratório de materiais que utilizam essa matéria-prima, e a partir disso compreender as possibilidades da fibra de cânhamo como um material alternativo aplicado na construção civil.

O procedimento metodológico deste artigo foi feito a partir de busca na plataforma Google Acadêmico com as palavras-chave “cânhamo industrial” e “*hemcrete*”, filtrando pesquisas em português e ordenando por relevância. Foram elencadas as pesquisas mais citadas, que se mostraram importantes por trazer ensaios de desempenho e de avaliação do ciclo de vida (ACV) do concreto de cânhamo, buscando as potencialidades da sua utilização na construção civil. Diante dos ensaios e o entendimento do contexto histórico, político e social da utilização da *cannabis* e da fibra de cânhamo, serão evidenciados neste artigo através da revisão da literatura e um estudo de caso autores que dialogam com o tema, os conceitos trabalhados, algumas pesquisas e experimentos, e os resultados por eles encontrados.

## 2. Contextualização histórica

Os registros mais antigos da utilização do cânhamo datam entre 1000 e 2000 a.C na Ásia, onde era empregado na confecção de cordas e papel. Por volta de 207 a.C, surgiram as primeiras aplicações têxteis, com ênfase nas culturas chinesa e indiana [05]. Ao longo do tempo, a planta se difundiu pelo continente africano e, somente por volta de 500 d.C, o cânhamo começou a ser adotado na Europa. Foi usado para fabricar cordas, papel e reforçar construções de argila, além de servir como material impermeabilizante. Foi na França que surgiram as primeiras construções feitas com base em cânhamo, terra e cal.

Desde o período das grandes navegações até a Revolução Industrial, a fibra de cânhamo foi um recurso de grande importância para a humanidade. Entre 1500 e 1600 d.C, foi introduzida na América pelos exploradores portugueses e espanhóis, que a utilizavam na confecção de cordoaria e velas para suas embarcações. Já no período de industrial, a fibra de cânhamo era matéria-prima têxtil e de papel, principalmente nas regiões onde se encontra o Reino Unido, Itália, França, Holanda, Alemanha e Espanha [06].

O cânhamo chegou ao Brasil por volta do século XVIII, trazido pela coroa portuguesa, com o objetivo de produzir novos tecidos e continuar a fabricação de velas e cordoaria, que já ocorria em Portugal. De acordo com Da Rosa [06] entre 1747 e 1824, a Coroa portuguesa

fez várias tentativas de cultivar o cânhamo em diferentes regiões do território, como Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Pernambuco. Em 1830, o uso da cannabis no Brasil passa a sofrer resistências. Neste mesmo ano, a Câmara Municipal do Rio de Janeiro aprovou a primeira lei proibicionista do mundo, conhecida por penalizar o “Pito do Pango” com a justificativa de que pessoas escravizadas se revoltavam a partir do seu uso [07]. A lei era utilizada como forma de controlar e punir costumes de imigrantes africanos em situação de escravidão. De acordo com Saad [08], o médico José Rodrigues da Costa Dória realizou a primeira análise sobre a cannabis intitulada “Os fumadores de maconha: efeitos e males do vício”, fortalecendo discriminações contra essa população. No final do século XIX e início do século XX surgiram empreendimentos comerciais com apoio dos governos dos estados de Pernambuco e Rio de Janeiro, focados na produção de fibras para papel e tecidos, especialmente para embalagens de café, arroz e outros produtos. A proibição em nível federal ocorre em 1932 durante a Era Vargas, por meio da Lei de Fiscalização de Entorpecentes [08]. Neste cenário, a utilização da fibra de cânhamo, matéria-prima retirada de uma das espécies da planta cannabis, ficou totalmente afetada em todo território brasileiro.

### 3. Aplicações na construção civil

O cânhamo utilizado para fins industriais é uma variedade da planta *Cannabis sativa L.* que muitas vezes é confundido com a maconha, planta da mesma espécie, mas de diferente variedade e uso, como traz Santos [09]. O cânhamo é geneticamente distinto devido à sua composição química, possuindo um índice praticamente nulo de substâncias psicoativas, tendo geralmente menos de 0,1% de *thetracannabiol* (THC), enquanto que a maconha tem um índice de THC bem mais elevado, variando entre 4 a 12% [10].

O cânhamo e a maconha apresentam diferenças não apenas em relação ao teor de THC, mas também quanto à sua estrutura, enquanto o cânhamo pode crescer até 4 metros de altura, a maconha geralmente atinge apenas 2 metros. As folhas variam em tamanho, forma e espessura, e as flores, onde se concentram o THC, são maiores na maconha e menores no cânhamo. De acordo com Klitzke [02], o cânhamo leva cerca de 120 dias para amadurecer, com o momento ideal de plantio na primavera, de março a junho no hemisfério norte e de setembro a dezembro no hemisfério sul. Além disso, o cânhamo é resistente a pragas e pode ser cultivado com mínima ou nenhuma necessidade de agrotóxicos. Também possui a capacidade de regenerar o solo e é utilizado em rotação de culturas e na recuperação de solos degradados através da nitrogenação [11].

De acordo com Peev [12] o caule do cânhamo possui propriedades vantajosas, incluindo resistência, isolamento, capacidade de transpiração e leveza, além de ser composto por fibras longas que são difíceis de quebrar. O núcleo lenhoso do caule, conhecido como "cerne lenhoso" é parte utilizada para a fabricação do *hempcrete*, por exemplo. Essa parte da planta pode ser triturada em diferentes granulometrias e, após esse processo, assemelha-se a pequenos fragmentos de madeira, mas distinguem-se pela sua extrema leveza e capacidade de absorção [05]. As fibras consistem em pequenos paralelepípedos com dimensões que variam de 5 a 30 mm, o que explica a semelhança aparente com aparas de madeira. O cânhamo apresenta uma densidade média de 110 a 150 kg/m<sup>3</sup>, o que lhe confere uma notável leveza, tornando-o um recurso valioso quando utilizado como agregado em materiais construtivos. Sua composição química é predominantemente composta por óxido de cálcio

(CaO, 44.057%), sílica (SiO<sub>2</sub>, 24.649%), óxidos de potássio e sódio (K<sub>2</sub>O e Na<sub>2</sub>O, com 12.113% e 9.783%, respectivamente) [13].

Além do núcleo lenhoso, de acordo com Santos [09], as fibras retiradas da parte externa do caule, conhecidas como lã de cânhamo, podem ser utilizadas como isolante térmico e acústico em construções. As fibras são aglomeradas e levemente comprimidas, formando placas flexíveis que são aplicadas em pisos, paredes e coberturas [14]. Embora o preço seja mais elevado em comparação com a lã mineral, por exemplo, o cânhamo traz benefícios ambientais e para a saúde, pode ser reciclado, melhora a qualidade do ar interior e possui uma menor energia incorporada em comparação com outros materiais isolantes, como a lã de rocha [15].

#### 4. Pesquisas e experimentos

A avaliação de desempenho em materiais de construção é uma forma de garantir a qualidade e a segurança de estruturas e componentes utilizados. São uma parte essencial do processo para que estes materiais atendam aos requisitos técnicos necessários para assegurar a integridade das estruturas e suas possibilidades de aplicações, além de conferir suas qualidades térmicas e acústicas.

Araújo [04] busca analisar o desempenho de composições do concreto de cânhamo, considerando sua aplicação em elementos não-estruturais da construção. A autora propõe criar dosagens para fabricação de blocos e placas leves utilizando cânhamo industrial e conduzir testes com combinações de diferentes traços e tempos de cura, a fim de compreender os fatores que afetam o comportamento mecânico das misturas, avaliar seu desempenho e, assim, auxiliar na seleção adequada das diferentes composições para usos específicos.

Para o teste de resistência à compressão foram confeccionados três corpos de prova para cada tempo de cura: sete, quatorze, trinta e noventa dias, com o objetivo de garantir uma média de valores, aumentando a confiabilidade dos dados obtidos. A mistura utilizada para fabricação dos corpos de prova contém 65% de cal hidratada, 30% de cânhamo, água, relação água e ligante igual a 1 e 1% de borato de sódio conhecido como bórax, um aditivo mineral usado por conter propriedades antissépticas, antifúngicas, antivirais e antibacterianas. A pré-carga utilizada pela máquina foi de 250N, com uma velocidade de 25N/s. Ao analisar o comportamento do material, especialmente sua ductilidade, e considerando o método relativamente simples de compactação utilizado nos ensaios, os testes possibilitaram observar que o material apresenta uma maior resistência à compressão, quanto maior percentagem tiver de ligante do que agregado, contudo se esta for em excesso, a sua resistência decresce. É possível verificar que é necessária a continuação de estudos para que o material seja viável para futuros usos no setor da construção.

Quanto ao ensaio de condutividade térmica, que se refere à capacidade dos materiais de conduzirem energia térmica, a autora utilizou uma placa com medida de 15x15cm com cura de noventa dias e a submeteu a cinco testes em alambeta, um aparelho que permite obter uma avaliação objetiva da sensação quente/frio, com o fim de obter uma média de valores que assegurem a confiabilidade dos resultados alcançados. Os ensaios demonstraram valores baixos de condutividade térmica ao comparar com materiais como borracha ou o linóleo, embora ligeiramente superiores a alguns materiais comumente utilizados na construção como a lã de rocha ou a lã de vidro.



A absorção de água por imersão também foi avaliada pela autora, definida pela variação de massa do corpo de prova endurecido quando imerso em água e comparada à massa do mesmo corpo de prova quando seco, sendo expressa em relação ao seu volume. Para conduzir este teste foram produzidos três corpos de prova compostos da mesma mistura, submetidos a um período de cura de noventa dias. Os resultados confirmam uma porosidade significativa nesse material, evidenciada não apenas pela porcentagem de absorção de água, mas também pelo considerável número de pesagens necessárias na segunda fase do teste para alcançar a estabilidade dos valores. Além disso, destaca-se o fato de os corpos de prova flutuarem ao serem submersos em água. Apesar da alta absorção de água, os corpos de prova se mantiveram intactos após saturação. Em resumo, a alta absorção mostra limitações em certas aplicações na construção civil, problema que pode ser contornado através da incorporação de um hidrofugante de superfície após alguns dias de cura. Esses agentes impermeabilizantes retêm a água, impedindo sua penetração, reduzindo a porosidade do material e isolando-o da umidade ambiental.

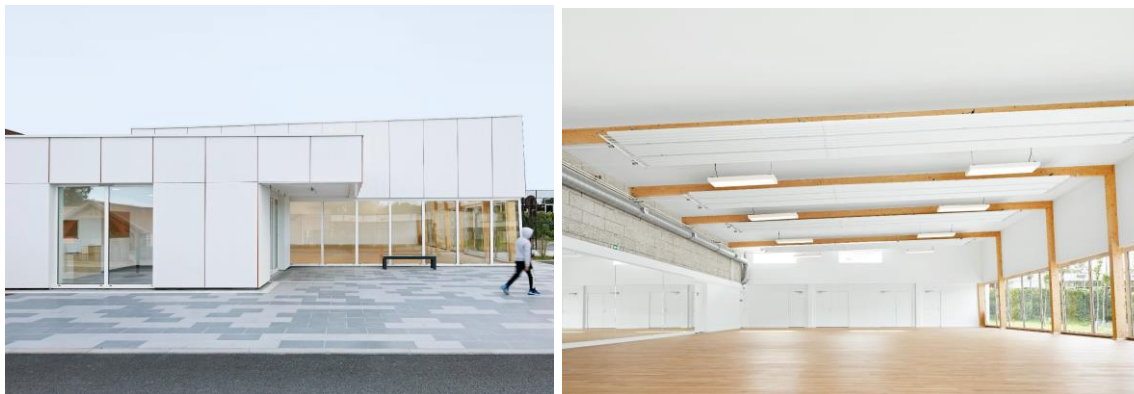
Também já existem pesquisas a respeito da avaliação do ciclo de vida (ACV) do concreto de cânhamo que, de acordo com Oliveira e Pinto [16] é uma metodologia de análise baseada na ISO 14040, que leva em consideração os elementos ambientais e os possíveis efeitos favoráveis e desfavoráveis ao longo do ciclo de vida de um produto ou serviço, desde a obtenção da matéria-prima até sua disposição final. Em 2006, Oliveira e Pinto [16] afirmam que o governo francês financiou um estudo denominado de *Etude des Caracteristiques Environnementales du Chanvre par l'Analyse de son Cycle de Vie* (em livre tradução: Estudo de Características Ambientais do Cânhamo através da Análise do seu Ciclo de Vida) em que foi executada uma parede de concreto leve de cânhamo com estrutura de madeira. Tal estudo apresentou diversas conclusões, tais como a falta de necessidade de pesticidas ou de fertilizantes no cultivo do cânhamo; a cultura do cânhamo pode ser benéfica para o solo e para certos tipos de plantações; apresenta baixa energia incorporada no processo de produção e beneficiamento; o material pode ser utilizado como isolante térmico, inclusive substituindo materiais de origem fóssil ao trazer vantagens em termos energéticos e de emissões de gases tóxicos; e ainda que, o cânhamo, por ser uma planta de rápido crescimento, captura CO<sub>2</sub> e libera O<sub>2</sub>, mantendo o carbono “sequestrado” durante sua vida útil.

#### 4.1. Estudo de caso: Salão de esportes Pierre Chevet - Croissy Beaubourg, França

Em busca de experimentar uma abordagem inovadora e sustentável na sua implementação, o estúdio francês Lemoal Lemoal utilizou blocos pré-moldados de *hempcrete* na construção do Pierre Chevet, um pavilhão esportivo de 380m<sup>2</sup> localizado na cidade de Croissy Beaubourg, Île-de-France, França. De acordo com a The New School [17] esse é o primeiro edifício público construído com blocos de cânhamo produzidos no país, com o objetivo de diminuir a emissão de gases durante o processo de construção, contribuir com a economia local, além de ter se tornado uma oportunidade de encorajamento a outros profissionais da área pela utilização do material em projetos futuros.

Os arquitetos afirmaram, em entrevista para Parkes [18], que a estrutura é composta por uma mistura de blocos de madeira e concreto de cânhamo, pórticos de madeira semi-abobadados apoiados em uma parede de blocos de concreto de cânhamo como suporte. Os blocos são intertravados, dispensando o uso de argamassa ou adesivos. Foram produzidos por uma fábrica de cimento da região e o cânhamo utilizado como matéria-prima, colhido e

tratado a menos de 500km do local da obra. The New School [17] salienta que, para facilitar a manutenção, as fachadas foram revestidas por painéis de fibrocimento, que podem ser substituídos individualmente, o que pode ser observado na Figura 1. Seções inferiores das superfícies internas foram tratadas com gesso de cânhamo com o objetivo de ocultar a textura dos blocos. Na parte superior da área interna, Figura 2, os blocos de cânhamo foram deixados expostos, mantendo assim a suas qualidades acústicas e térmicas.



**Figura 1:** Fachada e **Figura 2:** Salão de esportes. Fonte: The New School [16]

Trabalhar com o concreto de cânhamo, para os profissionais, de acordo com Parkes [18], foi uma opção pois este material demonstra múltiplas performances acústicas e térmicas, além de permitir a redução da espessura das paredes, obtendo espaços interiores amplos e de elevada qualidade. Outra característica que chamou a atenção dos projetistas foi a resistência ao fogo. De acordo com a classificação europeia os painéis de concreto de cânhamo têm resistência REI 30, o que significa que este material, ao pegar fogo, garante estabilidade, integridade e isolamento durante 30 minutos. A produção da fibra de cânhamo é, geralmente, carbono negativa, o que significa que absorve mais carbono da atmosfera do que emite durante a colheita, processamento e transporte [19]. O pesquisador da Universidade de Cambridge, Darshil Shah afirma que o cânhamo industrial é muito eficiente no sequestro de carbono, podendo absorver entre oito a 15 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectare de cultivo [18].

Projetos como este se tornam um laboratório de novas experiências e servem como referência de possibilidades de aplicação do *hempcrete*. É de se notar que os projetistas precisam se atentar às características do material, além das qualidades térmicas e acústicas. Porém, é importante pensar na relação custo-benefício comparado a outros materiais convencionais de construção pois, por ser um material novo no mercado, apresenta ainda pouca demanda, o que o torna pouco atraente para a produção em larga escala e, conseqüentemente, pouco acessível.

## 5. Desafios e considerações

Dado que a indústria da construção desempenha um papel significativo na degradação ambiental, tanto em termos de emissões de poluentes quanto de consumo de recursos naturais, surge a necessidade premente de adotar novas técnicas construtivas. Muitas dessas soluções incluem o uso de materiais ecológicos com menor consumo de energia, menor pegada de carbono, menor geração de resíduos, desempenho acústico aprimorado e outras propriedades que, de maneira sustentável, buscam equiparar ou superar os materiais tradicionais.

Nesse contexto, o uso do cânhamo na construção surge como uma alternativa aos materiais convencionais. Este artigo teve como objetivo central destacar as potencialidades do cânhamo industrial como agregado em materiais de construção, inspirada por casos já desenvolvidos em construções e avaliações de desempenho realizadas em laboratório de materiais que utilizam essa matéria-prima.

A partir da análise dos estudos apresentados, foram observadas vantagens e desvantagens na utilização da fibra de cânhamo como um potencial material a ser empregado na construção, seja em blocos não-estruturais, argamassas ou revestimentos.

Benefícios relacionados a ser uma matéria-prima renovável, apresentar baixas emissões de CO<sub>2</sub>, baixa energia incorporada no processo de fabricação, ser reciclável e apresentar uma boa inércia térmica, conferem ao material características positivas para o meio ambiente, podendo ser comprovadas através da ACV realizada pelo governo francês. O concreto de cânhamo também pode colaborar para a criação de uma estrutura leve e fácil de manusear.

Sobre as desvantagens, por ser um produto ainda de difícil acesso devido às leis proibicionistas, torna-se um material de alto custo. Os ensaios para avaliação de desempenho do concreto de cânhamo ainda mostram problemas, como a baixa resistência mecânica, podendo ser utilizado apenas para fins não-estruturais. Quanto à condutividade térmica, observa-se que a composição exibe valores baixos, indicando um desempenho térmico favorável, embora ligeiramente superior a alguns materiais mais comuns na construção civil. A respeito das questões relacionadas à absorção de água, o material mostrou uma alta porosidade, no entanto, este problema pode ser facilmente superado ao aplicar um hidrofugante de superfície alguns dias após o processo de cura.

## 6. Conclusão

Diante das discussões e dados apresentados, é possível reconhecer o cânhamo industrial é um material que demonstra potencial para ser integrado no mercado da construção, sendo necessárias mais pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para seu maior desempenho. O uso dessa fibra como material alternativo depende da alteração de leis que ainda existem em alguns países sobre produtos derivados da *Cannabis sativa L.*, escolhas da indústria da construção e de políticas públicas que, de fato, busquem soluções sustentáveis e invistam em inovações tecnológicas para contribuir com o avanço do uso da fibra de cânhamo. A busca por melhorias na eficiência das técnicas de construção com cânhamo é um aspecto essencial para garantir confiabilidade nos materiais que utilizam dessa matéria-prima.

## Referências

[1] SOUZA, R. B.; COSTA, L.. A Utilização de novas tecnologias para otimizar a construção civil. Boletim do Gerenciamento, v. 34, n. 34, p. 38-48, 2023.

[2] KLITZKE, J. Mercado de Cânhamo: um estudo acerca do potencial mercadológico alinhado ao desenvolvimento sustentável para aplicações de fibra de cânhamo industrial. Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.



- [3] MARTINS, F. O Papel do Cânhamo Industrial numa Economia Circular. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia da Universidade do Porto, 2022.
- [4] ARAÚJO, E. F. Materiais Compósitos com incorporação de cânhamo industrial. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, 2015.
- [5] EIRES, R. M. G. Materiais Não Convencionais para uma Construção Sustentável Utilizando Cânhamo, Pasta de Papel e Cortiça. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, 2006.
- [6] DA ROSA, L. Cultivo do cânhamo no Brasil. In: 7ª Conferência Internacional de História Econômica & IX Encontro de Pós-Graduação em História Econômica, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Lilian-Da-Rosa/publication/330880922\\_Cultivo\\_do\\_canhamo\\_no\\_Brasil/links/5c598307a6fdccb608a9741e/Cultivo-do-canhamo-no-Brasil.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lilian-Da-Rosa/publication/330880922_Cultivo_do_canhamo_no_Brasil/links/5c598307a6fdccb608a9741e/Cultivo-do-canhamo-no-Brasil.pdf). Acesso em: 24 de mar. 2024.
- [7] DA COSTA NETTO, E. S. A Criminalização Da Maconha No Brasil: Raízes Históricas E Consequências Sociais. In: 2º Encontro Internacional Histórias & Parcerias, 2019. Disponível em: [https://www.historiaeparcerias2019.rj.anpuh.org/resources/anais/11/hep2019/1569004900\\_ARQUIVO\\_d49fd9fe36f977ed192dd76698e7dff1.pdf](https://www.historiaeparcerias2019.rj.anpuh.org/resources/anais/11/hep2019/1569004900_ARQUIVO_d49fd9fe36f977ed192dd76698e7dff1.pdf). Acesso em: 24 de mar. 2024.
- [8] SAAD, L. G. "Fumo de negro": a criminalização da maconha no Brasil (c. 1890-1932). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, 2013.
- [9] SANTOS, M. O. O Cânhamo como material de construção: Viabilidade e Oportunidade. Dissertação de Mestrado. Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Fernando Pessoa, 2013.
- [10] ROMÃO, C. Estudo do Comportamento Mecânico de Materiais Compósitos de Matriz Polimérica Reforçados com Fibras Naturais. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2003.
- [11] SCHLUTTENHOFER, C.; YUAN, L. *Challenges towards revitalizing hemp: A multifaceted crop. Trends in plant science*, v. 22, n. 11, p. 917-929, 2017.
- [12] PEEV, P. I. *Is industrial hemp a sustainable construction material? VIA University College, Horsens, Denmark*, 2012.
- [13] EIRES, R. JALALI, S., CAMÕES, A. Novos compósitos ecoeficientes para aplicações não-estruturais na construção. *Revista Internacional Construlink*, v. 8, n. 23, p. 45-55, 2010.
- [14] SOUSA, F. A. F. Otimização de métodos de escolha de materiais com base no desempenho sustentável. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.
- [15] KYMÄLÄINEN, H., SJÖBERG, A. *Flax and hemp fibres as raw materials for thermal insulations. Building and environment*, v. 43, n. 7, p. 1261-1269, 2008.

[16] OLIVEIRA, C.; REAES PINTO, A. Características de sustentabilidade de materiais de construção renováveis. *Revista Arquitectura Lusíada*, N. 3 (2.º semestre 2011): p. 63-75. ISSN 1647-9009. 2011

[17] *THE NEW SCHOOL. Parsons School Of Design. Designing With Hemp+Lime. Open Source Detailing For Architects And Designers*. New York, 2022.

[18] PARKES, James. *Lemoal Lemoal completes first public building in France to be made from hempcrete*. *Dezeen*, 2021. Disponível em:  
<https://www.dezeen.com/2021/08/01/hempcrete-pierre-chevet-sports-hall-lemoal-lemoal/>  
Acesso em: 24 de mar. 2024.

[19] SANTOS. L. RISCALA, M. E. (Ed.) e CARDOSO, T. (Ed.). *Kaya Mind. Cânhamo no Brasil. Os possíveis impactos econômicos e sociais de um insumo sustentável em um país com grande capacidade agrícola*. 2022. Disponível em:  
<https://kayamind.com/relatorio-canhamo-no-brasil/>. Acesso em: 28 mar. 2024.