**CEETEPS – CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA” - ETEC POLIVALENTE DE AMERICANA**

**HABILITAÇÃO PROFISSIONAL: TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO**

Beatriz Soares da Silva

Lais da Silva Sabino

Laura Bertucci Hartgers

**CONCRETO COM FIBRA VEGETAL DE CÂNHAMO E SUA APLICAÇÃO NO BRASIL PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO**

Americana

2021

Beatriz Soares da Silva

Lais da Silva Sabino

Laura Bertucci Hartgers

**CONCRETO COM FIBRA VEGETAL DE CÂNHAMO E SUA APLICAÇÃO NO BRASIL PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado na disciplina de Planejamento e Desenvolvimento como requisito básico de conclusão do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio em 2021.

Orientadores: Emerson Casagrande e Denise Álvares Bittar

Americana

2021

# RESUMO

O cimento Portland possui características como como trabalhabilidade e mobilidade, dando alta durabilidade e resistência a argamassas e concretos, em razão disso, é atualmente um dos materiais de construção mais consumidos pelo homem (PENHA, 2018). Porém é um dos materiais que emitem maior taxa de CO2 em sua produção, correspondendo a 7% da emissão global de gás carbônico liberado pelo homem na atmosfera e de 2,6% da emissão nacional (SNIC, 2019), acelerando as mudanças climáticas e desencadeando o aquecimento global que acarreta um aumento anormal das temperaturas da terra resultando em uma grande degradação ambiental.

Em prol do desenvolvimento sustentável se faz importante a revisão dos materiais utilizados na construção civil visando a harmonia entre a utilização dos recursos naturais e retirando da natureza somente o necessário para a sobrevivência humana. Como opção surge o concreto de cânhamo, produzido a partir de pequenos pedaços de madeira do caule da planta, misturadas com cal para criar um material de construção durável e ecológico. O material a base de cânhamo captura 130 Kg de dióxido de carbono por cada metro cúbico construído se tornando uma boa opção sustentável para a construção civil. (COUTINHO, 2019)

Portanto o objetivo desse trabalho é pesquisar e estudar as propriedades e benefícios da substituição do cimento Portland, que possui uma alta intensidade de carbono, pelo agregado de fibras da planta de cânhamo, com a proposta de aplicação do concreto a base de fibras de cânhamo para alvenaria de vedação no Brasil visando reduzir as emissões de gás carbono e o esgotamento de recursos naturais.

## PALAVRAS CHAVES

Cânhamo. Concreto. Ecológico

# ABSTRACT

O cimento Portland possui características como como trabalhabilidade e mobilidade, dando alta durabilidade e resistência a argamassas e concretos, em razão disso, é atualmente um dos materiais de construção mais consumidos pelo homem (PENHA, 2018). However, it is one of the materials that emit the highest rate of CO2 in its production, corresponding to 7% of the global emission of carbon dioxide released by man into the atmosphere and 2.6% of the national emission (SNIC, 2019), accelerating climate change and triggering global warming that causes an abnormal increase in earth temperatures resulting in a large environmental degradation.

For the sake of sustainable development, it is important to review the materials used in construction aiming at harmony between the uses of natural resources and taking from nature only what is necessary for human survival. Hemp concrete is an option, produced from small pieces of wood from the stem of the plant, mixed with lime to create a durable and ecological building material. The hemp-based material captures 130 kg of carbon dioxide for each cubic meter built, making it a good sustainable option for construction. (COUTINHO, 2019)

Therefore, the objective of this work is to research and study the properties and benefits of replacing Portland cement, which has a high carbon intensity, by hemp plant fiber aggregate, with the proposal of applying hemp fiber-based concrete for masonry fences in Brazil aiming to reduce carbon gas emissions and the depletion of natural resources.

## PALAVRAS CHAVES

Hemp. Concrete. Ecological

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland

ABESC - Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem

AMS - Sociedade Americana de Meteorologia

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CBC - Canabicromeno

CBD - Canabidiol

CO2 - Dióxido carbono

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COP - Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas

DNSP – Departamento Nacional de Saúde Pública

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

GBC BRASIL - Green Building Council Brasil

GEE - Gases do Efeito Estufa

IBF – Instituto Brasileiro de Florestas

IBRACON - Instituto Brasileiro de Concreto

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

ONU - Organização da Nações Unidas

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

SNIC - Sindicato Nacional da Industria do Cimento

THC - Tetrahidrocanabidol

UN - Nações Unidas

USGBC - Green Building Council dos Estados Unidos

# LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

Kg Quilograma

°C Graus celsius

µm Micrometro

mm Milímetro

pH Potencial hidrogeniônico

L Litros

Hz Hertz

Mpa Megapascal

Kg/ton Quilograma por tonelada

N° Número

Art. Artigo

Δ Delta

W/m.K Watt por metro por kelvin

Kg/m³ Quilograma por metro cubico

# LISTA DE TABELAS

[Tabela 1 Densidade das fibras de cânhamo, aglomerantes e aditivos 21](#_Toc87425495)

[Tabela 2: Relação aglomerante/ água e fibras 22](#_Toc87425496)

[Tabela 3: Resultados dos testes de tensão e módulo Young 23](#_Toc87425497)

# LISTA DE FIGURAS

[Figura 1: Efeito Estufa 16](#_Toc87425418)

[Figura 2: Caule de cânhamo hurd (interno) e bast (interno) 19](#_Toc87425419)

# SUMÁRIO

[RESUMO 2](#_Toc87618956)

[PALAVRAS CHAVES 2](#_Toc87618957)

[ABSTRACT 3](#_Toc87618958)

[PALAVRAS CHAVES 3](#_Toc87618959)

[LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS 4](#_Toc87618960)

[LISTA DE SÍMBOLOS 5](#_Toc87618961)

[LISTA DE TABELAS 6](#_Toc87618962)

[LISTA DE FIGURAS 7](#_Toc87618963)

[SUMÁRIO 8](#_Toc87618964)

[1 INTRODUÇÃO 10](#_Toc87618965)

[1.1 Questão-problema 12](#_Toc87618966)

[1.2 Hipótese 12](#_Toc87618967)

[1.3 Objetivo 12](#_Toc87618968)

[1.4 Metodologia 13](#_Toc87618969)

[1.5 Justificativa 13](#_Toc87618970)

[2 CONCRETO 13](#_Toc87618971)

[2.2 Concreto de cimento Portland 14](#_Toc87618972)

[2.3 Impactos ambientais causados pela construção civil 15](#_Toc87618973)

[2.4 Efeito estufa 15](#_Toc87618974)

[2.5 Desenvolvimento sustentável na construção civil 16](#_Toc87618975)

[3 CÂNHAMO 18](#_Toc87618976)

[3.2 Fibras de cânhamo e suas propriedades 18](#_Toc87618977)

[3.3 Cultivo 19](#_Toc87618978)

[3.4 Exportação de cânhamo para o Brasil 20](#_Toc87618979)

[3.5 Concreto com fibras de cânhamo 20](#_Toc87618980)

[3.5.1 Blocos pré-fabricado 23](#_Toc87618981)

[3.5.2 Compactação 23](#_Toc87618982)

[3.5.3 Pulverização 24](#_Toc87618983)

[3.6 Propriedades mecânicas do concreto de cânhamo 24](#_Toc87618984)

[3.7 Custo beneficio 25](#_Toc87618985)

[6 Legislação voltada ao cânhamo 25](#_Toc87618986)

[6.1 Minuta de substitutivo ao projeto de lei nº 399, de 2015 26](#_Toc87618987)

[8 MATERIAIS E MÉTODOS 27](#_Toc87618988)

[9 PROPOSTA 27](#_Toc87618989)

[11 CONSIDERAÇÕES FINAIS 28](#_Toc87618990)

[12 REFERÊNCIAS 29](#_Toc87618991)

# 1 INTRODUÇÃO

Conforme pesquisas (FERNANDA, 2019) o surgimento do cimento data há cerca de 4.500 anos atrás, os monumentos do Egito antigo já utilizavam de uma mistura de gesso calcinado. Em 1824, o inglês Joseph Aspdin desenvolveu o cimento Portland, uma mistura de pedras calcárias, argilas e gesso transformados em um pó fino que se endurece em reação a água e depois de endurecida não se dissolve e torna-se tão dura quanto pedras, sendo hoje um dos materiais da construção civil mais utilizados pelo homem (PENHA, 2018).

A composição do concreto tem como base cimento Portland, agregados (areia, pedra, etc.) e água, sendo ainda permitido o uso de aditivos e outras adições. (PIRAMIDE, 2019). No processo de calcinação - como é chamada a reação química de decomposição térmica, usada para transformar o calcário em cal virgem - divide o material em óxido de cálcio e CO2, dando origem ao clínquer. (RODGERS, 2018).

Para cada tonelada de clínquer são emitidos aproximadamente 800 a 1.000 kg de CO2, (ECYCLE, 2017), resultando em intensivas emissões de dióxido de carbono, causador do efeito estufa, sendo que a produção de cimento é responsável por cerca de 7% da emissão global de gás carbônico liberado pelo homem na atmosfera e de 2,6% da emissão nacional (SNIC, 2019), acelerando as mudanças climáticas e desencadeando o aquecimento global. Pelo homem na atmosfera e de 2,6% da emissão nacional (SNIC, 2019), acelerando as mudanças climáticas e desencadeando o aquecimento global.

O dióxido de carbono, também conhecido como CO2, é um composto químico que não apresenta cheiro ou sabor, sendo difícil detecta-lo, é um composto essencial para a vida no planeta por ser utilizado na fotossíntese (ARRUDA, 2019). No entanto, quando em altas quantidades leva à poluição do ar, formação da chuva ácida e aumenta as reações do efeito estufa. (ARRUDA, 2019).

Em 2018, a emissão de gases como dióxido de carbono, metano e óxido nitroso aumentou, tornando o aquecimento global 43% maior do que em 1990. (AMS, 2018). De acordo com o novo relatório do Painel Internacional de Recursos do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2020) quase 40% das emissões de gases de efeito estufa relacionadas à energia são do setor de construção civil, não se adequando ao desenvolvimento sustentável.

Na sua essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial para satisfazer as aspirações e necessidades humanas. Brutland (1987).

Conforme pesquisas de Sechat (2021) o concreto de cânhamo é feito de lascas de cânhamo, pequenos pedaços de madeira do caule da planta, misturadas com cal para criar um material de construção durável e ecológico. De acordo com Just Biofiber (2019) o cânhamo captura 130 Kg de dióxido de carbono por cada metro cúbico construído se tornando uma boa opção sustentável para a construção civil.

Segundo Souza (2020) o cânhamo foi uma das primeiras plantas cultivados pela humanidade, nos primórdios encontrado em tecidos na antiga Mesopotâmia, atual Ira e Iraque. No século VI as fibras do cânhamo passaram a ser utilizadas na construção civil pelos povos merovíngios, servindo de argamassa para pilares de pontes na atual França. (SOUZA, 2020).

A planta também tem propriedades medicinais e pode ser usada para desintoxicação do solo, como o caso da reintegração em torno do local do desastre nuclear de Chernolbyl, podendo ajudar a enfrentar a mudança climática, uma vez que absorve quatro vezes mais dióxido de carbono do que as árvores, crescendo em um período menor. (THEGREENHUB, 2020)

O cânhamo é uma planta pertencente à família Cannabis sativa, assim como a maconha. Ambos se diferem pelo seu perfil químico e teor de THC (tetra-hidrocanabinol), substância psicoativa, sendo que, para ser considerado maconha, o nível de THC tem que ser superior a 0,3% (COOKE, 2018). Devido à falta de psicoatividade (0,3%) o cultivo do cânhamo é juridicamente legal e praticado em quase todo o mundo. (COOKE, 2018). Desde 2015 a importação de produtos derivados do cânhamo é legalizada no Brasil (AGÊNCIA BRASIL, 2021) contudo o cultivo do cânhamo industrial no país só é legal com autorização judicial.

Em prol do desenvolvimento se faz importante a revisão dos materiais utilizados na construção civil visando a harmonia entre a utilização dos recursos naturais e retirando da natureza somente o necessário para a sobrevivência humana, trazendo à tona a necessidade de construções passivas que tentem reduzir a pegada de carbono e garantir conforto para a edificação. Nesse trabalho será abordado a alternativa ecológica do concreto com base em fibras naturais de cânhamo para alvenaria de vedação. (SOUZA, 2020).

## 1.1 Questão-problema

O problema a ser solucionado é referente aos impactos ambientais do concreto comum como alta emissão de dióxido de carbono pela produção de cimento Portland e o uso de elementos não renováveis em sua composição.

## 1.2 Hipótese

Com a proposta de adicionar as fibras do caule do cânhamo no concreto como agregado, trazendo para uso no Brasil um produto ecológico para alvenaria de vedação que diminui a taxa de emissão de gás carbônico, proporcionando conforto higrotérmico e absorção sonora, sem alterar suas propriedades mecânicas, explorando as formas de cultivo e a importação das fibras naturais para averiguar melhor custo benefício e aplicação para o país.

## 1.3 Objetivo

Pesquisar e estudar as propriedades e benefícios da substituição do cimento Portland comum que possui uma alta intensidade de carbono, pelo agregado de cânhamo, reduzindo as emissões de gás carbono e o esgotamento de recursos naturais.

***1.3.1 Objetivos específicos***

Realizar análises comparativas visando obter um material com maior sustentabilidade.

Para desenvolvimento do trabalho, deve-se pesquisar o que é o cânhamo, as propriedades físicas e mecânicas, a produção e importação, o custo, os benefícios e a aplicação na construção civil no Brasil. Assim comparar o desempenho do concreto com fibras de cânhamo em razão do concreto Portland comum e seus impactos ambientais.

## 1.4 Metodologia

Neste projeto de pesquisa, será analisado o concreto com fibras naturais de caule do cânhamo usados para alvenaria de vedação na Construção Civil, desde sua origem, propriedades físicas e mecânicas, benefícios para o meio ambiente, com finalidade de introduzir no Brasil um material ecológico.

Será usado e método bibliográfico, baseado em pesquisas sobre os assuntos importantes estabelecidos para aderir mais informações ao estudo, além de outras pesquisas acadêmicas para obter referências e comparações, em virtude do cenário pandêmico mundial ainda decorrente no ano de 2021, o uso de experimentos práticos envolvendo os integrantes do grupo não serão possíveis.

## 1.5 Justificativa

Tendo em vista a necessidade de migrar para materiais e métodos com eficiência energética e emissão zero de carbono, propõe-se a aplicação de concretos a base de fibras naturais, devido ao seu baixo impacto ambiental e recursos renováveis. Segundo pesquisas sobre a fibra de Cannabis sativa ssp. Sativa (THEGREENHUB, 2020) com a adição de cânhamo no concreto, surge a possibilidade de um concreto natural em resposta as políticas ambientais, sendo uma planta de fácil cultivo, resistente a seca, de rápido crescimento, sem toxinas, de mínima demanda de irrigação e fertilização.

# 2 CONCRETO

Segundo um trabalho desenvolvido por Maykon Braga de Oliveira (2020), baseado no livro do Luís Fernando Kaefer, a criação do concreto vem desde os séculos passados junto com a civilização humana, pois a partir da criação da humanidade, o homem se vê na necessidade de criar um lugar para morar e melhorar essas técnicas para criar moradias melhores a cada dia.

O primeiro fato registrado aponta que o concreto surgiu no ano de 1756, desenvolvido por John Smeaton que criou a mistura através de agregados miúdos e cimento. Porém só foi utilizado no ano de 1793 para construir o Eddystone Lighthouse em Cornwaal, na Inglatera utilizando o cimento hidráulico. (INOVACONCRETO, 2019).

O concreto, desde a idade moderna, é o material mais resistência da construção civil sendo utilizado na construção de edifícios, casas como até mesmo em rodovias e represas (GUIMARÃES, 2017). O material mais utilizado na construção civil feito pelo homem é o concreto e é composto basicamente por uma mistura de cimento, água, agregados miúdos e graúdos, aditivos e adições.

Existem duas classificações para o concreto sendo elas o estrutural no qual é oferecido mais resistência para que a edificação se mantenha em pé e o não estrutural que já apresenta uma resistência menor, sendo usado na vedação da edificação (TECNOSIL, 2020)

## 2.2 Concreto de cimento Portland

Na atualidade, o concreto de cimento Portland é o material estrutural mais importante da construção civil (PENHA, 2018). O cimento Portland é composto por clínquer e as adições finamente moídas que podem variar de um tipo de cimento para outro e são elas que determinam os diferentes tipos de cimento (ANTONI, 2020).

A produção de cimento é um processo via seca dividido em etapas: O calcário e a argila que são extraídas de jazidas subterrâneas, lavras ou a céu aberto. Vão para britagem reduzindo-os em dimensões adequadas ao processo industrial.

As matérias-primas utilizadas para o processo de fabricação do concreto são: argila, areia e minério de ferro. No processo de extração, processamento e estocagem, esses materiais são amostrados, passam por uma análise fisicamente e quimicamente pela equipe laboratorial da fábrica, em seguida passam pela pré-homogeneização e pela clinquerização. (MAUÁ, 2017). Após essas etapas está finalizado, o cimento é armazenado nos silos, dali sai ensacado para comercialização. (MAUÁ, 2017).

Segundo redação Ecycle (2017) para cada tonelada de clínquer são emitidos aproximadamente 800 a 1.000 kg de CO2, resultando na emissão de dióxido de carbono que é o causador do efeito estufa e a produção de cimento é responsável por cerca de 7% da emissão global de gás carbônico liberado.

## 2.3 Impactos ambientais causados pela construção civil

Nos últimos dois séculos houve um ávido avanço da urbanização, ocasionado pelo crescimento populacional, e as inovações econômicas, tecnológicas, culturais e organizacionais que configuram a modernização do planeta. (ALVES, 2021). Em razão do desenvolvimento das cidades e o crescimento populacional, a construção civil se faz responsável pela elaboração da infraestrutura urbana, gerando maior conforto à população. (MOBUSS CONSTRUÇÃO, 2018).

Contudo os projetos de construção civil causam diversos impactos ambientais, tendo em vista que é um dos setores que mais geram resíduos, poluição sonora, grande consumo de energia, desperdício de água, esgotamento de recursos naturais, desmatamento e poluição atmosférica. (MOBUSS CONSTRUÇÃO, 2018).

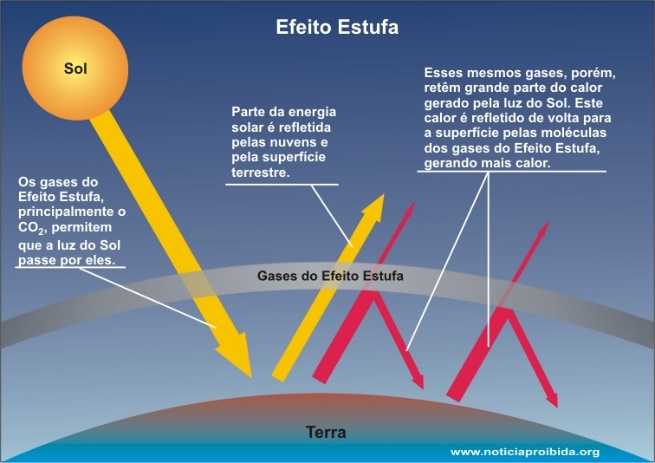
Dentre os citados acima, a poluição atmosférica causada pela construção civil gera altas emissões de dióxido de carbono, metano e resíduos que contribuindo com o efeito estufa e o aquecimento global. O professor e pesquisador da Universidade Federal da Bahia, Daniel Véras Ribeiro, pondera que a produção mundial de cimento é de 4,1 bilhões de toneladas e cada tonelada produzida tem uma geração média de CO2 de 540 kg/ton, o total de CO2 produzido mundialmente é de 37 bilhões de toneladas, concluindo que a construção civil é responsável por cerca de 6% das emissões deste gás contemplando cerda de 2,2 bilhões de toneladas. (GUERRA, 2020).

## 2.4 Efeito estufa

O efeito estufa é um fenômeno natural de aquecimento da Terra composto por gases misturados a atmosfera que controlam a temperatura, absorvendo radiação solar em seu interior e gerando uma “estufa” que aquece o planeta em níveis permitidos para existência da vida (mínimo de 15°C), em sua ausência a temperatura média do planeta seria 18ºC negativos desfavorável à vida. (IBF, 2021).

Segundo Mondo (2017) a atmosfera é a camada de gases que envolve a terra composta por nitrogênio, 78%, oxigênio, 21%, argônio, 0,9%, outros gases 0,1%, onde o dióxido de carbono (CO2) ocupa 38,5% e vapor de água em quantidades variáveis em relação ao clima.

O dióxido de carbono (CO2) junto ao gás natural (CH4) e o oxido nitroso (N2O), encontrados na atmosfera, capturam a radiação solar refletida pela Terra e a armazenam, impedindo que o calor volte ao espaço. Assim o efeito estufa permite que o planeta acumule o calor recebido durante o dia e se mantém aquecido ao decorrer da noite. (IBF, 2021).

Figura 1: Efeito Estufa

Fonte:http://www.neomondo.org.br/wp-content/uploads/2017/08/EFEITO-ESTUFA.jpg. Acesso em: 30 jun. 2021

Entretanto, a concentração dos gases do efeito estufa (GEE) tem aumentado em razão de ações humanas, com a queima de combustíveis fosseis; o desmatamento; agropecuária e produções industriais. Compelindo na intensificação insustentável da temperatura do planeta, proporcionando mudanças climáticas e um fenômeno chamado aquecimento global. (MONDO, 2017)

O aquecimento global introduz diversas catástrofes naturais, o derretimento das geleiras, que eleva o nível das águas, submergindo ilhas e áreas litorâneas povoadas; a destruição de habitats naturais alteando o número de espécies animais e vegetais em extinção; as altas temperaturas em regiões tropicais e subtropicais, que aceleram a desertificação e a reprodução de insetos nocivos à saúde humana e animal e as alterações climáticas causando períodos de secas, inundações, furações tornados e tsunamis. (IBF, 2021).

## 2.5 Desenvolvimento sustentável na construção civil

O setor da construção civil tem um papel fundamental no desenvolvimento do global e garantia de bem-estar de gerações. Em escala mundial detêm de 10% do PIB (Produto Interno Bruto) e emprega mais de 100 milhões de pessoas correspondendo 28% da força de trabalho. (MATTES, 2019). É uma das atividades humanas que mais impactam o planeta, em consequência as construções carecem de alternativas resilientes que instaurem um equilíbrio entre o desenvolvimento humano e a preservação do meio ambiente.

Construção sustentável é um conjunto de práticas adotadas durante a concepção do projeto, durante e após as atividades da construção, incluindo seu uso e descarte ao final de vida útil, com o intuito de obter uma edificação que minimize os impactos ambientais, seja economicamente viável e contribua para o bem-estar dos envolvidos no processo de construção, de seus moradores/usuários, e da população vizinha, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras. (AGULIAR, 2019).

Segundo Mattes (2019) as construções consideradas sustentáveis ou verdes reduzem o impacto negativo das obras e concebendo projetos para melhorar as condições de vida da população. Edificações com essa denominação têm de atingir alguns fatores básicos:

* Sustentabilidade do canteiro de obras e da região em torno dele, inclusive com recuperação de todas as áreas que forem afetadas pela construção;
* Eficiência total no consumo de água: reaproveitamento da água utilizada e aproveitamento da água da chuva;
* Garantia da redução do consumo e da eficiência energética do prédio, inclusive com uso de fontes renováveis de energia;
* Reciclagem e tratamento correto dos dejetos e resíduos;
* Trabalhar para manter o mais baixo possível as emissões de poluentes e usar materiais de origem vegetal ou reciclados no acabamento ou infraestrutura;
* Buscar sempre a melhoria e a adequação dos procedimentos.

Propondo estimular e promover boas práticas ambientais em projetos de construção civil, em 1993 foi criado o *sistema* *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED - Liderança em Energia e Design Ambiental), pelo *Green Building Council* dos Estados Unidos (USGBC). O sistema avalia, certifica e fiscaliza as edificações consideradas como *green buildings* (construções verdes) em prol da sustentabilidade.

No Brasil o LEED é ministrado pelo GBC Brasil, que capacita profissionais com cursos sobre sustentabilidade. No ranking de nações o país ocupa o Top 5 com mais edificações certificadas. (GBC BRASIL, 2021).

# 3 CÂNHAMO

A *Cannabis sativa spp*., popularmente conhecida como cânhamo, é uma planta originada na Ásia central e cultivada há mais de doze mil anos (GALILEU, 2021), julga-se que o cultivo da planta se iniciou na região norte do Afeganistão, sendo domesticada sem fins alimentícios (GUICHON,2019).

O cânhamo se tornou uma das matérias mais importantes da indústria têxtil, sua fibra pode ser usada na confecção de tecidos, lonas, corda, papel, além de poder ser transformada em óleos, essências e resinas (GUICHON,2019). De acordo com Bueno (2019), na área da construção civil as fibras de cânhamo são utilizadas como reforço de vigas, colunas e paredes de alvenaria.

Embora seja uma variedade da *Cannabis sativa*, o cânhamo possui baixas dosagens de THC, menos de 0,3%, desta forma se torna mais lucrativo como fibra do que como entorpecente (GUICHON,2019).

Depois do sisal, o cânhamo é a fibra natural mais usada

como reforço em compósitos. O cânhamo é naturalmente um

das fibras mais ecologicamente corretas e também a

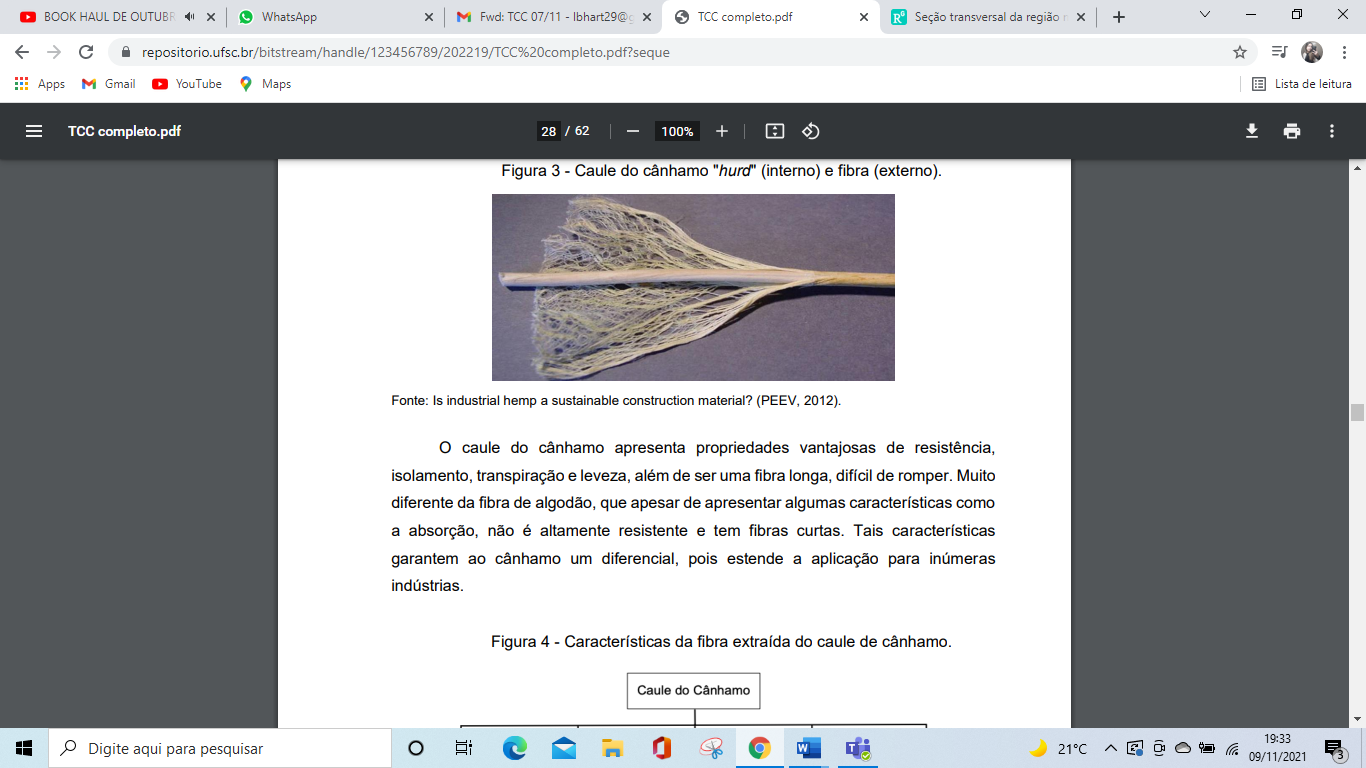
## 3.2 Fibras de cânhamo e suas propriedades

O cânhamo se tornou uma das matérias mais importantes da indústria, sua fibra principal é notória por sua alta produtividade e resistência e seu menor impacto ambiental. (GUICHON,2019). É um material biodegradável que se decompõe naturalmente, resultando num artigo sustentável e de baixo impacto ambiental (ALLCOST,2019).

Conforme pesquisas de Ferreira (2020), as fibras de cânhamo são retiradas do caule da planta, que pode chegar até 5 metros de altura, originando assim fibras longas. Por serem retiradas do caule as fibras não possuem o princípio entorpecente THC, este se encontra localizado nas folhas e sementes da planta (FERREIRA, 2020).

Há diferentes tipos de fibras que podem ser obtidas a partir do cânhamo, as principais encontradas no caule são conhecidas como fibras primárias (bast) e secundárias (hurd), são filamentos externos a um núcleo de madeira, como pode-se notar na Figura 1. (CANNACASA, 2020)

Figura 2: Caule de cânhamo hurd (interno) e bast (interno)



Fonte: KLITZKE (2019)

De acordo com CANNACASA (2020), as fibras primárias dão origem aos tecidos primários da planta, possuem seu número definido desde sua formação e são as mais utilizadas na indústria, já as fibras secundárias são menos aproveitadas na indústria, formadas conforme o crescimento da planta são menores e mais resistentes, contendo grandes quantidades de lignina.

Depois de colhido o cânhamo deve passar por um processo de maceração, que quebra as ligações químicas que unem os dois tipos de fibras. (THEGREENHUB, 2021)

## 3.3 Cultivo

Para o cultivo de cânhamo industrial são recomendados solos bem drenados, ricos em matéria orgânica e de alta fertilidade, usualmente o pH do local deve se manter neutro ou abaixo do mesmo. As sementes precisam plantadas a uma profundidade de 6,35 mm e devem ser umedecidas para germinar. Embora seja um material que consume pouco do solo, o cânhamo sofre quando cultivado em solos mal drenados, argilosos e com baixo teor de fertilidade (GIRLS IN GREEN, 2020).

Antes do cultivo Rupp (2020) afirma que o espaçamento das plantas, as condições ambientais do campo e o tipo de cultura devem ser analisados, conduzindo assim para um plantio com riscos menores de doenças e pragas na plantação.

Sua semeadura pode ser realizada com uma broca padrão utilizada em lavouras convencionais ou na forma de plantio direto, são plantadas geralmente nos últimos meses da primavera, porém testes de plantio podem ser necessários para determinar a época ideal para o cultivo em cada região.

O espaçamento muda conforme o uso final, para fibras deixa-se pouco espaçamento entre si visando maior crescimento e pouca ramificação para floração, para uma produção de sementes as plantas ficam mais espaçadas (CANNABIS & SAÚDE, 2020). A irrigação por gotejamento e o espaçamento adequado garantem uma redução na competição por água e luz solar entre as plantas (RUPP,2020).

O cânhamo não necessita de herbicidas ou pesticidas sintéticos para crescer, sendo assim mais vantajoso para o meio ambiente e diminuído o custo de produção, portanto os produtores utilizam de métodos naturais para reduzir o impacto de pragas e ervas daninhas, dentre os mais utilizados está o manejo integrado de pragas que consiste em combinar técnicas culturais, controles biológicos e métodos mecânicos para diminuir a ocorrência de pragas (RUPP,2020). A planta possui uma estrutura molecular estável, possuindo desta forma propriedades de proteção ultravioleta (ALLCOST,2019).

O Brasil possui grande potencial para se tornar o maior exportador de cânhamo no mundo já que possui uma grande variedade de vantagens no país para realizar o cultivo devido ao clima e a terra propícios e com o menor custo internacional. (GRECCO, 2021). Observando pelo lado sustentável, o cânhamo possui potencial para se tornar o principal componente de uma revolução verde, podendo substituir materiais como plásticos, construção, madeira, entre outros e se tornando biodegradável (ANC, 2021).

## 3.4 Exportação de cânhamo para o Brasil

No Brasil, a exportação de cânhamo não é uma opção viável por conta da cotação elevada do dólar nos dias atuais. A melhor opção para o país é o cultivo local disponibilizando produtos melhores e com preço mais acessíveis (GRECCO, 2020).

No ano de 2021, foi aprovado a “Minuta de substitutivo ao projeto de lei nº 399, de 2015”, permitindo o cultivo de cânhamo em solo brasileiro a partir de uma permissão do governo para pessoas jurídicas e instituições de pesquisa em todo território nacional, perante a autorização e fiscalização sanitária por um órgão responsável (BRASIL, 2020).

## 3.5 Concreto com fibras de cânhamo

O concreto com fibras de cânhamo tem diversas composições, as principais são baseadas na utilização de cal como aglomerante, podendo ser aérea ou hidráulica, adição de cimento, fibras de cânhamo e água (SECHAT, 2021). Segundo American Lime Technology (2019), empresa norte-americana especializada em construções com baixo teor de emissão de gás carbônico, o concreto de cânhamo trata-se de um material biocompósito sustentável, fornecendo pouca emissão de CO2 e possui propriedades acústicas e térmicas eficientes.

A utilização das fibras de cânhamo na construção gera inúmeros benefícios ambientais em relação aos outros materiais convencionais, por se tratar de um material de baixa energia e carbono incorporado, que decorrem em um processo de absorção de dióxido de carbono dentro da própria composição do material (AMERICAN LIME TECHNOLOGY, 2019).

Conforme American Lime (2019), devido as fibras de cânhamo serem o principal componente do concreto, o material captura e retem o CO2 (gás carbônico) dentro da estrutura do edifício. Desta forma enquanto uma casa de alvenaria comum pode ser responsável por cerca de 50 toneladas da emissão de CO2, a mesma casa construída de concreto de cânhamo pode liberar de 30% a 40% menos gás carbônico.

Portanto a utilização das fibras secundarias, também conhecidas como hurd, um material considerado no exterior como subproduto de baixo custo, junto ao fato de possuir boas propriedades acústicas e térmicas, pode resultar melhores perspectivas para construção civil (CARMESINI, 2021). O concreto enriquecido com fibras de cânhamo possui flexibilidade que evita o surgimento de fissuras no edifício e seu isolamento térmico e acústico é proporcionado pelo elevado teor de sílica e porosidade em todo o material (BORGES, 2018).

Em estudos feitos por Brujin (2008) foram utilizados como aglomerantes para o concreto de cânhamo cal hidratada (CA(OH)2), cal hidráulica (NHL 5), cimento Portland de calcário (CEM II / A-L) e gesso calcinado, onde tais materiais tiveram suas densidades calculadas conforme apresentado na tabela Y. A densidade dos materiais foi calculada obtendo o valor médio de cinco medições de um litro de material não compactado e seco (BRUJIN,2008).

Tabela 1 Densidade das fibras de cânhamo, aglomerantes e aditivos

|  |  |
| --- | --- |
| **Densidade das fibras de cânhamo, aglomerantes e aditivos** | |
| **Material** | **Densidade (kg/m³)** |
| Fibras de cânhamo não compactadas | 98 |
| Cal hidratada (Ca(OH)2) | 528 |
| Cal hidraulica (NHL 5) | 1590 |
| Cimento Portland de calcário (CEM II/ A-L) | 1330 |
| Gesso calcinado | 892 |

Fonte: Traduzido de Brujin (2008)

Conta-se com uma proporção de 3:1 em relação de fibras de cânhamo ao aglutinante sendo contada em volume de material seco, o que resulta em uma relação de 0,30 de cânhamo para aglomerante em peso (BRUJIN,2008). Na pesquisa de Brujin (2008) foram feitas misturas à base de cal hidratada e cal hidráulica (mistura A), a base de cimento, cal hidratada e cal hidráulica (mistura B), a base de cimento (mistura C) e a base de gesso (mistura D).

Tabela 2: Relação aglomerante/ água e fibras

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Relação fibras/aglomerante e água/aglomerante nas misturas** | | | |
| **Amostra** | **Mistura** | **Fibras de cânhamo/aglomerante (kg/kg)** | **Água/aglomerante (L/kg)** |
| A | Cal hidraulica (60%) Cal hidratada (40%) | 0,33 | 1,33 |
| B | Cimento (50%) Cal hidraulica (30%) Cal hidratada (20%) | 0,28 | 1,11 |
| C | Cimento (100%) | 0,22 | 0,89 |
| D | Gesso (100%) | 0,33 | 2,1 |

Fonte: Adaptado de Brujin (2008)

As misturas foram colocadas no misturador de concreto e permaneceram girando por cinco minutos, todas as elevações vistas após esse período foram quebradas a mão (BRUJIN, 2008).

Brujin (2008) aplicou as misturas em moldes cilíndricos e compactou as mesmas utilizando uma estaca de madeira, a cada camada de 50 mm o concreto foi compactado, este processo se repetiu três vezes, somente a amostra D foi preparada diferente, tendo misturado o gesso e água manualmente antes de acrescentar as fibras de cânhamo. Depois de preenchidos e compactados, os moldes foram colocados em uma mesa de vibração com frequência de 50Hz por um minuto (BRUJIN, 2008).

As amostras passaram por um processo de cura interno em aproximadamente 20°C durante dois dias, depois foram retiradas dos moldes e passaram por um novo processo de cura durante mais 12 semanas com a temperatura média de 19,7°C (BRUJIN,2008). Após esse processo as misturas foram colocadas em uma sala de carbonatação, onde ficaram expostas a 4,5% de dióxido de carbono (CO2) durante 40 dias, a temperatura permaneceu em 20°C e a umidade relativa em 50%, facilitando a entrada de CO2 aos poros das amostras (BRUJIN, 2008).

Os testes de resistência feitos antes e depois de 25 ciclos de congelamento e descongelamento realizados por Brujin (2008) determinaram a tensão suportada pelas amostras (σ em Mpa) e o modulo de Young (E em Mpa), que mede a rigidez de um material dfinindo a relação entre tensão e deformação do mesmo.

Tabela 3: Resultados dos testes de tensão e módulo Young

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Resultados dos testes de tensão e módulo Young** | | | | |
| **Amostras** | **Antes do tratamento de congelamento e descongelamento** | | **Depois do tratamento de congelamento e descongelamento** | |
|  |
| **σ (Mpa)** | **E (Mpa)** | **σ (Mpa)** | **E (Mpa)** |  |
| A | 0,15 | 12,65 | 0,19 | 12,49 |  |
| B | 0,83 | 28,01 | 0,66 | 39,19 |  |
| C | 0,55 | 49,40 | 2,78 | 323,89 |  |
| D | 0,71 | 60,50 | \* | \* |  |
| (\*) - sem resultados disponíveis | | | | |  |

Fonte: Adaptado de Brujin (2008)

Conforme a tabela A a amostra C, mistura que continha apenas cimento como aglutinante, demonstrou claramente melhores resultados depois do processo de tratamento de congelamento e descongelamento, tendo os maiores valores de resistência a tensão e o módulo de Young, o espécime que continha somente cal de construção não apresentou grandes diferenças após o tratamento (BRUJIN, 2008). Conforme pesquisas, Brujin (2008) relata que a resistência a tração de divisão de corpo das amostras não excedeu 113. 10-3 Mpa.

Esse material pode ser aplicado de três maneiras distintas, sendo elas em blocos pré-fabricados, através de compactação ou por pulverização (BRUJIN,2008).

## 3.5.1 Blocos pré-fabricado

Similar aos blocos de concreto comuns e feitos a partir do concreto de cânhamo, os blocos pré-fabricados são considerados um método seco de construção devido a secagem do material antes da chegada a obra. Além disso, os blocos de cânhamo pré-fabricados são relativamente mais leves, o peso do cânhamo é aproximadamente 250kg/m³, enquanto o betão pesa 2500kg/m³. Para que obtenha estabilidade é necessário que os blocos sejam suportados por uma estrutura, podendo ser de madeira ou aço (LAGO, 2020).

## 3.5.2 Compactação

Para que ocorra a compactação, Brujin (2008) registra a necessidade de uma estrutura de madeira que terá seu interior preenchido com o concreto de cânhamo e serve como suporte para cargas. Posteriormente ao enchimento da estrutura ocorre a compactação do concreto, podendo ser feita à mão ou com máquina própria para compactação, entretanto as fibras não devem ser compactadas de forma excessiva pois podem reduzir as propriedades térmicas do material (BRUJIN,2008). A compactação dever resultar em um produto sem espaços de ar e duro, podendo retirar a estrutura de madeira ao final do processo (SANTOS, 2013).

## 3.5.3 Pulverização

Compreende na pulverização do concreto de cânhamo sobre uma estrutura de madeira, sendo uma técnica rápida, porém de difícil realização. São aplicados sobre a madeira cerca de 6 m3 de concreto por hora (SANTOS,2013). Também pode ser aplicado em pavimentos devido sua leveza, como forma de cobrir ou regularizar pisos ou como em acabamentos (EIRES, JALALI E CAMÕES, 2007).

## 3.6 Propriedades mecânicas do concreto de cânhamo

O concreto de cânhamo é um material leve utilizado atualmente como um material de enchimento em aplicações não estruturais, normalmente é inserido entre vigas de madeira como material de enchimento desempenhando a função de parede e isolamento (JAMI, KARADE, SINGH, 2018). Diferentemente do concreto convencional o concreto de cânhamo permite a respiração natural da construção, assim como resistência e capacidade de absorção à água, sem impermeabilização (SECHAT, 2021).

Nessa pesquisa a redação Sechat (2021) aponta que devido à alta concentração de sílica e porosidade do concreto de cânhamo proporciona ótimo isolamento térmico e acústico. O comportamento térmico do concreto de cânhamo é excepcional, sua condutividade térmica permanece entre 0,06 e 0,54 W/ m.K, podendo variar conforme a densidade da mistura, que pode variar entre 300 a 900 kg/m³ sem que o material perca sua posição de peso leve. (JAMI, KARADE, SINGH, 2018).

A resistência de compressão do concreto de cânhamo varia de 0,2 a 6,94 Mpa, dependendo do processo de fundição ou do aglutinante e da composição química do material. Quando fabricadas sem qualquer compactação, grande parte das misturas de concreto de cânhamo tendem a ter um baixo modulo de elasticidade em comparação com as misturas compactadas. (JAMI, KARADE, SINGH, 2018).

O concreto de cânhamo é um material não inflamável, não existe degradação do material após 4 horas de exposição a temperaturas superiores a 1800ºC, e resistente a insetos, fungos e bactérias, característica relevante em relação a outras construções, mesmo as não convencionais (EIRES, 2006).

## 3.7 Custo beneficio

A indústria do cânhamo promove o crescimento econômico por meio de produtos para diversos setores impulsionando a agricultura a operar de forma sustentável, impactando a longo prazo toda a cadeia produtiva (KLITZKE, 2019). Conforme o relatório Growth Opportunities in the Global Construction Industry (2018) é esperado que o setor construtivo tenha um crescimento de 4% de 2018 até 2023, ultrapassando a marca de US$ 10 trilhões até de 2023, sendo impulsionado pelo aumento na construção devido ao aumento populacional.

Atualmente existe uma demanda maior por novas formas de construção sendo a “construção verde” a mais procurada, buscando reduzir a pegada de carbono do sistema industrial (GROWTH OPPORTUNITIES IN THE GLOBAL CONSTRUCTION INDUSTRY, 2018). Existe uma grande oportunidade para o Brasil ingressar na produção de fibras de cânhamo, porém são necessárias mudanças institucionais e legislativas no país (KLITZKE, 2019).

## 6 Legislação voltada ao cânhamo

Em 2015 foi criado o Projeto de Lei (PL) 399/15, com a proposta de legalização da importação de produtos originários do *cannabis sativa,* em concordância com o Projeto de Lei o deputado federal Luciano Ducci (THE GREEN HUB, 2020), ressalta que a entrada do cânhamo no Brasil introduziria o país em um mercado mundial multimilionário.

O cultivo da cannabis poderia ser um mercado novo para o país. O Brasil é muito forte no setor agrícola. Tem potencial para disputar mercado com os EUA e China de forma muito tranquila. (Ducci, 2020)

Em 8 de julho de 2021, foi a aprovada a minuta final de substituto ao Projeto de lei nº 399, de 2015 proposta pelo deputado federal Luciano Ducci, permitindo as atividades de cultivo, processamento, pesquisa, armazenagem, transporte, produção, industrialização, comercialização, importação e exportação de produtos à base Cannabis spp, seguindo os termos da lei, de acordo com o Art. 1º da minuta de substitutivo ao projeto de lei nº 399, de 2015 (BRASIL, 2020).

## 6.1 Minuta de substitutivo ao projeto de lei nº 399, de 2015

Em conformidade com a Minuta de substitutivo ao projeto de lei nº 399, de 2015 o cultivo de *Cannabis spp* (Cânhamo) fica permitido para pessoas jurídicas e instituições de pesquisa em todo território nacional, por meio de sementes ou mudas certificadas, seguindo as condições mínimas de controle autorizadas pelo poder público, presentes no Art.5°. (BRASIL, 2020). Sendo elas:

* Cota de cultivo especificando a quantidade de plantas de Cannabis psicoativas e não-psicoativas para fins medicinais, bem como a área plantada de cânhamo industrial;
* Rastreabilidade da produção;
* Plano de segurança;
* Responsável técnico pelo controle dos teores de Δ9 –THC;

O *Cannabis spp* poderá ser cultivado em ambiente aberto desde que cercado e para fins de uso humano e veterinário deverá ser cultivado somente em casa de vegetação, cumprindo os requisitos de fiscalização e segurança dadas pelo órgão responsável pela autorização, considerando as plantas com teor de Δ9 –THC superior a 1% (um por cento) psicoativas para fins medicinais, baseando-se em seu peso seco. Do cultivo de cannabis, Minuta de substitutivo ao projeto de lei nº 399, de 2015 (BRASIL, 2020).

Fica autorizada a produção e comercialização de quaisquer produtos de Cannabis obtidos através do cânhamo industrial desde que as suas formulações contenham de níveis de Δ9 –THC iguais ou inferiores a 0,3% (três décimos por cento) que não sejam destinadas a fins medicinais e que não se aleguem finalidade profilática, curativa ou paliativa, de acordo com o Art. 21. da Minuta de substitutivo ao projeto de lei nº 399, de 2015 (BRASIL, 2020).

# 8 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização deste projeto foi utilizado o método bibliográfico, tendo como base pesquisas aprofundadas nos temas: concreto, cânhamo, concreto de cânhamo para vedação, cimento, legislação e cultivo e exportação, entre outros temas específicos importantes para melhor desenvolvimento do tema referente. A pesquisa decorreu através do levantamento de obras verificadas publicadas na internet, além de sites e mídias digitais com artigos informativos e outras pesquisas já realizadas baseadas na mesma temática.

O uso de experimentos práticos, entre os integrantes do grupo, foi vetado pela situação pandêmica mundial ainda presente no ano de 2021.

Em relação aos materiais utilizados para esta pesquisa podemos citar os artigos “Novos compósitos eco-eficientes para aplicação não estruturais na construção” (EIRES, JALALI, CAMÕES, 2010); “Hemp Concretes Mechanical Properties using both Shives and Fibres” (BRUJIN, 2008).

Segundo Redação THEGREENHUB (2021) para a produção do concreto sustentável foi utilizada as fibras secundarias de cânhamo como agregado, assim como cal hidratada (CA(OH)2), cal hidráulica (NHL 5), cimento Portland de calcário (CEM II/ A-L) e gesso calcinado foram utilizados como possíveis aglomerantes, em uma proporção de 3:1 em relação as fibras de cânhamo ao aglutinante, sendo contada em volume de material seco, que resulta em uma relação de 0,30 de cânhamo para aglomerante em peso.

O concreto com fibras de cânhamo tem diversas composições, as principais são baseadas na utilização de cal como aglomerante. (O concreto com fibras de cânhamo tem diversas composições, as principais são baseadas na utilização de cal como aglomerante. (THEGREENHUB, 2021).

# 9 PROPOSTA

A proposta exposta nesse trabalho se faz pela adição das fibras do caule do cânhamo no concreto como agregado e a substituição do cimento comum por cal, visando obter um produto ecológico para alvenaria de vedação que diminui a taxa de emissão de gás carbônico, concedendo conforto higrotérmico e absorção sonora, sem alterar suas propriedades mecânicas, como a densidade do concreto, sua elasticidade e resistência.

A aplicação do concreto de cânhamo no Brasil promoveria o crescimento econômico do país, impulsionando a agricultura a operar de forma sustentável e impactando a longo prazo toda a cadeia produtiva cimenteira.

# 11 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme as pesquisas realizadas no desenvolvimento deste trabalho, conclui-se que a deliberação do concreto de cânhamo para vedação, sua exportação e cultivo, no Brasil se faz legal perante a Minuta de substitutivo ao projeto de lei nº 399, de 2015, seguindo os parâmetros estabelecidos pelas normas sanitárias da agencia do governo ANVISA.

Estudando as propriedades do agregado de cânhamo, constata-se que o mesmo é apto a reduzir de 30% à 40% das emissões de gás carbônico na atmosfera, contrastando com a indústria cimenteira que é responsável por mais de 6% do total de CO2 gerado pelo no Brasil, além de evitar o esgotamento de recursos naturais.

Díspar do concreto convencional, ademais de seu caráter ecológico, o concreto de cânhamo permite a respiração natural da construção, assim como resistência e capacidade de absorção à água, sem impermeabilização, devido à alta porosidade do concreto a umidade fica presa dentro dos poros do material, resultando no ganho de massa térmica. Esta massa térmica evita flutuações de temperatura da atmosfera interna. Comprova-se que o concreto de cânhamo é um material não inflamável, resistente a temperaturas superiores a 1800 C°, a insetos, fungos e bactérias.

Em relação ao custo, o concreto de cânhamo custa cerca de 10% a mais em comparação aos materiais tradicionais, no entanto à medida que amplie a percepção de economia em custos de energia e benefícios para o meio ambiente, o material será mais utilizado, resultando na que de seu custo.

Apesar do presente estudo constar que o concreto com fibras vegetais de cânhamo possui propriedades térmica, acústicas e de baixo teor de gás carbônico. Estudos envolvendo maior experimentação seriam interessantes para busca de um concreto vegetal com maior resistência para possibilitar o uso em alvenaria estrutural. Outro ponto a ser considerado é a promoção do cultivo e exportação de cânhamo para potencializar a economia do Brasil. Poderia o Brasil se tornar o maior produtor de cânhamo industrial do mundo? Seria possível aplicar o concreto de cânhamo em todas as edificações ecológicas futuras? São algumas perguntas que podem ser respondidas em trabalhos posteriores.

# 12 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL**. Anvisa facilita importação de produtos derivados da Cannabis (07/10/2021).** Disponível em: https://exame.com/brasil/anvisa-facilita-importacao-de-produtos-derivados-da-cannabis/. Acesso em: 20 set. 2021

ALLCOST. **Cânhamo – Fibra têxtil mais ecológica do mundo (10/09/2019)** Disponível em: https://www.allcost.pt/blog/canhamo-fibra-textil-mais-ecologica/. Acesso em: 21 jun. 2021.

AMERICAN LIME TECHNOLOGY. **Tradical Hemcrete Wall Systems (23/04/2012)** Disponível em: http://americanlimetechnology.com/wp-content/themes/HEMP\_Aggregate/images/pdf/Hemcrete%20Brochure%202012%20-%20ALT.pdf. Acesso em: 21 jul. 2021.

AMERICAN LIME TECHNOLOGY. **Combining lime and breathable natural materials to create healthy, comfortable, low energy buildings. (2019).** Disponível em: http://www.americanlimetechnology.com/. Acesso em: 07 nov. 2021.

ANC. **O direito do cânhamo industrial no Brasil (2021).** Disponível em: https://fd4b9efc-8aa2-44b4-9f3a-76fddba524f1.filesusr.com/ugd/086d4a\_4cc1113d529d46b7944fffb33907d266.pdf. Acesso em: 21 set. 2021.

AMS – Sociedade Americana de Meteorologia. **Estado do clima em 2018 (01/09/2019)** Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/bams/100/9/2019bamsstateoftheclimate.1.xml?searchresult=1&tab\_body=fulltext-display. Acesso em: 17 maio 2021.

ANTONI, Carolina. **Cimentos de reduzido impacto ambiental em casa | BIENC Carolina De Antoni (13/01/2020).** Disponível em: https://www.ufrgs.br/ecocimentos/bienc-carolina/. Acesso em: 20 set. 2021.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Item 2.4.1 (18/01/2021)** Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/composicao/diretoria-colegiada/reunioes-da-diretoria/votos/2019/23a-rop-de-2019/item-2-4-1.pdf/view. Acesso em: 17 maio 2021.

ARRUDA, Thais. **Impactos ambientais (03/09/2019).** Disponível em: http://www.fepaf.org.br/download/Impactos-Ambientais.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

BORGES, Ana Paula. **Estudo Propriedades Concretos. (25/04/2018).** Disponível em: https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21307/1/EstudoPropriedadesConcretos.pdf. Acesso em: 07 nov. 2021.

BRASIL. **Minuta de substitutivo ao Projeto de lei nº 399, de 2015 (19/08/2020).** Disponível em: https://static.congressoemfoco.uol.com.br/2020/09/MINUTA-DE-SUBSTITUTIVO-AO-PROJETO-DE-LEI-No-399-2015.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

BRUJIN, Paulien. **Hemp Concretes Mechanical Properties using both Shives and Fibres (16/12/2018)** Disponível em: https://pub.epsilon.slu.se/1913/. Acesso em: 22 jul. 2021.

BRUTLAND, Gro Harlem. **Nosso Futuro Comum. (1991)** Disponível em:https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod\_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf. Acesso em: 17 maio 2021.

CAMÕES, Aires, EIRES, R, JALALI, Said. **Novos compósitos eco-eficientes para aplicações não estruturais na construção (07/11/2007)** Disponível em: http://hdl.handle.net/1822/7569. Acesso em: 21 jul. 2021.

CANNABIS & SAÚDE. **Os 6 elementos essenciais do cultivo de Cannabis (28/07/2020).** Disponível em: https://www.cannabisesaude.com.br/os-6-elementos-essenciais-do-cultivo-de-cannabis/. Acesso em: 05 nov. 2021.

CANNACASA. **Cânhamo (2020).** Disponível em: https://cannacasa.pt/canhamo/. Acesso em: 20 set. 2021.

CARMESINI, Matheus. **Hempcrete – Concreto de cânhamo (19/06/2021).** Disponível em: https://www.escoladelucifer.com.br/hempcrete-concreto-de-canhamo/. Acesso em: 07 nov. 2021.

COOKE, Justin. **Cânhamo x Maconha: Qual É a Diferença? (07/11/2019).** Disponível em: https://dailycbd.com/pt-br/canhamo-vs-maconha/. Acesso em: 28 abr. 2021.

COUTIHO, Dave. **No Canadá, construtores estão trocando cimento por cânhamo (03/09/2019).** Disponível em: https://www.smokebuddies.com.br/no-canada-construtores-estao-trocando-cimento-por-canhamo/. Acesso em: 20 set. 2021.

ECYCLE. **O que é dióxido de carbono? (2021)** Disponível em: https://www.ecycle.com.br/2375-dioxido-de-carbono-co2.html. Acesso em: 17 maio. 2021.

ECYCLE. **O que é impacto ambiental? (16/10/2020).** Disponível em: https://www.ecycle.com.br/impacto-ambiental/. Acesso em: 06 jul. 2021.

ECYCLE. **Clínquer: o que é, impactos ambientais e alternativas (22/08/2017).** Disponível em: https://www.ecycle.com.br/clinquer/. Acesso em: 20 set. 2021.

EIRES. **Materiais não convencionais para uma construção sustentável utilizando cânhamo industrial, pasta de papel e cortiça (18/05/2006).** Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7053/1/tese.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

FERNANDA. **Breve história do cimento (13/12/2019).** Disponível em: https://www.brunorepresentacoes.com/breve-historia-do-cimento-2/. Acesso em: 20 set. 2021.

FERREIRA, Inara. **O que são fibras e suas origens (03/05/2020)** Disponível em: https://inara.art.br/fibras\_naturais/. Acesso em: 21 jun. 2021.

GALILEU. **Cannabis teria sido domesticada pela 1ª vez na China há 12 mil anos (19/07/2021).** Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2021/07/cannabis-teria-sido-domesticada-pela-1-vez-na-china-ha-12-mil-anos.html#:~:text=A%20pesquisa%2C%20descrita%20pelos%20autores,mais%20pr%C3%B3ximas%20do%20%E2%80%9Cpool%20gen%C3%A9tico>. Acesso em: 20 set. 2021.

GBC Brasil. **Como funciona o LEED? Conheça as categorias avaliadas na certificação (08/07/2021).** Disponível em: https://www.gbcbrasil.org.br/como-funciona-o-leed-conheca-as-categorias-avaliadas-na-certificacao/. Acesso em: 12 jul. 2021.

GIRLS IN GREEN. **Germinando sua semente de cannabis (21/05/2020).** Disponível em: https://girlsingreen.net/blog/germinando-sua-semente-de-cannabis. Acesso em: 05 nov. 2021.

GUERRA, Murillo. **Desenvolvido na UFBA, método inovador produz cimento a partir de resíduos da construção civil e polui menos (17/08/2021).** Disponível em: http://www.edgardigital.ufba.br/?p=17891. Acesso em: 12 jul. 2021.

GUICHON, Nara. **Conheça mais sobre as fibras naturais: Cânhamo (25/04/2019)** Disponível em: https://naraguichontextil.wordpress.com/2019/04/25/conheca-mais-sobre-as-fibras-naturais-canhamo/. Acesso em: 06 jun. 2021.

GRECCO, Marcelo. **O Brasil só tem a ganhar com a liberação do cultivo do cânhamo (05/11/2020).** Disponível em: https://www.dinheirorural.com.br/o-brasil-so-tem-a-ganhar-com-a-liberacao-do-cultivo-do-canhamo/. Acesso em: 21 set. 2021.

IBF. **Aquecimento Global (06/09/2021).** Disponível em: https://www.ibflorestas.org.br/aquecimento-global?utm\_source=google-ads&utm\_medium=cpc&utm\_campaign=nativas-cpa&keyword=efeito%20estufa&creative=367878241909&gclid=Cj0KCQjww4OMBhCUARIsAILndv4AX1GCRmHkXrp77cEeLmwdZctug3lwfbTL4EB5qYI9yikM2aBYtZ0aAhw1EALw\_wcB. Acesso em: 20 set. 2021.

INOVA CONCRETO. **História do concreto: saiba mais sobre este material construtivo (05/06/2019).** Disponível em: https://www.inovaconcreto.com.br/blog/historia-do-concreto/. Acesso em: 21 set. 2021.

JAMI, Tarun, KARADE, Sukhdeo, SINGH, L P. **Hemp-Concrete-A-Traditional-and-Novel-Green-Building-Material.pdf (01/03/2018).** Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Tarun-Jami/publication/324647603\_Hemp\_Concrete\_-\_A\_Traditional\_and\_Novel\_Green\_Building\_Material/links/5ad9b4bf458515c60f5ab74f/Hemp-Concrete-A-Traditional-and-Novel-Green-Building-Material.pdf. Acesso em: 16 set. 2021.

JUST BIOFIBER. **Just Biofiber Introduction** **(25/07/2015)** Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=zIbilQ4h1ow. Acesso em: 17 maio 2021.

KLITZKE, Jéssica. **Mercado de Cânhamo: Um estudo acerca do potencial mercadológico alinhado ao desenvolvimento sustentável para aplicações da fibra de cânhamo industrial. (18/11/2019).** Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/202219. Acesso em: 21 set. 2021.

LAGO, Andreia. **Cânhamo, uma ajuda que pode ser preciosa para a construção sustentável (27/02/2020).** Disponível em: https://edificioseenergia.pt/noticias/skrei-2702-canhamo/. Acesso em: 07 nov. 2021.

MATTES, Wilmar. **A CONSTRUÇÃO CIVIL E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (14/12/2019).** Disponível em: https://www.proma.com.br/blog/a-construcao-civil-e-o-desenvolvimento-sustentavel. Acesso em: 16 jul. 2021

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Infraestrutura urbana: como a construção civil auxilia no desenvolvimento das cidades (22/08/2018).** Disponível em: https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/infraestrutura-urbana/. Acesso em: 12 jul. 2021.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Principais impactos ambientais da construção civil e como evitá-los (16/05/2018).** Disponível em: https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/impactos-ambientais-da-construcao/. Acesso em: 12 jul. 2021.

MONDO. **ENTENDENDO A ATMOSFERA E O EFEITO ESTUFA (09/08/2017).** Disponível em: http://www.neomondo.org.br/2017/08/09/entendendo-a-atmosfera-e-o-efeito-estufa/. Acesso em: 30 jun. 2021.

OLIVEIRA, Maycon**. Análise de vigas curtas de concreto via Método dos elementos finitos (10/12/2020).** Disponível em: http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/17001/1/2\_2020\_2%20MAYKON\_ROGERIO.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

PENHA, Eugénio. **Parte 2: Estudo das Propriedades do Concreto Fresco (29/06/2018).** Disponível em: https://slideplayer.com.br/slide/10433677/. Acesso em: 20 set. 2021.

PNUMA- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente **Mudanças no setor da construção civil podem ajudar a combater aquecimento global (13/03/2020)** Disponível em: https://news.un.org/pt/story/2020/03/1707221#:~:text=Mudan%C3%A7as%20no%20setor%20da%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil%20podem%20ajudar%20a%20combater%20aquecimento%20global,-BR&text=No%20grupo%20dos%20sete%20pa%C3%ADses,pelo%20menos%2080 %25%20at%C3%A9%202050. Acesso em: 28 abr. 2021.

RODGERS, Lucy. **Aquecimento global: a gigantesca fonte de CO2 que está por toda parte, mas você talvez não saiba (17/12/2018)** Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/geral-46591753. Acesso em: 17 maio. 2021.

RUPP, Susan. **Produção industrial de cânhamo (Part I): cultivo e manejo (02/11/2020)** Disponível em: https://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2020/11/02/industrial-hemp-production-part-i-cultivation-and-management/. Acesso em: 13 jul. 2021.

RUPP, Susan. **Insetos, biologia, biodiversidade: Produção industrial de cânhamo (Part II) no manejo integrado de pragas e implicações para vida selvagem (10/11/2020)** Disponível em: https://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2020/11/10/bugs-biology-biodiversity-industrial-hemp-production-part-ii-on-integrated-pest-management-and-implications-for-wildlife/. Acesso em: 13 jul. 2021.

SANTOS, Mariana Oliveira. **O Cânhamo como material de construção: Viabilidade e Oportunidade** **(2013)** Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/4017/1/O%20C%C3%A2nhamo%20como%20material%20de%20constru%C3%A7%C3%A3o-Viabilidade%20e%20Oportunidade.%20Mariana%20Santos%2C%20n%C2%BA18716.pdf. Acesso em: 14 jul. 2021.

SECHAT. **Concreto de cânhamo: Material natural e sustentável (07/04/2021)** Disponível em: https://sechat.com.br/concreto-de-canhamo-material-natural-e-sustentavel/. Acesso em: 17 maio. 2021.

SNIC - Sindicato Nacional da Indústria do Cimento. **Roadmap Tecnológico do Cimento (05/04/2019)** Disponível em: http://snic.org.br/noticias-ver.php?id=28. Acesso em: 06 maio 2021.

SOUZA, Eduardo. **Concreto de cannabis: das pontes romanas a um possível material no futuro (26/07/2020)** Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/944292/concreto-de-cannabis-daspontes-romanas-a-um-possivel-material-do-futuro. Acesso em: 17 maio 2021.

TECNOSIL. **O que é concreto e quais os principais tipos utilizados na construção? (05/12/2017).** Disponível em: https://www.tecnosilbr.com.br/o-que-e-concreto-e-quais-os-principais-tipos-utilizados-na-construcao-2/. Acesso em: 21 set. 2021.

THE GREEN HUB. **Hempcrete: concreto feito à base de cânhamo na construção civil. (2021)** Disponível em: https://www.thegreenhub.com.br/hempcrete-concreto-feito-a-base-decanhamo/. Acesso em: 18 mar. 2021.

THE GREEN HUB. **Luciano Ducci afirma que Brasil tem competência para plantar cannabis de forma segura (25/11/2020)** Disponível em: https://www.thegreenhub.com.br/luciano-ducci-afirma-que-brasil-temcompetencia-para-plantar-cannabis-de-forma-segura/. Acesso em: 28 abr. 2021.

THE GREEN HUB. **Liberação do cultivo do cânhamo provocará revolução agrícola no Brasil (25/09/2020).** Disponível em: https://www.thegreenhub.com.br/liberacao-do-cultivo-do-canhamo-provocara-revolucao-agricola-no-brasil/. Acesso em: 21 set. 2021.

THE GREEN HUB. **Mercado de cannabis global pisa no acelerador (29/06/2021).** Disponível em: https://www.thegreenhub.com.br/mercado-de-cannabis-global-pisa-no-acelerador/. Acesso em: 21 set. 2021.

THE GREEN HUB. **Fibra de cânhamo: como é produzida? (27/04/2021).** Disponível em: https://www.thegreenhub.com.br/fibra-de-canhamo-como-e-produzida/. Acesso em: 05 nov. 2021