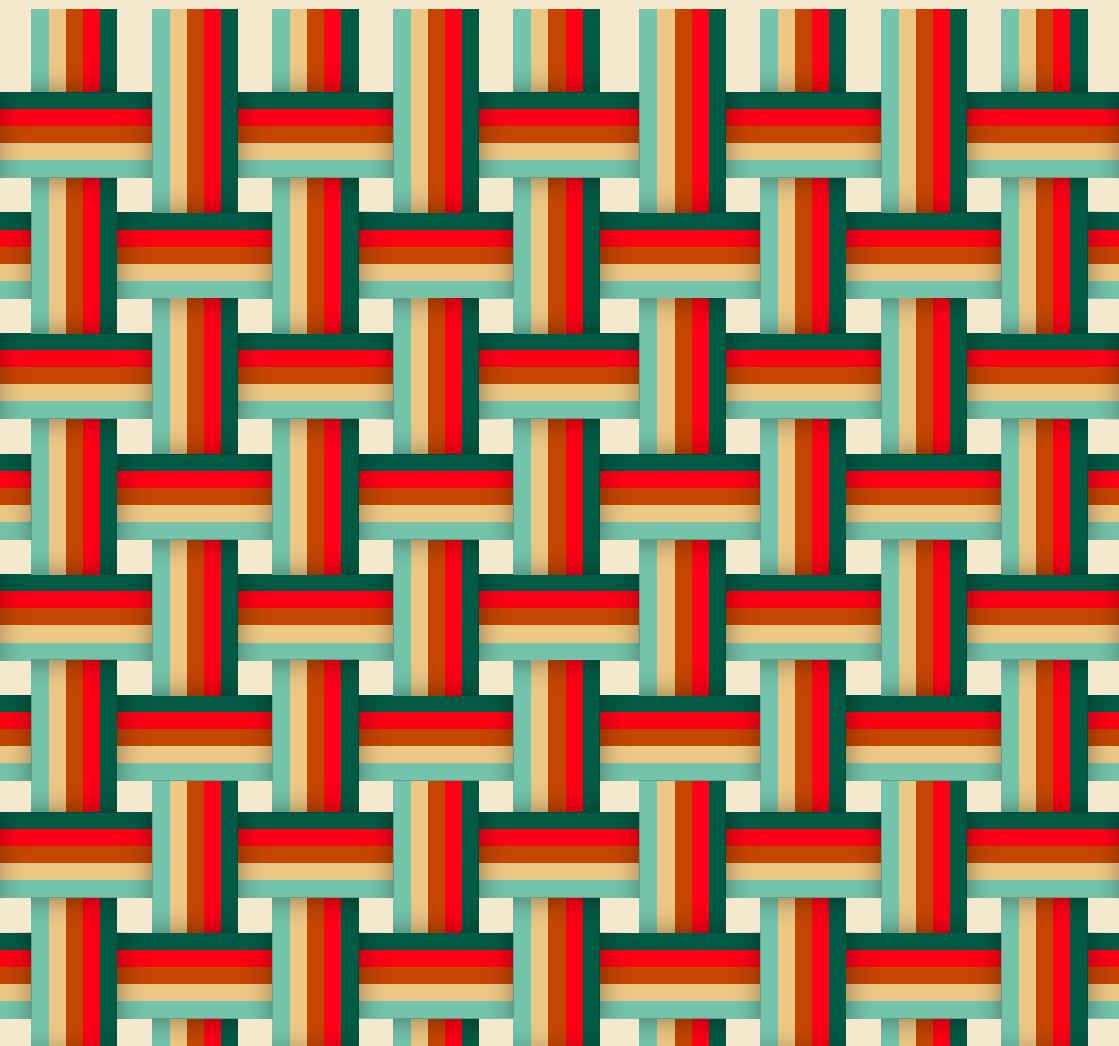


# CÂNHAMO É REVOLUÇÃO



ANC

POR UMA INDÚSTRIA DA MODA  
MAIS JUSTA E SUSTENTÁVEL



## INTRODUÇÃO

### CÂNHAMO É REVOLUÇÃO: POR UMA INDÚSTRIA DA MODA MAIS JUSTA E SUSTENTÁVEL

Há milênios, em diferentes épocas e culturas, a fibra têxtil da cannabis esteve presente nas vestes e em outros produtos têxteis. A *Cannabis sativa* L. é uma planta que historicamente vem sendo usada para diversos fins, além de tecidos, como na medicina, matéria-prima para produção de bioplásticos, alimentos e mais uma infinidade de possibilidades. Por sua ampla capacidade de aplicação e características sustentáveis, em tempos de Urgência Climática, falar sobre cânhamo é falar sobre ancestralidade e retomar o contato com uma planta extremamente versátil que pode facilmente colaborar com as soluções de muitos dos mais urgentes problemas globais.

Considerada a planta Mãe em algumas culturas, a cannabis representa o que há de mais revolucionário neste momento: saúde, justiça social, sustentabilidade, economia e ainda reparação histórica. A sua proibição foi motivada a partir de interesses políticos somados aos interesses das indústrias, e se deu por meio da perseguição a grupos marginalizados, que se estendeu e até hoje colabora para o encarceramento em massa da população negra, imigrante e periférica.

Em se tratando da moda, é reconhecido por sua qualidade e resistência, e durante séculos foi cultivada em diversos países para tais fins. Quando produzido de forma ecológica, o cultivo para produção da fibra pode apresentar benefícios para o solo e para a biodiversidade, pois não depende de químicos nocivos e nem do uso intensivo de água.

Mesmo com a indústria têxtil carecendo de alternativas mais sustentáveis e economicamente interessantes, o plantio de cânhamo ainda é proibido no Brasil. O uso da fibra, portanto, está em um limbo regulatório. “As regras da Anvisa não dizem nada especificamente sobre o cânhamo e seus usos na indústria, já que estão fora das competências regulatórias da agência sanitária. É claro que o marco legal do cânhamo industrial precisa ser alterado, pois as regras são antigas e não conseguem regular as condutas contemporâneas. Portanto, o Brasil precisa amadurecer seu marco regulatório e estabelecer regras específicas que não gerem dúvidas ao aplicador do Direito e nem ao consumidor”, explica Rafael Arcuri, diretor executivo da Associação Nacional do Cânhamo Industrial.

É importante ressaltar que dentro do sistema capitalista é imprescindível que o modelo produtivo seja considerado. Nenhuma fibra alternativa pode ser considerada sustentável ou circular se seguirmos o mesmo padrão de produção, portanto é necessário uma mudança sistêmica na cadeia produtiva da moda que considere todas as etapas, incluindo beneficiamento, logística e comercialização. Além disso, o ideal é que o cultivo da planta seja feito em sistemas agroecológicos, mantendo a conservação do solo e da biodiversidade.

Em tempos tão sedentos por mudanças radicais, é essencial debates embasados em ciência, pesquisa e conhecimento para combater todas as mazelas do preconceito e desconhecimento sobre a planta. A planta do cânhamo tem muito a oferecer para a indústria têxtil (e para muitas outras). Se o cultivo agroecológico e regenerativo da cultura for combinado com práticas transparentes e limpas de beneficiamento e manufatura, além da colaboração ética entre empresas e produtores locais, o Brasil tem um enorme potencial para se tornar referência na produção da fibra têxtil.

O material aqui apresentado foi construído coletivamente pelo Grupo de Trabalho de Cânhamo Têxtil da Associação Nacional de Cânhamo Industrial em parceria com o Instituto Fashion Revolution Brasil. O grupo é composto por pesquisadores dedicados a reunir fatos históricos com as mais recentes pesquisas, abordando questões técnicas, sociais e ambientais, com o objetivo de promover avanço em busca de um setor mais sustentável, alinhado com as possibilidades que o cânhamo pode oferecer e assim trazer benefícios para toda a sociedade, inclusive para a moda.

**Eduarda Bastian e Fernanda Simon**

## FICHA TÉCNICA

Realização: **Associação Nacional do Cânhamo Industrial e Instituto Fashion Revolution Brasil**

Coordenação: **Eduarda Bastian e Fernanda Simon**

Apoio: **Isabella Luglio, Manuel Teles, Marina Ribeiro e Rafael Arcuri**

Autores: **Dayse Levy, Isabela Melo, Leonor Maria, Daniela de Paula Ruano, Karina Pavani, Joyce Souza Santos, Thiago Damião dos Santos, Luna Assis Gonçalves, Patricia Saragiotto, Lohanne Tavares de Almeida, Bruna Castro Bonavita Mauad e Dianne Dias**

Designer Gráfico: **Igor Arthuzo**

Revisão: **Sara Ramos e Luana Polon**

## REVISITANDO A HISTÓRIA DO CÂNHAMO NO BRASIL PÓS-COLONIAL

Mesmo se tratando de uma espécie botânica com vasta gama de registros historiográficos sobre seu cultivo ao redor do mundo (LI, 1974), o intuito de encontrar narrativas históricas sobre a cultura do cânhamo no Brasil se limita à escassez de referências concretas sobre este tipo de manufatura pelo território nacional. Devido a versatilidade das fibras, há registros sobre o cultivo de cânhamo em diversas partes do mundo<sup>1</sup> para as mais variadas finalidades (MAZOYER; ROUDART, 2010), dentre as quais se destacam a produção têxtil e alimentícia, além da fabricação de resinas e substratos para alvenaria (ROBINSON, 1999).

Não há marcadores exatos sobre a origem e difusão da planta; os indícios arqueológicos mais recentes remontam sua origem à Ásia Central com dispersão pelo norte do continente africano e leste europeu (OLIVEIRA, 2014). Nas Américas, Da Rosa (2019) define o período entre as grandes navegações até o início da Revolução Industrial como ápice do aprimoramento dos cultivos de cânhamo, utilizado como matéria prima na indústria têxtil e de papel. No Brasil, o uso da fibra de cânhamo na produção têxtil se dá a partir do século XV pela Comitiva Imperial de Portugal após a invasão do território com a intenção de garantir a produção de cordas e tecidos das velas utilizadas nos barcos. Carlini (2006) aponta que a história do Brasil está intimamente ligada à planta *Cannabis sativa* L., desde a chegada à nova terra das primeiras caravelas portuguesas em 1500.

Historiadores relatam que os escravizados trouxeram sementes juntos a seus corpos, pois eram eles os responsáveis pelo manejo e cultivo das plantas em Portugal. De acordo com o documento oficial do governo brasileiro, “A planta teria sido introduzida à partir de 1549, pelos negros escravizados, como alude Pedro Corrêa, e as sementes de cânhamo eram trazidas em bonecas de pano amarradas nas pontas das tangas” (BRASIL, 1959). Outros dois autores descrevem sobre a chegada da planta no Brasil: “Entrou pela mão do vício. Lenitivo das rudezas da servidão, bálsamo da cruciante saudade da terra longínqua onde ficara a liberdade, o negro trouxe consigo, ocultas nos farrapos que lhes envolviam o coró do ébano, as sementes que, frutificariam e propiciariam a continuação do vício.” (CARLINI, E.A.; RODRIGUES, E.; GALDURÓZ, J. 2005: 7 *apud* DIAS, 1945: s/p.); “Provavelmente deve-se aos negros a penetração da diamba no Brasil; prova-o até certo ponto a sua denominação fumo d’Angola.” (CARLINI, E.A.; RODRIGUES, E. GALDURÓZ, J. 2005: 7 *apud* LUCENA, 1934: s.p).

Posteriormente, entre 1716-1824, a Coroa portuguesa cria projetos de incentivo à Real Feitoria do Linho-Cânhamo na colônia. Segundo Menz (2005), a Real

Feitoria do Linho-Cânhamo foi uma rede de produção do cânhamo em larga escala para manter a fabricação das cordas e tecidos de uso náutico, devido a alta resistência e durabilidade da fibra. Dada a importância do cânhamo para a sociedade portuguesa nesse período e, diante do declínio dessa produção na região transmontana, não surpreende o fato de que a Coroa tentou por diversas vezes estabelecer a agricultura de cânhamo em suas colônias (DA ROSA, 2020).

Sediada no Rio de Janeiro, a RFC adotou o sistema de *plantation* para cultura e distribuição de sementes de cânhamo e outras espécies agrícolas para as feitorias localizadas nas capitanias de Santa Catarina e Rio Grande. Existem registros nos arquivos digitais dos jornais de Recife de que a Real Feitoria do Cânhamo se iniciou nas terras de Dom Pedro I, no qual o mesmo a administrou, hoje sendo a cidade de São Leopoldo e sua região metropolitana, entre 1783 à 1824.<sup>2</sup> O regime também foi estruturado de maneira autossustentável, com os cativos responsáveis pela manufatura de produtos industriais e dos insumos necessários à vida, como alimentos e roupas para as famílias escravizadas (MENZ, 2005).

Apesar da longa duração, a RFC veio à falência em 1824 por uma série de causas: solos impróprios, adaptabilidade do cultivo às técnicas locais de manufatura, falhas na administração por parte das senhorias, dentre outras (MENZ, 2005). No entanto, a organização interna da escravaria da Real Feitoria teve papel fundamental no fracasso do projeto, uma vez que as unidades familiares formadas criaram micro lideranças que, alimentadas pelas redes de compadrio e junto ao número reduzido de capatazes em relação ao número de escravizados, levou a fugas em massa e revoltas violentas, reduzindo os interesses da Coroa em continuar a investir neste tipo de cultivo.

A condição de escravos d’El Rei, junto a tradição de se organizar em famílias estáveis, permitiu o desenvolvimento de uma forte solidariedade que era explicitada nos momentos de conflito com os administradores. Por sua vez, com os cultivos de subsistência podiam comprar a cumplicidade de pessoas influentes na sociedade porto-alegrense e impor sua própria “administração”. Neste sentido, a família escrava e a “retaguarda natural”, que deveriam servir à reprodução e fortalecimento do regime escravista, transformaram-se nas bases da resistência ao regime de plantation. (MENZ, 2005, p.157).

Ainda nesse período, há relatos orais sobre uso da planta *congonha* (supostamente maconha) por tropeiros e viajantes para o preparo de chás medicinais na região de Sabará/MG (BURTON, 1983). O historiador indica *congonha*

1. Registros mais antigos demonstram que povos de Taiwan utilizavam a fibra de cânhamo na fabricação de cordas. Também há indícios do uso da planta nas pirâmides do Egito, datados de 1200 A.C e em outras culturas do mediterrâneo como parte substancial do processamento de gêneros agrícolas diversos (MAZOYER; ROUDART, 2010; OLIVEIRA, 2014).

2. FUNDAÇÃO BIBLIOTECA NACIONAL (Brasil). BNDIGITAL I: Jornal do Recife (PE), 24. ed., 1872. Disponível em: <<https://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=705110&pesq=C%C3%A2nhamo&hf=memoria.bn.br&pagfis=7487>>. Acesso em: 14 de dezembro de 2022.

como a planta da qual se fazia um chá para os escravizados da região e era utilizado para a prevenção de diversas doenças, cita ainda o *pango* (nomenclatura também utilizada em herbários no RJ) como uma planta fumada neste mesmo contexto (BURTON, 1983).

De forma geral, se tornou comum associar a planta "*cannabis*" a "*maconha*", uma variedade conhecida pelo alto teor de tetrahydrocannabinol (THC) e seus efeitos psicoativos. Das variedades da espécie "*Cannabis sativa* L.", o cânhamo se destaca justamente pelo baixo teor de THC e pelo aproveitamento da planta para uso diverso. Na historiografia clássica (CAVALCANTI, 2014: 13-19), os primeiros relatos desse uso estão associados às feitorias reais e ao interesse da Coroa Portuguesa em baratear os custos da produção do fio de cânhamo.

No entanto, até 1830 o uso recreativo da *Cannabis sativa* L. já estava difundido. Popularmente conhecida como "Pito do Pango" no Rio de Janeiro, ramos da erva estavam disponíveis para venda em herbanários, farmácias e boticários. Após a implementação do novo código de posturas da Câmara Municipal em 4 de outubro de 1830, é estabelecida a proibição da venda e do uso do Pango (BARROS; PERES, 2011) no § 7º que do regulamento para venda de gêneros e remédios pelos boticários:

É proibida a venda e o uso do pito do pango, bem como a conservação dele em casas públicas. Os contraventores serão multados, a saber: o vendedor em 20\$000, e os escravos e mais pessoas, que dele usarem, em três dias de cadeia. (MOTT, 1986)

A proibição do "pango" faz parte de uma série de ações estimuladas pelo regime imperial para fortalecer a economia brasileira e marcar presença no mercado externo. Não obstante, os estímulos socioeconômicos do estado adotaram práticas eugenistas e discursos pseudo-cientificistas para defender a criminalização de símbolos e práticas pertencentes a certos grupos étnicos, principalmente religiões e tradições de matriz africana. O medo da "africanização" reforçava a ideia de que a aceitação dessas práticas representavam um risco para a segurança pública e afastava o Brasil das "rotas da civilização", em vista da discrepância entre o volume de pessoas pretas/pardas em aos cidadãos brancos (BARROS; PERES, 2011). Essa ideologia se mantém na Constituição da República com a inserção de novos instrumentos de controle para a comunidade afrodescendente, dentre eles se destaca a proibição dos cultos de origem africana e ao uso da cannabis nos rituais do Candomblé, considerado "baixo espiritismo".

No Brasil, dada a criminalização do uso entorpecente da *Cannabis sativa* L. no decorrer do século XIX, há poucas informações históricas sobre as variedades de espécie implementadas no cultivo de cânhamo, principalmente ao buscar referências sobre a versatilidade da espécie. A nomenclatura "*Linho-Cânhamo*" ado-

tada pela RFC dificulta ainda mais uma compreensão mais aprofundada sobre as variedades da *Cannabis sativa* L., uma vez que o tecido de linho é derivado de outra espécie herbácea, a *Linum usitatissimum*.

Há registros do cânhamo no jornal Correio Paulistano, durante as duas primeiras décadas do século 20, que vão desde a importação até a doação de sementes. Em 22 de julho de 1903, foi publicado o caducidade do decreto patente do Systema Silva Telles, destinado ao descascamento da aramina, juta, cânhamo e rami (BRASIL, 1910: 60)

Na década de 1930, no expansivo cenário da indústria têxtil mundial, a juta era uma das principais fontes de matéria prima para a produção de diversos tecidos, e, devido a fatores sazonais, o maior importador era a Índia. Porém, com o início da segunda guerra mundial em 1939, a fibra vegetal e natural, se tornou hiper valorizada, e ao mesmo tempo, escassa, pois era utilizada para tecer as sacarias, e principalmente, formar as barreiras de proteção dos soldados em campos de guerra.

Observando o desenvolvimento do mercado de juta na Índia desde o início de 1939 para cá, especialmente nos meses antes de estourar a guerra, nota-se a influência que as encomendas de sacos para areia exerceram nos preços. Em janeiro e fevereiro já se falava de vultosas encomendas desse material e lonas para "camouflage" e outros apetrechos de guerra. (POETZSCHER, 1940: s/p)

Com a importação de juta cada vez mais inviável, a instabilidade dos valores e a variação cambial da época (libras) foram fatores determinantes para que diversos países buscassem métodos alternativos de produção, incluindo o uso de outras fibras naturais que pudessem substituir a juta, ou ainda, a adoção da cultura da fibra, antes criminalizada, em seus territórios, em busca de atender as demandas do mercado mundial. Mesmo com o interesse global em cultivar a planta em solo nacional, nenhum país obteve sucesso, e é então, que, novamente, a cultura do cânhamo recebe certo destaque da indústria têxtil.

Muitas têm sido as tentativas para cultivar a juta em outros territórios que não a Índia, especialmente no vale do Nilo, na Nigéria, em Sierra Leone e em muitas outras partes da África e da América. Também em Java e na Indo-China Francesa se fizeram essas tentativas, porém, até hoje somente a Índia conseguiu um sucesso comercial com a planta desta fibra, e mesmo ali há muitos distritos onde a juta não nasce. (POETZSCHER, 1940: s/p).

Seguindo a tendência para viabilizar a produção têxtil, a Hungria decretou que fosse feita a mistura da fibra do cânhamo, de no mínimo 40% a juta importada. O principal comprador de produtos de juta da Argentina é o Paraguai,

que adquire cerca de 70% do total da exportação do país. Na estatística de importação encontram-se incluídos diversos itens que não correspondem a juta pura, podendo tratar-se de artigos onde esta entra em mistura, assim como também artigos totalmente feitos de cânhamo (POETZSCHER, 1940). No Brasil, até 1940 houveram diversas tentativas de cultivar fibras que pudessem substituir a demanda de juta no país (POETZSCHER, 1940). Os primeiros registros da tentativa de adequação da cultura da juta datam de 1924/1929 em Presidente Prudente /SP,<sup>3</sup> mas todas as iniciativas vieram à falência até o final da década de 30.

Atualmente, o têxtil proveniente do cânhamo apresenta-se como uma alternativa flexível e versátil, já que o material usado na confecção é conhecido pela alta usabilidade e adaptabilidade da fibra — como a possibilidade de mistura com algodão e outras fibras para reduzir as suas dificuldades de fiação (JIN-QUIU; JIANCHUN, 2010). É possível ainda evidenciar um interesse crescente em métodos especiais de cultivo e uso final devido à baixa emissão de carbono ao longo da produção, além do fornecimento de biocompósitos para o setor automotivo e de isolamento materiais (BORSA *et al.*, 2016).

**Diante do exposto, dentro do ponto de vista documental/histórico, é possível concluir que a ausência de registros explícitos sobre a produção do cânhamo no Brasil junto à equívocos relacionados à nomenclatura pela falta do nome científico da planta e às políticas proibicionistas no final do século XIX, levaram a concepções errôneas sobre as formas de cultivo e beneficiamento da fibra, o que levou também não apenas ao subdesenvolvimento desse mercado, como a inviabilização de um estudo mais profundo sobre as características e o comportamento da espécie *Cannabis sativa* L. em solo brasileiro.**

Ao longo dos períodos colonial e imperial, os registros sobre o cultivo informal de cânhamo não explicitam a origem das espécies muito menos a classificação taxonômica, uma vez que estas categorias só vieram a ser consolidadas no meio científico em meados do século XIX. Porém, a procura por indícios de uma produção têxtil baseada no uso *Cannabis Sativa* L. ou semelhantes no Brasil pré e pós-colonial pode ainda contar com pesquisas complementares em outras áreas do conhecimento, realizadas de forma a viabilizar a investigação das possíveis evidências desse cultivo a partir de variadas fontes, tais como a arqueologia, botânica, dentre outras.

## CULTIVO E MANEJO DO CÂNHAMO PARA FINS TÊXTEIS

A *Cannabis sativa* L. é uma planta herbácea, de origem asiática, com ciclo anual e característica dióica, que, na prática, em seu período de floração, pode ser uma planta macho ou fêmea, a última possuindo elevado valor para usos da indústria farmacêutica e alimentícia (KARCHE; SINGH, 2019; SALENTIJN, 2019; MEDIAVILLA *et al.*, 2001). Com o passar dos anos, as modificações genéticas aconteceram de forma natural e artificial (através da domesticação pelo ser humano) a fim de que a planta garantisse a sua existência nas mais diversas condições sazonais das regiões em que foi cultivada ao redor do planeta. Essas modificações resultaram em centenas de variações – o que consequentemente propiciou a utilização da planta por inteiro, desde a antiguidade até os dias atuais, para obtenção de matérias-primas aos mais diversos tipos de indústria (LEINOW; BIRNBAUM, 2021).

Como principal característica que a diferencia das outras variedades e possibilita o livre comércio entre os países nos quais o cultivo da planta possui regulamentação, o cânhamo apresenta em sua composição química uma quantidade do canabinoide THC (Tetrahydrocannabinol) geralmente inferior a 0,3%, o que a define como sendo uma planta que não possui efeitos psicotrópicos (ANDRADE, 2022).

As plantas fêmeas, caracterizadas pela produção de frutos/sementes, são utilizadas para fins terapêuticos e na indústria farmacêutica por conterem grande quantidade de canabinoides, substâncias capazes de interagir com o sistema endocanabinóide e proporcionar resultados efetivos no tratamento de diversas patologias que acometem tanto seres humanos quanto animais (LEINOW; BIRNBAUM, 2021). As plantas do gênero feminino produzem mais canabinóides devido à maior presença de tricomas, e por isso são utilizadas para uso medicinal (SMALL, 2015).

As plantas masculinas também produzem canabinóides, mas em menor quantidade em comparação com as femininas. Desta maneira, as plantas masculinas não são desejadas para a produção de cannabis medicinal devido à baixa produção de compostos e principalmente por polinizar as plantas femininas. Isto porque, após a polinização, as flores femininas priorizam sua energia para produção de sementes, o que diminui a produção de canabinóides. Porém, segundo Salentijn (2019), as plantas masculinas possuem características favoráveis à produção de fibras têxteis. Na Figura 1, é possível observar as diferenças morfológicas das plantas fêmeas, hermafroditas e machos.

3. FRANÇA, Jean Marcel Carvalho. História da maconha no Brasil. 1. ed. São Paulo: Jandaíra, 2022. E-book. 168 p.





Figura 1 - Diferenças morfológicas das plantas fêmeas (a), hermafroditas (b) e machos (c)

Fonte: BROOK *et al.*, 2015, p.5

## MORFOLOGIA

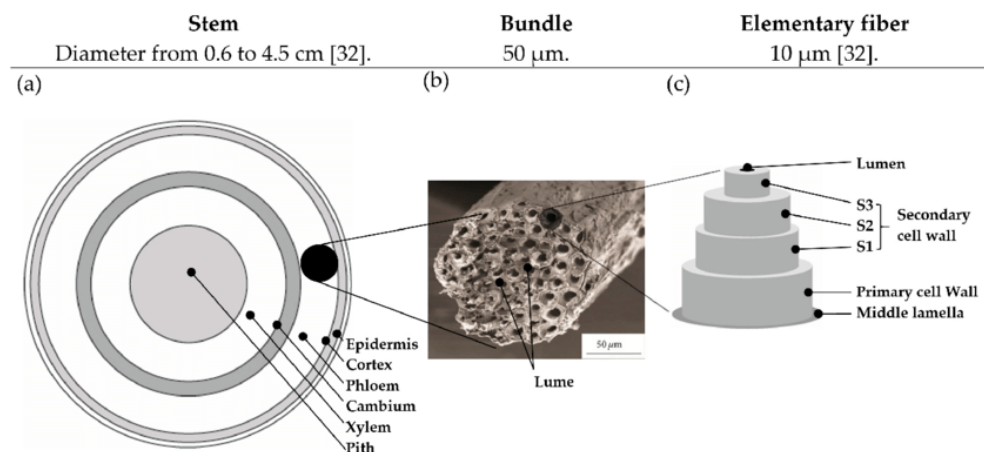


Figura 2 - Estrutura e morfologia do caule de cânhamo

Fonte: FREIRE *et al.*, 2021

A morfologia do cânhamo utilizado para fins têxteis é caracterizada por um caule alto e robusto com uma casca grossa e fibrosa, que contém fibras de alta qualidade. O cânhamo de variedades fibrosas é uma planta anual que pode crescer de 1,5 metros a 5 metros, podendo suas raízes alcançarem até 2 metros de profundidade dependendo das condições de crescimento (RODRIGUES, 2019). É uma planta com um sistema radicular robusto, caule ereto,

cilíndrico, pouco ramificado, e suas folhas são compostas por 5 a 7 folíolos, cada um com bordas serrilhadas e pontas afiladas. As folhas são verde-claras e possuem uma textura áspera. As flores são pequenas e crescem em cachos nas extremidades dos ramos da planta. Elas são geralmente de cor verde pálida, mas podem ter tons de verde ou roxo.

Analizando a estrutura do caule na planta observa-se a existência de feixes fibrosos que são compostos por dois tipos de fibras que podem ser aplicadas na utilização têxtil: fibras primárias e secundárias. As fibras primárias (que estão na parte mais externa do caule) possuem uma secção transversal, cuja variação de comprimento é de 5 a 40 mm e 20 - 50 mm de diâmetro. Já as fibras secundárias (que estão mais próximas ao núcleo - lúmen - do caule) possuem uma seção transversal menos irregular e são fibras mais finas, cujo comprimento varia de 2 a 4 mm e de diâmetro 15 a 17 mm.

Em média, 25% do caule é composto por fibras liberianas ou fibras de floema, que são as mais adequadas para a utilização na indústria têxtil. 65% do caule é composto pelo núcleo lenhoso ou o "hurd", muito utilizada no desenvolvimento de tecnologias sustentáveis na construção civil (*hempcrete*) e para a fabricação de papel. O comprimento das fibras pode ser de aproximadamente 0,91 m a 4,6 m de comprimento (MORA; MENA, 2021).

O cultivo e manejo do cânhamo é uma prática milenar que se utilizou em diversas aplicações, incluindo a indústria têxtil. O cânhamo é uma planta resistente, que cresce rapidamente e requer poucos cuidados, tornando-o um material ideal para a fabricação de tecidos (ROBINSON, 1999).

Segundo a entrevista feita com o membro da Associação de Comerciantes Industriais do Cânhamo de Portugal, consultor de marketing e empreendedor da cannabis, Humberto J. Nogueira, a fibra longa de cânhamo possui maior qualidade e resistência ao serem comparadas às fibras curtas da mesma planta. Quando o foco é a produção de fibras têxteis, fatores como genética, influências ambientais (tempo de exposição a luz solar, umidade, temperatura, etc) e forma de manejo têm grande influência na qualidade das fibras (ROCHA, 2022). De forma correlata, no relatório elaborado pela Kaya Mind (2022), é mencionado que para a obtenção de fibras têxteis é recomendado um cultivo *outdoor*, mesmo que não haja tanto controle de fatores externos, mas que possibilita a produção em larga escala, bem como o uso de maquinário que otimize o processo de colheita.

De acordo com Rocha (2022), um dos fatores que não são tão favoráveis ao cultivo das fibras de cânhamo no país se deve pela proximidade da linha do Equador, a duração do dia é semelhante ao da noite, ou seja, aproximadamente 12 horas de incidência de luz solar. Para as variedades disponíveis atualmente, essa situação não é ideal, sendo necessário um fotoperíodo maior para que a planta atinja por completo sua capacidade de produção que mantenha a qualidade necessária.

## CULTIVO

Por ser considerada uma planta de fácil cultivo, adaptável a fatores sazonais, de baixa utilização de recursos hídricos e naturalmente resistente a pragas, necessitando de uma quantidade significativamente menor de agrodefensivos em seu cultivo (ROBINSON, 1999; KAYA MIND, 2022), o cânhamo pode ser considerado uma promessa para o futuro sustentável do planeta.

Segundo Nogueira (2022), quanto maior a densidade de semente por hectare, maior será a tendência das plantas germinarem juntas e consequentemente aumentarem a competição por luz solar, o que colabora para que elas desenvolvam menos ramos, menos nódulos, fazendo também com que elas tenham fibras mais longas e resistentes. Além da inter-relação entre os fatores genéticos e ambientais que podem modificar a expressão gênica da planta, afetando positiva ou negativamente a sua produtividade e qualidade, as práticas de manejo também são fundamentais para o sucesso dos cultivos com a finalidade de exploração agrícola das plantas deste gênero (SALENTI-JN, 2019, ROCHA, 2022).

Uma vez em que a planta altere seu sexo por conta de fatores externos, toda a produção pode ser facilmente comprometida. É por esse motivo que o estágio de desenvolvimento do cânhamo deve ser cuidadosamente monitorado para determinar o momento certo para a colheita de biomassa para diferentes produtos, e o tempo de floração é um indicador principal para isso. A escolha do material genético se dá baseado nas condições do local escolhido para fazer o cultivo e de que forma esse cultivo será manejado, unido ao nível tecnológico disponível para as condições da produção, formando um triângulo de fatores essenciais que irão resultar na quantidade e qualidade da colheita (ROCHA, 2022).

## COLHEITA

O processo de colheita pode ocorrer de forma manual ou automatizada, utilizando maquinários semelhantes para a colheita de feno. Pequenas colheitas podem ser feitas com cortadores de barra de foice e ceifadeiras, mas o entupimento do equipamento é um problema constante. As fibras de cânhamo tendem a enrolar-se em torno das correias das colheitadeiras, rolamentos, resultando em grandes custos de reparo da colheitadeira. Colheitas grandes podem exigir equipamentos especializados europeus, mas a experiência na América do Norte com cultivos principalmente para fibras é limitada. (SMALL, 2002) A empresa holandesa HempFlax desenvolveu e adaptou vários tipos de equipamentos especializados de colheita (Figuras 3 e 4).



Figura 3 – Uma colheitadeira John Deere Kemper, com tambores circulares que cortam os caules de cânhamo, mostrada em operação no sul de Ontário.

Fonte: Cortesia da Kenex Ltd., Pain Court, Ontário.



Figura 4 – Uma colheitadeira de cânhamo operada pela HempFlax (Holanda), com uma cabeça de corte larga capaz de cortar caules de 3 metros em pedaços de 0,6 metros, com capacidade de 3 ha/hora.

Fonte: Cortesia da HempFlax, Oude Pekela, Holanda

Após a colheita, a planta passará pela extração da fibra, que pode se desenvolver de diferentes maneiras.

## FATORES QUE INFLUENCIAM O CULTIVO E A PRODUTIVIDADE

A colheita destinada para a produção de fibras, segundo Rocha (2022), deve ser realizada antes que a planta inicie seu processo de florescimento ou durante o início do florescimento, para garantir a qualidade de fibras têxteis. Isto porque, em caso de florescimento, ocorre a translocação dos nutrientes para a formação dos órgãos reprodutivos, que estão localizados na flor e nas sementes. Esta relação faz parte de uma tríade composta por 3 fatores essenciais (Figura 5), onde é necessário um material genético adequado, condições ambientais adequadas e o emprego de maquinário e tecnologia para aplicação no manejo do cultivar escolhido.

3 Fatores essenciais que irão resultar na quantidade e qualidade da colheita

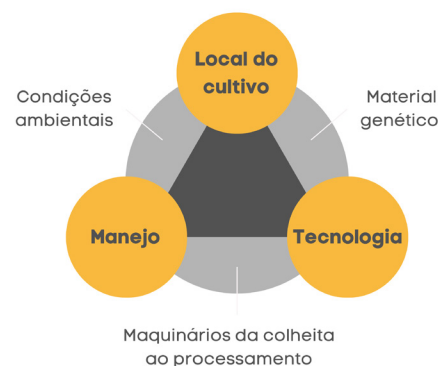


Figura 5 - Fatores essenciais que irão resultar na quantidade e qualidade da colheita.

Fonte: Autores, adaptação, Rocha (2022).

O rendimento e a qualidade da biomassa do cânhamo são amplamente determinados pelo *background* genético e pelo cultivar da planta, mas também são fortemente afetados por fatores ambientais, como temperatura e fotoperíodo (SALENTIJN, 2019). O conhecimento da fenologia típica do cânhamo é um pré-requisito para a produção e reprodução de cânhamo bem-sucedidas para combinações ideais de tempo de floração e qualidade da fibra em um ambiente específico (ROCHA, 2022).

A forma de manejar o cânhamo, na prática, influencia diretamente na qualidade da fibra. Por ser uma planta de dias curtos, sabe-se que o manejo correto da planta e o controle do fotoperíodo, são fatores determinantes para estimular ou inibir o período de floração. As plantas variam entre dois estados (fase vegetativa, floração) de acordo com fotoperíodo, ou seja, a luz (ROCHA, 2022). A floração do cânhamo é extremamente sensível a mudanças no fotoperíodo e na temperatura e, portanto, a “via fotoperiódica” e a “via da temperatura” parecem desempenhar papéis importantes na regulação do tempo de floração no cânhamo (SALENTIJN, 2019).

O cultivo do cânhamo para fins têxteis é uma prática antiga, mas que na atualidade tem ganhado força devido a sua capacidade produtiva de baixo impacto ambiental, demonstrando ser uma fibra de caráter sustentável, além do aumento da demanda por produtos biodegradáveis. É notório a capacidade de reduzir os impactos negativos gerados ao meio ambiente, oriundos do processo de produção, minimizando o uso de produtos químicos e priorizando técnicas que preservem o meio ambiente.

O manejo adequado do cânhamo cultivado para fins têxteis é essencial para garantir a qualidade e o rendimento da colheita, o uso de técnicas de cultivo adequadas, como a irrigação e a adubação e a colheita no tempo certo. Existem variedades de cânhamo que podem ser cultivadas para atender as necessidades do mercado têxtil já utilizadas em outros países, mas que ainda em solo brasileiro, demandam uma força efetiva de pesquisa voltada para a adequação genética junto aos diversos fatores sazonais do nosso clima. Para as variedades genéticas disponíveis atualmente, essa situação de estarmos próximos da linha do Equador não é tão favorável, sendo necessário um fotoperíodo maior para que a planta atinja por completo sua capacidade de produção que mantenha a qualidade necessária, sendo necessário o complemento de luz solar, o que consequentemente, onera o produto final. A produção de cânhamo para fins têxteis pode ser uma opção viável para produtores rurais em função de toda nossa aptidão e *know-how* em agricultura no Brasil, com terras férteis e clima favorável por estarmos numa região tropical.

## BENEFICIAMENTO DO CÂNHAMO PARA FINS TÊXTEIS

Após a colheita da planta, é necessário que ela passe por diferentes tipos de tratamentos para a obtenção de fibras para diferentes tipos de indústrias. Atualmente, existem inúmeras formas de beneficiamento da planta do cânhamo que possuem potencial a ser exploradas de acordo com cada insumo que se que se tenha interesse em produzir.



COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FIBRA

O cânhamo pertence às plantas de crescimento rápido, em comparação com outras culturas. Na fase de crescimento rápido, cresce mais de 10 mm por dia, podendo chegar a até 4m de altura. As camadas mais internas do caule são mais curtas e finas do que as localizadas no exterior do caule, sendo que as fibras de maior valor agregado estão mais próximas da camada externa. É importante ressaltar que ambas as fibras estão entrelaçadas ao longo do comprimento do caule, sendo que sua separação ocorre durante o processamento mecânico em que é possível obter os feixes de fibras curtas, longas e núcleo lenhoso após a separação. Segundo MÜSSIG *et al.* (2020), após a conclusão da extração das fibras secundárias, em alguns caso pode se tornar difícil distinguir as fibras primárias das secundárias, isso porque um feixe de fibras secundárias pode ter características morfológicas muito semelhantes às de um feixe de fibras primária após o processo de separação.

Em relação a composição química, as fibras de cânhamo possuem características similares às outras fibras vegetais, como linho, juta, rami. Os principais componentes encontrados nas fibras de cânhamo são: a celulose (de 67 a 92%), hemicelulose (de 14 a 22%), lignina (de 2,2 a 5%) e pectina (aproximadamente 1%). Outros compostos encontrados são: água, cinzas, ceras e proteínas conforme pode ser observado na tabela a seguir (MORA; MENA, 2021; ZHENG, 2014).

Valores típicos de Composição Química das principais Fibras Vegetais						
Fibra Têxtil	Celulose (%)	Hemi-Celulose (%)	Pectina (%)	Lignina (%)	Água (%)	Ceras e gorduras (%)
Algodão	82 a 96	2 a 6,4	1 a 7	0 a 5	1,5	0,6
Cânhamo	67 a 92	16 a 22	0,8 a 1	3 a 5	2,1	0,7
Juta	51 a 84	12 a 20	0,2	5 a 13	1,1	0,5
Linho	60 a 81	14 a 20,6	1 a 4	2 a 5	3,9	1,5
Sisal	43 a 78	10 a 24	0,8 a 2	4 a 12	1,4	0,3

Fonte: MORA; MENA (2021) e PRITCHARD *et al.* (2000).

Correlacionando a composição química com as propriedades físicas e mecânicas das fibras observa-se que moléculas de celulose presentes nas paredes intermediárias são responsáveis por boa parte da resistência mecânica encontrada nessas fibras. Já as moléculas de hemicelulose que estão ligadas à celulose por ligações de hidrogênio, possuem como função unir as microfibrilas de celulose criando a rede celulósico-hemicelulósica, que é a principal estrutura componente da célula de fibra. Enquanto a lignina hidrofóbica cria redes e ligações com outros conjuntos moleculares, resulta num aumento da celulose-hemicelulose influenciando diretamente no aumento da força, rigidez, tingibilidade e capacidade de modificação química das fibras (CHEGDANI; BUKKAPATNAM; EL MANSORI, 2018; ZIMNIEWSKA; WLADYKA-PRZYBYLAK, 2016). Entretanto o aumento de lignina na composição tende a reduzir a capacidade de absorção de umidade, influenciando diretamente na resposta aos tratamentos químicos e/ou enzimáticos durante o processo de beneficiamento primário das fibras. A pectina ocorre na lamela central entre as células de todos os tipos, atuando como uma espécie de cola entre as fibras e as microfibrilas. Desta forma, a elevada presença de pectina na composição estrutural é indesejada uma vez que tende a dificultar a separação das fibras no processamento têxtil (MORA; MENA, 2021; MAYA; ANANDJIWALA, 2008).

As variações dos constituintes químicos das fibras de cânhamo são influenciadas por vários aspectos, como: a variedade de planta de cânhamo, condições climáticas da região e de cultivo, métodos agrícolas utilizados e método de extração de fibras que podem modificar a sua estrutura e composição durante o beneficiamento (MORA; MENA, 2021; FREIRE, 2021).

MÉTODOS DE BENEFICIAMENTO DA FIBRA DE CÂNHAMO

O processamento da fibra de cânhamo é similar ao do linho, assim como o maquinário e os processos. Algumas etapas são necessárias para que a partir do caule da *Cannabis sativa* L. se tenha uma fibra pronta para ser tecida. Caminhos diferentes podem ser tomados para atingir esse objetivo de acordo com a especificação da fibra desejada e dos recursos disponíveis. Em resumo, a aplicação dos processos pode ser determinada pelos seguintes fatores: qualidade dos talos de cânhamo, rendimento de fibra necessário, proporção aceitável de fibras longas e curtas, além da qualidade da fibra desejada (cor, resistência, espessura e limpeza) (SPONNER *et al.*, 2005; ZIMNIEWSKA, 2022).

A primeira etapa do processamento do cânhamo é extrair a fibra do caule da planta. As fibras de interesse, chamadas de fibras liberianas, estão localizadas sob a casca, ao longo de todo comprimento do caule. Para sua extração são necessários processos que afrouxem a estrutura do caule, quebrando as ligações químicas que mantêm os componentes do caule unidos. Esse processo pode ser realizado com o uso de métodos biológicos, físicos, químicos ou mecânicos (RIBEIRO *et al.*, 2015; AKIN, 2013).

Na figura 6 está representado um resumo das etapas que a fibra de cânhamo pode passar no seu processamento convencional. O primeiro passo após a colheita é a maceração (“*retting*”), sendo esta determinante para a qualidade final das fibras. O objetivo desse processo é a degradação da pectina e outros componentes como a hemicelulose e a lignina que cimentam as fibras liberianas a outros tecidos do caule (SPONNER *et al.*, 2005).

Após a maceração, é necessário a aplicação de uma série de processos mecânicos. Na trituração ou decorticação, a parte interna do caule é quebrada e as fibras são soltas da parte lenhosa. Logo após as fibras passam pela refinação, em inglês “*scutching*”, uma etapa necessária para retirar os componentes que podem ter ficado aderidos às fibras após a trituração, e separar as fibras longas das fibras curtas (estopa). As fibras longas são então passadas pela penteadeira, em inglês “*hackling machine*”, para ficarem separadas e limpas. A penteadeira é um maquinário específico para beneficiamento de fibras longas de linho e cânhamo, não podendo ser usado em linhas de produção de fibras curtas. Essa demanda limitada restringe a utilização desse maquinário, tornando-o economicamente pouco atrativo para a produção de novas máquinas penteadeiras.

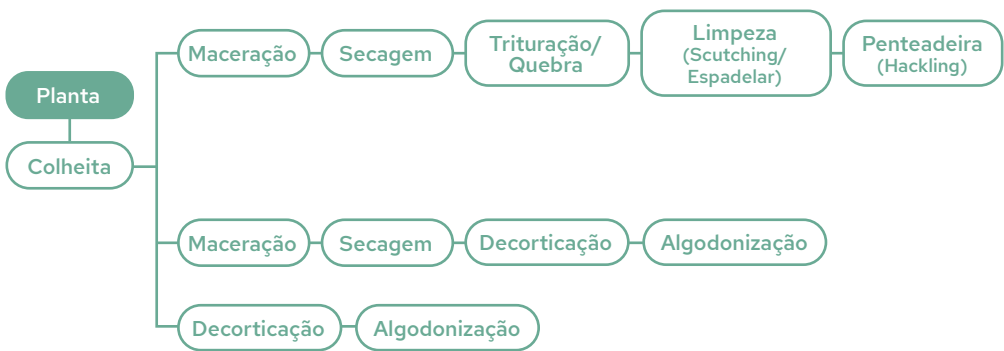


Figura 6: Resumo dos processos para extração da fibra de cânhamo

Fonte: Elaborada pelos autores

Para evitar o processo de maceração, as hastes coletadas no campo podem seguir direto para decorticação, porém dessa maneira são obtidas fibras de baixa qualidade, com alto teor de impurezas e inviável para uso têxtil (NEBEL, 1995). Uma estratégia para lidar com esse problema é realizar a degomagem, que contempla métodos de limpeza aplicados após a trituração dos talos com objetivo semelhante a maceração, ou seja, remover a parte não-celulósica que aderem às fibras liberianas ao restante da haste (VAN DER WERF; TURUNEN, 2008). Alguns autores consideram a maceração (*retting*) e a degomagem como termos intercambiáveis, não fazendo diferença se é aplicada antes ou depois da decorticação. Outros autores tratam com distinção esses dois processos de extração das fibras, considerando maceração os processos feitos por orvalho e água; e degomagem as outras técnicas aplicadas no material vegetal após a decorticação ou após outro processo mecânico.

Entre os métodos de maceração do cânhamo mais usados atualmente, podemos destacar a maceração por orvalho e a maceração em água.

MACERAÇÃO POR ORVALHO

A maceração por orvalho além de ser o método mais comum, pode ser realizada no próprio campo nas condições climáticas do ambiente. As hastes do cânhamo são cortadas durante a colheita e dispostas em pilhas orientadas no campo. A quantidade de hastes empilhadas são mantidas em níveis que permitam uma boa circulação de ar, e são viradas em intervalos regulares para garantir que o material seja igualmente exposto aos elementos do clima de duas até dez semanas (ZIMNIEWSKA, 2022; FERNANDO *et al.*, 2017). A maceração por orvalho é um processo biológico, em que micro-organismos do próprio solo colonizam as hastes em repouso e degradam os componentes não-celulósicos, facilitando a separação dos feixes de fibras.

Além das condições climáticas, o tempo também é um fator importante. Após um período, os feixes das fibras começam a ser metabolizados pelos fungos e bactérias, o que reduz a qualidade da fibra. Em estágios avançados de maceração, há o aumento das populações microbianas produtoras de enzimas que geram danos às paredes celulósicas dos feixes das fibras liberianas. Portanto, a massa vegetal precisa ser retirada do campo e processada em um momento ideal. Isso é possível ser avaliado pelas mudanças de cor do material vegetal e testando manualmente a facilidade de separação do núcleo lenhoso da casca (MANIAN; CORDIN; PHAM, 2021). Quando conduzido com monitoramento, a maceração por orvalho não afeta as propriedades de resistência das fibras elementares de cânhamo (RÉQUILÉ *et al.*, 2021).

As espécies microbianas que ocorrem nesse processo dependem do tipo de solo, data de colheita e duração da maceração no campo. As espécies de fungos mais ativas no processo de maceração são dos filos *Ascomycota* e *Basidiomycota*, e as espécies bacterianas dos filos *Proteobacteria*, *Actinobacteria* e *Bacteroidetes* (RIBEIRO *et al.*, 2015). Em um estudo realizado por D. Fernando (FERNANDO *et al.*, 2017), foi evidenciado que os fungos, que até então eram considerados como os principais nessa etapa, atingem sua maior atividade no estágio inicial de maceração, enquanto a proporção de bactérias supera a dos fungos ao longo do tempo.

A maceração por orvalho pode ser realizada satisfatoriamente em ambientes com diferenças significativas de radiação solar, chuvas e temperatura. Para isso será necessário empregar diferentes tempos de maceração. Por exemplo, caules macerados em regiões mais secas e frias, precisarão de mais tempo de maceração, ao contrário de regiões úmidas nas quais o processo se dá em poucas semanas (RÉQUILÉ *et al.*, 2021).

As condições ambientais no campo podem ser difíceis de se prever, o que impossibilita projetar com precisão o rendimento de fibra de uma determinada colheita. Para contornar essa dependência das condições climáticas e controlar melhor os micro-organismos na decomposição dos caules, a maceração por orvalho pode ser realizada em estufas com condições ambientais controladas (BLEUZE *et al.*, 2018). Essa ainda é uma estratégia usada experimentalmente como fonte de novos conhecimentos sobre os mecanismos de maceração por orvalho e para estudo do papel dos micro-organismos durante a decomposição da biomassa de cânhamo.

A maceração por orvalho é o método mais barato por não exigir nenhum equipamento especial além das máquinas de colheita. O baixo consumo de energia e água é uma vantagem, sendo necessário apenas energia solar, chuva e ar ambiente. Em contrapartida, é impossível controlar a temperatura e umidade do ar, parâmetros importantes que afetam a duração do processo bem como o rendimento da fibra, e consequentemente, sua qualidade (ZIMNIEWSKA, 2022; MANIAN; CORDIN; PHAM, 2021).

Do ponto de vista agrícola, a maceração realizada no próprio campo tem um efeito positivo na fertilidade do solo devido aos resíduos naturais que são gerados durante o processo, porém as hastes colocadas no campo inviabilizam o uso do local para outras culturas durante o período de maceração (ZIMNIEWSKA, 2022; MANIAN; CORDIN; PHAM, 2021).

## MACERAÇÃO EM ÁGUA

O método mais antigo de maceração das fibras liberianas praticado em diferentes regiões do mundo. Nesse processo as plantas são colhidas e imersas em tanques d'água ou reservatórios naturais, como lagos e rios, para permitir a degradação microbiana dos componentes não-celulósicos das hastes. São necessários um período de 1 a 2 semanas para uma maceração adequada, tempo menor do que a maceração por orvalho. A influência do clima é minimizada nesse processo, e variáveis como níveis de temperatura e pH podem ser mantidas em níveis ótimos em corpos d'água artificiais (MAGNUSSON; SVENNERSTEDT, 2007). A maceração é iniciada por bactérias aeróbias (gênero *Bacillus* ou *Paenibacillus*), sendo predominante de 10 a 40 h após o início do processo e são sucedidos por bactérias anaeróbicas (gênero *Clostridium*) quando a concentração de oxigênio nos tanques de água se torna menor (TAMBURINI *et al.*, 2003; DONAGHY *et al.*, 1990).

Após finalizado o processo, as hastes são removidas da água e direcionados para secagem, que pode ser realizada expondo o material ao sol no próprio campo ou em secadoras. A secagem ao sol é um processo longo e depende das condições climáticas, já a secagem em secadoras é caracterizada pelo alto consumo de energia e pela necessidade de incluir etapas de logística adicionais para transporte do material (MANIAN; CORDIN; PHAM, 2021).

As fibras extraídas por esse método possuem alta qualidade em termos de finura e propriedades mecânicas, porém a maceração por imersão em água caiu em desuso devido aos altos custos de secagem dos feixes, pela poluição hídrica gerada e pelo odor desagradável causado pelo método (AKIN, 2013; JANKAUSKIENĖ *et al.*, 2015). Alguns países passaram a proibir a prática, porém ainda é utilizado em algumas regiões da Ásia e do Egito (MOAWAD *et al.*, 2019; DAENEKINDT, 2004).

## PROCESSOS INDUSTRIAIS PARA MACERAÇÃO

Os desafios com a maceração em campo e na água levaram a ao desenvolvimento de processos industriais para produzir feixes de fibras consistentes e de boa qualidade. O objetivo de tais processos muitas vezes não se limita apenas a isolar os feixes de fibras, mas também a dividi-los em cordões mais finos. Isso requer a remoção do material da interface entre as fibras elementares, o que é denominado “degomagem” por muitos autores. Existem basicamente quatro modos de tratamento: enzimático, químico, microbiano e físico.

## ENZIMÁTICO

Nos anos 80, uma pesquisa foi conduzida na Europa para desenvolver um tratamento enzimático como método para substituir a maceração por orvalho para o linho. A pesquisa resultou em várias patentes e uma mistura comercial de enzimas, que consistia em pectinases, hemicelulases e celulases. O processo natural de maceração no campo por orvalho e na água ocorre através de populações microbianas utilizando as enzimas citadas, portanto, em princípio, as formulações deveriam conter os mesmos componentes (AKIN *et al.*, 2001; AKIN, 2013).

Na época foi reportado que o tratamento por enzimas produzia fibras finas, resistentes, com cor e limpeza comparáveis à melhor fibra produzida por maceração em água. Apesar de todo o sucesso dos resultados, nenhum processo comercial foi desenvolvido para uso das enzimas. O custo das enzimas e outras razões impediram o desenvolvimento de um processo que fosse aplicável comercialmente, dessa maneira a maceração por orvalho continuou sendo a prática mais amplamente usada na Europa apesar de pesquisas contínuas sobre outros métodos (DAENEKINDT, 2004). Anos depois, algumas pesquisas evoluíram no estudo das enzimas para o processamento do linho. Na prática, verificou-se que as pectinases são a chave para o tratamento enzimático. As poligalacturonases (enzimas do grupo das pectinases) têm como alvo as pectinas pouco metiladas das camadas intercelulares, e a hidrólise desses componentes é de primordial importância para uma separação satisfatória dos feixes de fibras (AKIN, 2013; AKIN *et al.*, 2004).

As enzimas são proteínas que têm como função catalisar, ou seja, acelerar reações químicas, reduzindo a quantidade de energia necessária para que elas ocorram. A enzima hidrolisa a parte não celulósica no caule causando sua degradação em um curto espaço de tempo, entre 12 e 24 horas, garantindo uma separação eficiente das fibras. A matéria-prima para o tratamento enzimático pode ser caules inteiros ou material “decorticado” obtido após processos mecânicos para separação do núcleo lenhoso. Existem algumas enzimas comercializadas no mercado para esse fim, porém o alto custo desencoraja o uso do método (ZIMNIEWSKA, 2022; AKIN, 2013).

As vantagens do tratamento enzimático consistem em redução significativa da duração do processo, possibilidade de controle das condições de tratamento e gerenciamento da eficiência para obtenção de fibras com propriedades específicas. A extração enzimática ainda não está implementada na indústria, sendo o grande desafio no momento, integrar o tratamento enzimático das fibras no processamento atual do cânhamo e do linho.

A maceração enzimática permite alcançar fibras com propriedades para diferentes aplicações, para isso, varia-se o tempo e o tipo de enzimas usadas. As maiores desvantagens desse processo quando comparado a maceração por orvalho são o risco de diminuição da resistência da fibra e o alto custo das enzimas (CORONA; BIRVED, 2017). Um estudo de Corona (2017), utilizou a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) para comparar a maceração por orvalho tradicional com a maceração enzimática. Os resultados do estudo mostram maiores impactos da maceração enzimática em comparação com a tradicional maceração de campo devido ao aumento do consumo de energia e materiais, que não são contrabalanceados por reduções em outras fases do ciclo de vida.

### AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE FIBRAS/TECIDOS (ACV)

A Avaliação do Ciclo de Vida foca na avaliação dos efeitos ambientais totais de um produto ao longo do seu ciclo de vida. A metodologia avalia de forma objetiva as cargas ambientais associadas a um produto, como por exemplo, o gasto energético da produção e os materiais utilizados e liberados no meio ambiente durante seu ciclo (CHAU; LEUNG; NG, 2015).

O pensamento em ciclo de vida é um conceito qualitativo e é considerado um bom ponto de partida para empresas e *stakeholders* iniciarem práticas mais sustentáveis, para após isso, partirem para análises com teor mais quantitativo (FINKBEINER *et al.*, 2010).

## QUÍMICO

Os tratamentos químicos oferecem as vantagens de serem mais rápidos e baratos do que os processos enzimáticos, entretanto, muitas vezes produz fibras mais grossas. Uma abordagem comum é tratar os caules da planta fibrosa com soluções de agentes complexantes e detergentes tamponados a pH alto (10-11) com alguma substância de característica básica. Exemplos de agentes complexantes incluem EDTA, ácido dietilenotriaminopentacético, ácido oxálico, pirofosfato tetrassódico e tripolifosfato de sódio. O dodecil sulfato de sódio (SDS) é amplamente utilizado como detergente e as bases normalmente utilizadas são NaOH, KOH ou Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (MANIAN; CORDIN; PHAM, 2021; ADAMSEN; AKIN; RIGSBY, 2002; BELTRAN *et al.*, 2002). A maceração química degrada a lignina, pectina e hemicelulose no caule da planta. Se o excesso de maceração ocorrer, a celulose também irá se degradar. Três fatores importantes afetam a eficácia e a qualidade da extração da fibra no processo químico: concentração química, temperatura e tempo de reação (LEE *et al.*, 2020).



A principal desvantagem da maceração química é o descarte de produtos químicos usados e as águas residuais geradas. Um estudo (JOSE *et al.*, 2016) reutilizou águas residuais para o processo de maceração química contínua, e foi necessária a adição de 50% de produtos químicos para obter propriedades físicas e mecânicas comparáveis à fibra macerada como o primeiro lote. Esse método reduziu consideravelmente o custo, bem como a geração de efluentes.

## MICROBIANO

Os tratamentos microbianos envolvem a inoculação e incubação de culturas microbianas no material vegetal, podendo ser a planta decorticada, sem a casca ou em caules triturados. As plantas são submersas em tanques de líquido ou o material vegetal úmido é colocado em sacos plásticos selados, mantendo o pH e a temperatura ideais durante o tempo necessário. Alguns estudos foram realizados com culturas bacterianas (por exemplo, *Clostridium felsineum*, *Clostridium acetobutylicum*, *Geobacillus thermoglucosidasius*) e culturas de fungos (por exemplo, *Schizophyllum commune*, *Rhizomucor pusillus*, *Fusarium lateritium*, *Epicoccum nigrum*) (AKIN *et al.*, 1998; LIU *et al.*, 2017). Os tratamentos microbianos possuem desvantagens por serem demorados e difíceis de controlar, além de algumas cepas microbianas serem patogênicas.

## TRATAMENTOS FÍSICOS:

### EXPLOÇÃO DE VAPOR

A explosão de vapor é um processo no qual a biomassa é submetida ao tratamento com vapor quente (180 a 240 °C) sob alta pressão (1 a 3,5 MPa) com rápida descompressão resultando em uma quebra substancial da estrutura lignocelulósica, hidrólise de hemiceluloses, despolimerização de componentes de lignina e desfibrilação (LI *et al.*, 2020; SUTKA *et al.*, 2013).

O processo pode ser dividido em duas partes, a primeira fase é o tratamento da biomassa com vapor de alta temperatura, criando uma alta pressão. A segunda fase é um processo adiabático (sem troca de calor), onde a energia térmica é convertida em energia mecânica, e a liberação do vapor resulta em uma descarga explosiva à pressão atmosférica. Em resumo, o vapor quente amolece o material e as fibras separam-se pela ação mecânica na descarga (DIRK, 2019).

O tratamento com explosão de vapor é considerado um método ambientalmente sustentável para a degomagem de várias fibras naturais, porém o tratamento por si só tem uma eficiência de maceração muito baixa. O processo é mais utilizado como um pré-tratamento antes da maceração da fibra liberiana, sendo

necessário a aplicação de processos químicos subsequentes. Ele também pode ser aplicado para aumentar a eficiência da maceração enzimática, permitindo maior penetração das enzimas nos feixes de fibras (LEE *et al.*, 2020).

A combinação da explosão de vapor com tratamentos químicos das fibras de cânhamo remove as impurezas, pectina, hemiceluloses, lignina e ceras, resultando na diminuição do diâmetro da fibra (ZIMNIEWSKA, 2022; LEE *et al.*, 2020).

## DEGOMAGEM OSMÓTICA

Nesse processo, a planta fica submersa em água, que se difunde no caule. A fibra e a madeira absorvem essa água e incham, enquanto as pectinas (sendo 'superabsorventes') aumentam muito de volume, o que leva a um crescimento considerável do diâmetro do caule. A pressão hidrostática inserida na epiderme provoca tensões que resultam em uma ruptura, sem romper ou encurtar as fibras por possuírem ligações de cadeia suficientemente fortes. Após um tempo, a pressão hidrostática dentro do caule empurra as pectinas gelificadas para fora através das rachaduras longitudinais da epiderme. A pectina torna-se diluída e dissolvida junto com outras substâncias presentes no floema na água corrente (KONCZEWICZ *et al.*, 2013).

A degomagem osmótica pode fornecer fibras bem limpas, com alta qualidade, macias e longas, com cores brilhantes e sem odor típico de fibras aquosas. Para o processo se tornar mais sustentável, ele pode ser equipado com um sistema fechado de água; energia e recursos renováveis também devem ser considerados para o processo (ZIMNIEWSKA, 2022; KONCZEWICZ *et al.*, 2013).

## MICRO-ONDAS

A energia de micro-ondas pode ser usada para liberar a fibra das paredes das células vegetais do cânhamo e separar as fibras do caule da planta. As micro-ondas são uma forma de radiação eletromagnética com frequência que varia entre 300 MHz e 300 GHz. As moléculas polares interagem com a radiação oscilante de micro-ondas e de radiofrequência, passando por rotações rápidas, que geram energia térmica (denominado aquecimento dielétrico) proporcionalmente ao nível de interação. Isso permite um grau de seletividade, pois a pectina é mais polar que a celulose e, portanto, aquece e é degradada em taxas maiores (GREGOIRE *et al.*, 2019; NAIR *et al.*, 2015).

O tratamento por micro-ondas é aplicado de maneira independente ou como pré-tratamentos para um processo enzimático ou químico. É importante ressaltar que a água residual pode apresentar os mesmos desafios que os da maceração com água (ZHAO, 2020).

## ALGODONIZAÇÃO, EM INGLÊS “COTTONIZATION”

A algodonização consiste em um refinamento dos feixes longos e grossos das fibras liberianas em dimensões (comprimento e finura) que permitem a mistura com o algodão. O processo prossegue até o ponto das fibras elementares individuais serem extraídas. Esse processo adapta as fibras do linho e do cânhamo para fiação com outras fibras como algodão e lã.

Os procedimentos para extração consistem em abordagens químicas e enzimáticas. O processamento químico, tradicionalmente realizado com solução de hidróxido de sódio, é eficaz para remover componentes não celulósicos ligados às fibras de cânhamo e liberar fibras unitárias. No entanto, possui sérias questões ambientais relacionadas ao descarte de efluentes líquidos (SAUVAGEON, 2017). Alguns estudos demonstraram sucesso na utilização de sucessivas técnicas de explosão de vapor combinadas com tratamentos químicos para obtenção das fibras elementares de fibras liberianas (THOMAS *et al.*, 2015; SAUVAGEON, 2017). ZIMNIEWSKA *et al.* (2017) demonstrou que é possível obter uma fibra algodoadada de linho de alta qualidade a partir de fibra decorticada de baixa qualidade, utilizando um processo de degomagem úmida assistida por ultrassom. As fibras curtas (estopa) originárias das etapas de beneficiamento das fibras longas de cânhamo, possuem potencial para passarem pela algodonização e serem aproveitadas pela indústria têxtil.

Após passarem pelos tratamentos químicos ou enzimáticos, as fibras obtidas necessitam de um processo mecânico para individualização. Elas são então processadas em uma máquina de cardar, um processo mecânico que desembaraça, limpa e mistura as fibras, de modo a produzir um véu ou fita de fibras adequada aos passos seguintes do processo têxtil, no caso, a fiação. A fiação do material obtido é perfeitamente realizada em máquinas fiação do algodão (GARCIA-JALDON; DUPEYRE; VIGNON, 1998; THOMAS *et al.*, 2015).

O processo de algodonização pode ser realizado em diferentes fases do processamento do cânhamo e do linho, utilizando diferentes combinações de técnicas. As fibras curtas e as fibras de baixa qualidade (mal dividida, massa linear elevada, grande qualidade de impurezas) são os materiais que mais se beneficiam na aplicação da técnica, podendo ser misturadas ou não com o algodão para uma vasta gama de aplicações (ZIMNIEWSKA *et al.*, 2017).

Em algumas plantas de beneficiamento, não é realizada a separação das fibras curtas e longas. As fibras desalinhas e com alto grau de impurezas são direcionadas direto para a algodonização. Essa estratégia é utilizada devido à escassez de maquinário específico para processamento das fibras longas de cânhamo (ZIMNIEWSKA, 2022).

O maquinário para beneficiamento do cânhamo é o mesmo utilizado para o linho, um conjunto de máquinas exclusivas que não podem ser utilizadas para processamento de outras fibras como o algodão. Devido a essas limitações, há uma escassez e uma falta de interesse econômico na compra e produção de novas máquinas de beneficiamento das fibras liberianas. A estratégia da algodonização permite utilizar a mesma planta fabril do algodão, maquinário facilmente encontrado e de valor comercial mais interessante. No entanto, é importante ressaltar que a algodonização das fibras de cânhamo impacta de maneira negativa suas características relacionadas à sustentabilidade, como sua resistência e durabilidade (ZIMNIEWSKA, 2022).

## PROCESSAMENTO MECÂNICO DAS FIBRAS DE CÂNHAMO

Durante o processamento mecânico pode-se obter três produtos: feixes de fibras curto e longo e o núcleo lenhoso (também chamados “*hurds*” ou “*shives*”). O processamento mecânico completo passa por três etapas e visa obter fibras longas, limpas, macias e resistentes de cânhamo, prontas para serem usadas na tecelagem.

Após a maceração e, a primeira etapa mecânica consiste na trituração ou decorticação, que tem como objetivo quebrar a hastes, parte lenhosa do caule da planta, em pequenos pedaços para facilitar a remoção dos feixes fibrosos. Pode ser efetuada manualmente ou em máquinas que possuem cilindros de ferro canelados, que esmigalham o caule, sem, contudo, afetar as propriedades das fibras de forma negativa (ROMÃO, 2003; GREGOIRE *et al.*, 2019). Em seguida o material é submetido a espadelagem (refinação, “*scutching*”) para retirada de componentes que possam ter ficado aderidos às fibras, proporcionando maior limpeza. A última etapa, a de penteagem (*hackling*), consiste em um processo de pentear e paralelizar o feixe de fibras utilizando uma série de guarnições metálicas. Esse processo pode ser efetutado manualmente (pentes com dentes metálicos) ou em máquinas de cardagem. O objetivo desse processo é eliminar os restos das cascas e de fragmentos lenhosos que ainda se encontram aderidos aos feixes, separar as fibras curtas das longas (que são mais propícias para formação de fios mais finos) e deixar a mecha de fibras que se forma ao final do processo mais uniforme (paralelismos e comprimento médio) possibilitando o processo de fiação (MÜSSIG *et al.*, 2020; MUZYCZEK, 2020).

## QUANTO AO SOLO

O carbono é captado por meio do processo de fotossíntese e se mantém armazenado nas raízes, de forma que a grande quantidade desse composto presente no solo corresponde a uma redução da quantidade presente na atmosfera (FINNAN; STYLES, 2013).

Um estudo do ano de 2020, focado na capacidade de fitorremediação (redução da contaminação do solo) do cânhamo, evidencia a sua adequação para processos dessa vertente, visto que o cânhamo cumpre o papel de absorção de metais pesados no solo (ZIELONKA et al., 2020). Além disso, o sistema de raízes da planta fornece aeração e fertilização ao solo (CHERNEY; SMALL, 2016).

A raiz da planta cânhamo é longa capaz de absorver (CO<sub>2</sub>) dióxido de carbono da atmosfera, contribuindo diretamente para a regeneração do solo. Quando macerados no local, folhas e insumos servem de fertilizantes (DELFINO, 2021). É capaz de regenerá-lo, tornando-o adequado para a rotação de culturas (SMITH-HEISTERS, 2008).

## POSSIBILIDADE DE BENEFICIAMENTO NO BRASIL

Algumas plantas cultivadas no Brasil, como a juta e a malva, possuem características estruturais semelhantes ao cânhamo, portanto os processos aplicados para o beneficiamento são parecidos. Uma maneira de pensar sobre o processamento da fibra de cânhamo em nosso país, é olhar para essas fibras similares e como elas são trabalhadas. O estudo da produção dessas fibras são de extrema importância para se ter uma visão ampla das possibilidades de beneficiamento do cânhamo em nosso país.

A juta é uma fibra longa, natural, macia e brilhante. Assim como o cânhamo, ela é extraída do caule da planta, tendo sua produção concentrada na região norte, com destaque para os estados do Amazonas e Pará (PAIVA, 2009). Assim como a juta, o rami também é extraído do caule da planta *Boehmeria nivea*. O auge do cultivo do rami se deu nas décadas de 60 e 70 majoritariamente no estado do Paraná, porém o alto custo de produção somado a produtos originários da china com preços mais competitivos levaram ao declínio do cultivo na década de 90 (ANDRADE, 2022).

O beneficiamento de cânhamo do Brasil pode possuir perfis produtivos distintos quanto a capacidade de processamento. O mesmo pode ser realizado utilizando apenas ferramentas manuais para as etapas mecânicas ou por meio de maquinário em uma, duas ou todas as etapas do processo. Adaptar o maquinário utilizado em outras fibras vegetais no Brasil para o processamento do cânhamo é fundamental para viabilizar a implementação na cultura no país.

Para realizar todas as etapas de maneira manual, é necessário utilizar uma ferramenta de corte manual, a espadeladora de madeira e uma penteadeira feita com pregos pontiagudos em uma base firme. Esse perfil produtivo se adequa melhor a pequenas produções familiares. A etapa que exige mais esforço é a decorticação, que pode ser realizada por decorticadores utilizados no beneficiamento da juta (FRAXE; FERREIRA, 2018). A espadelagem pode ser otimizada utilizando uma roda de espadelar, que nada mais é do que uma roda com oito tacos de madeira uniformemente distribuídos e girando através de uma alavanca. O equipamento gira rente a uma pequena plataforma, onde o cânhamo é apoiado.



Figura 7 - Ferramenta de quebra manual dos caules

Fonte: disponível em <<https://fibershed.org>>.



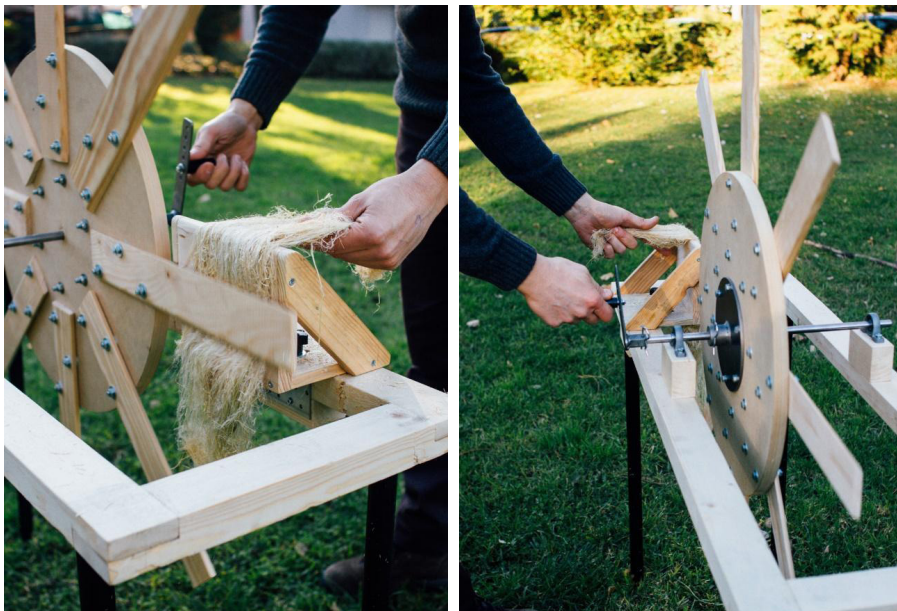


Figura 8 (esquerda); Figura 9 (direita): roda de espadelar.

Fonte: disponível em <[www.saberfazer.org/research/2017/1/16/reconstruir-uma-espadeladora](http://www.saberfazer.org/research/2017/1/16/reconstruir-uma-espadeladora)>.



Figura 10: Penteadeira

Fonte: disponível em <[journalwsd.org.uk/article/flax-from-seed-to-linen-yarn](http://journalwsd.org.uk/article/flax-from-seed-to-linen-yarn)>.

Em países onde a cultura do cânhamo já está bem estabelecida, é possível encontrar maquinários de pequena escala para o processamento da fibra. Algumas opções de maquinário realizam todos os processos mecânicos em linha, aumentando em muito a capacidade de processamento quando comparado ao processamento manual. Um conjunto de equipamentos como esse possui um elevado custo de aquisição devida à importação, o que dificulta o acesso a essa tecnologia no Brasil.



Figura 11 – Conjunto de maquinário TapRoot Fiber.

Fonte: disponível em <<https://taprootfibrelab.ca>>.

O Brasil possui grande potencial para implementar o cultivo do cânhamo. O beneficiamento da fibra para uso têxtil pode ser rapidamente implementado utilizando processos mecânicos manuais ou aproveitando maquinários decorticadores utilizados para outras fibras vegetais.

## CENÁRIOS FUTUROS

O Brasil apresenta grande potencial para se tornar um país cultivador de cânhamo, tendo em vista que seus grandes parceiros comerciais no agronegócio como Estados Unidos, China, União Europeia, Israel e Canadá já possuem um mercado consolidado com produtos derivados da planta. Além disso, existem diversos registros de importação de insumos da planta, além de muitas marcas brasileiras já estarem utilizando o cânhamo como matéria-prima para sua produção. O setor do agronegócio no Brasil contribui fortemente com a



balança comercial nacional, sendo grande exportador de *commodities* como soja, milho, café e açúcar. A cultura de cânhamo é considerada essencial, quando comparada a outras *commodities*, pelo fato de oferecer alimentos e fibras, materiais considerados essenciais para a manutenção da vida humana (CHERNEY; SMALL, 2016).

O cânhamo possui diversas aplicações industriais atingindo nove principais categorias: agricultura, têxtil, reciclagem, automotivo, móveis, alimentos e bebidas, papel, construção materiais e cuidados pessoais.

Em relação à aptidão do cultivo da planta no país, (Rocha, 2019) afirma que as áreas que receberam a classificação de aptidão para o cultivo entre boa e ótima foram responsáveis por valores entre 70% e 95% do território nacional. Para o cultivo de fibras o território brasileiro possui entre 80% e 95% de áreas com aptidão entre boa e ótima. Para o cultivo de flores este percentual foi superior a 80% e para o cultivo de sementes superior a 70% (ROCHA, 2019).

Quanto ao setor têxtil, a indústria desempenha papel importante no país em relação ao crescimento econômico. O mercado têxtil brasileiro está entre os 5 maiores produtores mundiais. Segundo dados da ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil), o setor emprega quase 20% dos empregos brasileiros, e é responsável por cerca de 6% do faturamento da indústria de transformação.

Ainda existem diversos desafios a serem enfrentados para o cultivo eficiente e sustentável do cânhamo têxtil. Tendo em vista que a temperatura e o fotoperíodo afetam o desenvolvimento da planta, assim como a expressão sexual da planta, um dos grandes desafios ambientais é manter uma safra de qualidade e repetição igual, visto que a cada temporada o clima fisiologicamente sofre alterações (MUSIO; SALVATORE; 2018; VANDEPITTE, Katrien *et al.*, 2020), gerando uma variabilidade qualitativa na fibra. Os desafios técnicos, que incluem a colheita, o processamento, e a viabilidade técnica de logística e equipamentos também se destacam (ZIMNIEWSKA, 2022). Agricultores que optem por cultivar a planta para aplicações de fibras precisarão incluir desenvolvimento de processos e infraestrutura para apoiar a colheita, o transporte e o processamento em grande escala, pois os fardos são volumosos e exigirão instalações e processamento próximos ao cultivo. Ademais, existe uma forte necessidade de modernização de maquinário para o processamento do cânhamo têxtil, além de estudos serem necessários para conquistar uma produção de cânhamo 100% orgânica – fatos que evidenciam a necessidade de passos mais largos para alcance de uma linha de produção de extrema qualidade (SCHUMACHER; PE-QUITO; PAZOUR, 2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com levantamento da empresa de inteligência de mercado de cannabis Kaya Mind, a regulamentação da cannabis no Brasil poderia gerar 117 mil empregos e movimentar R\$26,1 bilhões em apenas quatro anos no país. “O cânhamo têxtil pode representar uma revolução mais sustentável na indústria da moda. Com seu baixo impacto ambiental e versatilidade, ele não apenas reduz nossa pegada de carbono, mas também oferece muitas oportunidades econômicas. É uma matéria-prima que alia inovação, sustentabilidade e crescimento econômico” afirma Rafael Arcuri, presidente da Associação Nacional do Cânhamo Industrial (ANC).

A indústria da moda carrega grande responsabilidade na emissão de carbono, além de outros inúmeros impactos ambientais, portanto é urgente a busca por processos e matérias primas que sejam menos impactantes. As longas fibras extraídas do caule do cânhamo, se beneficiadas de maneira mecânica, de modo que mantenha seu comprimento e qualidades físicas, pode ser apta a diversas aplicações no universo têxtil. Além de suas propriedades mecânicas, a característica sustentável das fibras de cânhamo se relaciona diretamente com a maneira pela qual a planta é cultivada. É fundamental que as fibras extraídas sejam provenientes de cultivos orgânicos e agroecológicos, beneficiando o clima e o ecossistema local. Estudos confirmam a contribuição do cultivo do cânhamo nessas condições para a preservação da biodiversidade e para a regeneração do solo.

Atualmente, no Brasil não há regulamentação para o cultivo da fibra. Algumas marcas comercializam roupas feitas com cânhamo, porém, a matéria-prima é produzida em outros países, principalmente na China, resultando em altos custos logísticos e não estimulando diretamente o setor interno. Além da origem, também é fundamental considerar o processo produtivo desta matéria-prima, pois se cultivada em modelo de monocultura e com uso de pesticidas nocivos, pode ocasionar os mesmos impactos do algodão convencional. Além disso, os métodos de processamento da fibra devem buscar manter as propriedades originais da mesma, evitando processamentos que podem encurtá-las e enfraquecê-las.

É fundamental que haja incentivo às pesquisas sobre o cânhamo nas universidades brasileiras e organizações especializadas, pois além de ajudar a desenvolver técnicas de cultivo e processamento eficientes, o cânhamo tem potencial econômico rentável e sustentável para o país, sendo a chave para reverter não apenas os impactos da moda, mas também acesso a regulamentação que assegura outras formas de uso da planta.

O mercado da cannabis já vem estimulando diversos setores da economia e mesmo estando no seu estágio inicial, os têxteis representam a segunda maior categoria na indústria do cânhamo. A Data Bridge Market Research traz a estimativa de que o mercado de roupas de cânhamo deverá atingir US\$ 81.567,64 milhões até 2030.

Para que a produção de cânhamo têxtil seja viável em solo brasileiro, é preciso de esforços coletivos, tanto uma legislação mais coerente, como pesquisa e mobilização da própria indústria têxtil para investir em maquinários e estrutura específica para esta fibra. Enquanto este mercado não é realidade no país, é fundamental que haja articulações para disseminar informações relevantes, incentivar a participação efetiva da indústria e pressionar o poder público.

O setor da moda precisa urgentemente de uma revolução e o cânhamo pode ter um papel fundamental neste processo.

*Eduarda Bastian e Fernanda Simon*

#### NOTA FINAL:

**O material aqui apresentado foi construído colaborativamente pelos participantes do Grupo de Trabalho de Cânhamo Têxtil, organizado pela Associação Nacional do Cânhamo Industrial (ANC) e pelo Instituto Fashion Revolution Brasil. As informações não representam um único ponto de vista, mas são resultados de um trabalho realizado em equipe por pesquisadores independentes. Reforçamos que as pesquisas estão em constante evolução e que o objetivo deste material é incentivar, cada vez mais, processos de descobertas e avanços no ramo do cânhamo têxtil.**

## REFERÊNCIAS:

ABIT. **O setor têxtil e de confecção e os desafios da sustentabilidade**. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, 2017.

ADAMSEN, A. P. S.; AKIN, D. E.; RIGSBY, L. L. *Chemical retting of flax straw under alkaline conditions*. In: **Textile Research Journal**, v. 72, p. 789-794, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/004051750207200907>. Acesso em: 23 jul. 2024.

ADWA CANNABIS. **Cannabis medicinal e industrial no Brasil - potencial para cultivo**. 12 p. Disponível em: [https://adwacannabis.com.br/wp-content/uploads/2019/08/relatorioadwa\\_sum%C3%A1rio-executivo.pdf](https://adwacannabis.com.br/wp-content/uploads/2019/08/relatorioadwa_sum%C3%A1rio-executivo.pdf). Acesso em 23 jul. 2024.

ADWA CANNABIS. **Medical and Industrial Cannabis in Brazil**. Sumário Executivo. 2019. Disponível em: <https://adwacannabis.com.br/sumario-executivo/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

AKIN, D. E.; RIGSBY, L. L.; HENRIKSSON, G.; ERIKSSON, K. E. L. *Structural effects on flax stems of three potential retting fungi*. **Textile Research Journal**, v. 68, n. 7, p. 515-519, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/004051759806800708>. Acesso em: 23 jul. 2024.

AKIN, D. E.; FOULK, J. A.; DODD, R. B.; MCALISTER, D. D. *Enzyme-retting of flax and characterization of processed fibers*. **Journal of Biotechnology**, v. 89, n. 2-3, p. 193-203, 23 ago. 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0168-1656\(01\)00298-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1656(01)00298-X). Acesso em: 23 jul. 2024.

AKIN, D. E.; HENRIKSSON, G.; EVANS, J. D.; ADAMSEN, A. P. S.; FOULK, J. A.; DODD, R. B. *Progress in enzyme-retting of flax*. **Journal of Natural Fibers**, v. 1, n. 1, p. 21-47, 2004. Disponível em: [https://doi.org/10.1300/J395v01n01\\_03](https://doi.org/10.1300/J395v01n01_03). Acesso em: 23 jul. 2024.

AKIN, D. E. *Linen most useful: perspectives on structure, chemistry, and enzymes for retting flax*. **ISRN Biotechnology**, v. 2013, p. 186534, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4403609/>. Acesso em: 23 jul. 2024.

ALVES, I. C. **Trabalhos e estudos sobre a cultura de plantas produtoras de fios no Brasil colônia**. 2007. 101 f. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13370>. Acesso em: 23 jul. 2024.

ANDRADE, H. V. **Desenvolvimento de arranjo produtivo para processamento de fibra de cânhamo**. 2022. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/24653/TCC%20-%20Hugo%20Vieira%20de%20Andrade.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 23 jul. 2024.

ANDRADE, P. G. G. **Dilma e Médici?** 2012. Disponível em: <http://neccint.worpress.com/tag/conferencia-de-estocolmo-de-1972/>. Acesso em 23 jul. 2024.

ANVISA. Agência nacional de vigilância sanitária. OFÍCIO Nº 525/2022/SEI/DIRE5/ANVISA.

BARROS, A.; PERES, M. Proibição da maconha no Brasil e suas raízes históricas escravocratas. **Revista Periferia**, v. 3, n. 2, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/periferia.2011.3953>. Acesso em 23 jul. 2024.

BELTRAN, R.; HURREN, C. J.; KAYNAK, A.; WANG, X. *Correlating the fineness and residual gum content of degummed hemp fibres*. **Fibers and Polymers**, v. 3, p. 129-133, 2002. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02912656>. Acesso em 23 jul. 2024.

BLEUZE, L.; LASHERMES, G.; ALAVOINE, G.; RECOUS, S.; CHABBERT, B. *Tracking the dynamics of hemp dew retting under controlled environmental conditions*. **Industrial Crops and Products**, v. 123, p. 55-63, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.054>. Acesso em 23 jul. 2024.

BORSA, J.; LÁSZLÓ, K.; BOGUSLAVSKY, L.; TAKÁCS, E.; RÁCZ, I.; TÓTH, T.; SZABÓ, D. *Effect of mild alkali/ultrasound treatment on flax and hemp fibres: the different responses of the two substrates*. **Cellulose**, v. 23, p. 2117-2128, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10570-016-0909-y>. Acesso em 23 jul. 2024.

BRASIL. **BNDigital I**: Correio Paulistano (SP), 13110 ed., 1900. Fundação Biblioteca Nacional. Disponível em: [https://memoria.bn.gov.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972\\_06&pesq=&hf=memoria.bn.br&pagfis=245](https://memoria.bn.gov.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=090972_06&pesq=&hf=memoria.bn.br&pagfis=245). Acesso em 23 jul. 2024.

BRASIL. **Cânabis brasileira**: pequenas anotações. Rio de Janeiro: Ministério das Relações Exteriores, 1959. 40 p.

BRASIL. **Declaração de Estocolmo**. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). 4 p. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Declaracao%20de%20Estocolmo%201972.pdf>. Acesso em 23 jul. 2024.

BRASIL. **AGU impede concessão de autorização judicial para importação e plantio de sementes de cannabis tipo cânhamo industrial.** Distrito Federal: Advocacia-Geral da União, 8 jul. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agu/pt-br/comunicacao/noticias/agu-impede-concessao-de-autorizacao-judicial-para-importacao-e-plantio-de-sementes-de-cannabis-tipo-canhamo-industrial>. Acesso em: dez. 2022.

BROOK, H.; SLASKI, J.; JAMES, B. **Industrial hemp harvest and storage: best management practices.** Alberta Agriculture and Rural Development, 2015. Disponível em: [https://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/crop15539/\\$file/HempHarvestStorage.pdf?OpenElement](https://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/crop15539/$file/HempHarvestStorage.pdf?OpenElement). Acesso em 23 jul. 2024. 31 p.

BURTON, R. **Viagens aos planaltos do Brasil.** 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1983. v. 2, 375 p.

CARDOSO, F. H. **Capitalismo e escravidão no Brasil meridional:** o negro na sociedade escravocrata do Rio Grande do Sul. 5. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2003. 379 p. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5499576/mod\\_resource/content/1/Capitalismo%20e%20escravid%C3%A3o%20no%20Brasil%20meridional%20by%20Fernando%20Henrique%20Cardoso%20%28z-lib.org%29.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5499576/mod_resource/content/1/Capitalismo%20e%20escravid%C3%A3o%20no%20Brasil%20meridional%20by%20Fernando%20Henrique%20Cardoso%20%28z-lib.org%29.pdf). Acesso em: 23 jul. 2024.

CARLINI, E. A. A história da maconha no Brasil. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 55, n. 4, p. 314-317, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0047-20852006000400008>. Acesso em 23 jul. 2024.

CAVALCANTI, N. O. **Histórias de conflitos no Rio de Janeiro colonial:** Da carta de Caminha ao contrabando de camisinha (1500-1807). São Paulo: Editora José Olympio, 2014.

CHAU, C.; LEUNG, T.; NG, W. Y. *A review on life cycle assessment, life cycle energy assessment and life cycle carbon emissions assessment on buildings.* **Applied Energy**, v. 143, n. 1, 2015. p. 395-413. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.023>. Acesso em 23 jul. 2024.

CHEGDANI, F.; BUKKAPATNAM, S. T. S.; EL MANSORI, M. *Thermo-mechanical effects in mechanical polishing of natural fiber composites.* **Procedia Manufacturing**, v. 26, p. 294-304, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.038>. Acesso em 23 jul. 2024.

CHERNEY, J. SMALL, E. *Industrial hemp in North America: Production, politics and otential.* **Agronomy**, vol. 6, n. 4, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy6040058>. Acesso em 23 jul. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **O setor têxtil e de confecção e os desafios da sustentabilidade.** Brasília: CNI, 2017. Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/bb/6f/bb6fdd8d-8201-41ca-981d-deef4f58461f/abit.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/bb/6f/bb6fdd8d-8201-41ca-981d-deef4f58461f/abit.pdf). Acesso em 24 jul. 2024.

CORONA, A.; BIRVED, M. *Effect of the retting process on the life cycle performance of hemp fibre composites.* In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 15., 2017, Greece. **Proceedings [...]**. Rhodes/Greece, 2017. p. 1-5. Disponível em: [https://cest2017.gnest.org/sites/default/files/presentation\\_file\\_list/cest2017\\_01351\\_poster\\_paper.pdf](https://cest2017.gnest.org/sites/default/files/presentation_file_list/cest2017_01351_poster_paper.pdf). Acesso em: 23 jul. 2024.

DA ROSA, L. Cultivo do cânhamo no Brasil. In: *CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE HISTÓRIA DE EMPRESAS E ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HISTÓRIA ECONÔMICA*, 7, IX, 2019. Ribeirão Preto. **Anais [...]** Ribeirão Preto: USP/ABPHE, 2019. p. 1-27. Disponível em: [https://www.abphe.org.br/uploads/Encontro\\_2018/DA%20ROSA.%20CULTIVO%20DO%20C%3%-82NHAMO%20NO%20BRASIL.pdf](https://www.abphe.org.br/uploads/Encontro_2018/DA%20ROSA.%20CULTIVO%20DO%20C%3%-82NHAMO%20NO%20BRASIL.pdf). Acesso em 23 jul. 2024.

DA ROSA, L. Levantamento geográfico da produção de linho cânhamo na América Portuguesa (1716-1822): análise preliminar. In: *ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HISTÓRIA ECONÔMICA*, 8., 2020, Ribeirão Preto. **Anais [...]** Ribeirão Preto: USP/ABPHE, 2020. p. 1-18. Disponível em: [https://www.abphe.org.br/uploads/X\\_Enc\\_Pos\\_Osasco\\_2020/Lilian%20da%20Rosa.pdf](https://www.abphe.org.br/uploads/X_Enc_Pos_Osasco_2020/Lilian%20da%20Rosa.pdf). Acesso em: 23 jul. 2024.

DAENEKINDT, A. Flax, hemp, and allied fibres in the world. **Euroflax News**, v. 21, p. 6-9, 2004.

DELFINO, L. **Análise do cânhamo como alternativa sustentável para um modelo de produção e consumo circular.** 2021. 129 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Administração) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/29905/1/2021\\_LucasDelfino\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/29905/1/2021_LucasDelfino_tcc.pdf). Acesso em 23 jul. 2024.

DESANLIS, F.; CERRUTI, N.; WARNER, P. *Hemp agronomics and cultivation.* In: **HEMP: industrial production and uses.** Oxfordshire: CAB International, 2013. p. 98-124.

DI CANDILO, M.; RANALLI, P.; BOZZZI, C.; FOCHER, B.; MASTROMEI, G. *Preliminary results of tests facing with the controlled retting of hemp.* **Industrial Crops and Products**, v. 11, n. 2-3, p. 197-203, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(99\)00047-3](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(99)00047-3). Acesso em 23 jul. 2024.

DIAS, A. Algumas plantas e fibras têxteis indígenas e alienígenas. Bahia, 1927. In: MAMEDE, E. B. Maconha: ópio do pobre. **Neurobiologia**, v. 8, p. 71-93, 1945.



DONAGHY, J. A.; LEVETTE, P. N.; HAYLOCK, R. W. *Changes in microbial populations during anaerobic flax retting*. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 69, n. 5, p. 634-641, 1990. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1990.tb01556.x>. Acesso em 23 jul. 2024.

DONAGHY, J. A.; BOOMER, J. H.; HAYLOCK, R. W. *An assessment of the quality and yield of flax fiber produced by the use of pure bacterial cultures in flax rets*. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 14, n. 2, p. 131-134, 1992. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0141-0229\(92\)90170-S](https://doi.org/10.1016/0141-0229(92)90170-S). Acesso em 23 jul. 2024.

FERNANDO, D.; THYGESSEN, A.; MEYER, A. S.; DANIEL, G. *Elucidating field retting mechanism of hemp fibers for biocomposites: Effect of microbial actions and interactions on the cellular micro-morphology and ultrastructure of hemp stems and bast fibers*. **BioResources**, v. 14, n. 2, p. 4047-4084, 2017. Disponível em: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/elucidating-field-retting-mechanisms-of-hemp-fibres-for-biocomposites-effects-of-microbial-actions-and-interactions-on-the-cellular-micro-morphology-and-ultrastructure-of-hemp-stems-and-bast-fibres/>. Acesso em 23 jul. 2024.

FINKBEINER, M.; SCHAU, E.; LEHMANN, A.; TRAVERSO, M. *Towards Life Cycle Sustainability Assessment*. **Sustainability**, Suíça, v. 10, n. 2, p. 3309-3322, out. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su2103309>. Acesso em: 23 jul. 2024.

FINNAN, J.; STYLES, D. *Hemp: A more sustainable annual energy crop for climate and energy policy*. **Energy Policy**, v. 58, p. 152-162, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.02.046>. Acesso em: 23 jul. 2024.

FLETCHER, K.; GROSE, L. **Moda e sustentabilidade: design para a mudança**. 1. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012. 192 p.

FRANÇA, J. M. C. **História da maconha no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Jandaíra, 2022. E-book. 168 p.

FRAXE, T. J. P.; FERREIRA, A. S. Nova técnica para extração de fibras de juta e malva em processo a seco no Estado do Amazonas: o resgate da utopia. **Inclusão Social**, v. 12, n. 1, p. 161-171, jul./dez. 2018. Disponível em: <https://revista.ibict.br/inclusao/article/view/4402>. Acesso em: 23 jul. 2024.

FREIRE, H. S. A.; COSTA, M. M. da; ROCHA, S.; SANTOS, G. A. dos. Potencial de uso de cânhamo industrial (*Cannabis sativa* L.), para a produção de celulose fibra longa. **Boletim Técnico SIF**, n. 3, v. 1. Viçosa: SIF, 2021. Disponível em: <https://sif.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Boletim-03.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2024.

GARCIA-JALDON, C.; DUPEYRE, D.; VIGNON, M. R. *Fibres from semi-retted hemp bundles by steam explosion treatment*. **Biomass and Bioenergy**, v. 14, n. 3, p. 251-260, 1998. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(97\)10039-3](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(97)10039-3). Acesso em: 23 jul. 2024.

GREGOIRE, M.; DE LUYCKER, E.; BAR, M.; MUSIO, S.; AMADUCCI, S.; OU-AGNE, P. *Study of solutions to optimize the extraction of hemp fibers for composite materials*. **SN Applied Sciences**, v. 1, n. 10, p. 1-6, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1332-4>. Acesso em: 23 jul. 2024.

HENRIKSSON, G.; AKIN, D. E.; HANLIN, R. T.; RODRIGUEZ, C.; ARCHIBALD, D. D.; RIGSBY, L. L.; ERIKSSON, K. E. L. *Identification and retting efficiencies of fungi isolated from dew-retted flax in the United States and Europe*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 63, p. 3950-3956, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/aem.63.10.3950-3956.1997>. Acesso em: 23 jul. 2024.

JANKAUSKIENĖ, Z.; BUTKUTĖ, B.; GRUZDEVIEŖĖ, E.; CESEVIČIENĖ, J.; FERNANDO, A. L. *Chemical composition and physical properties of dew- and water-retted hemp fibers*. **Industrial Crops and Products**, v. 75, parte b, p. 206-211, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.06.044>. Acesso em: 23 jul. 2024.

JINQIU, Z.; JIANCHUN, Z. *Effect of refined processing on the physical and chemical properties of hemp bast fibers*. **Textile Research Journal**, v. 80, n. 8, p. 744-753, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0040517509342317>.

JOHANN, R. F. **Na trama dos escravos de Sua Majestade: o batismo e as redes de compadrio dos cativos da Real Feitoria do Linho Cânhamo (1788-1798)**. 2010. 56 f. Trabalho de Conclusão de Graduação (Graduação em História) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28999/000774636.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 jul. 2024.

JOHN, M. J.; ANANDJIWALA, R. D. *Recent developments in chemical modification and characterization of natural fiber-reinforced composites*. **Polymer Composites**, v. 29, p. 187-207, 2007. Disponível em: <https://4spepublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pc.20461>. Acesso em: 24 jul. 2024.

JOSE, S.; MISHRA, L.; BASU, G.; SAMANTA, A. K. *Study on reuse of coconut fiber chemical retting bath. Part 1: retting efficiency*. **Journal of Natural Fibers**, v. 13, n. 5, p. 603-609, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15440478.2015.1093441>. Acesso em: 23 jul. 2024.

JUAREZ, A. G. V.; ROST, G.; HEITMANN, U.; HEGER, E.; MUELLER, R. *Construction of a pilot plant for producing fine linen fibers for textiles*. **Biochemical Engineering Journal**, v. 71, p. 11-18, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2012.11.010>. Acesso em: 23 jul. 2024.

KARCHE, T.; SINGH, M. R. *The application of hemp (Cannabis sativa L.) for a green economy: A review*. **Turkish Journal of Botany**, v. 43, n. 6, p. 710-723, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3906/bot-1907-15>. Acesso em: 23 jul. 2024.

KONCZEWICZ, W.; KRYSZAK, N.; NOWACZKIEWICZ, E.; KOZLOWSKI, R.; WOJTYSIAK, J.; PODSIEDLIK, W. *Osmosis phenomena based degumming of bast fibrous plants as a promising method in primary processing*. **Molecular Crystals and Liquid Crystals**, v. 571, n. 1, p. 116-131, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15421406.2012.703912>. Acesso em: 24 jul. 2024.

LE PRESTRE, P. G. **Ecopolítica internacional**. 2. ed. São Paulo: Senac-SP, 2005. 520 p.

LEE, C. H.; KHALINA, A.; LEE, S. H.; LIU, M. *A comprehensive review on bast fibre retting process for optimal performance in fibre-reinforced polymer composites*. **Advanced Materials Science and Engineering**, v. 2020, n. 6074063, p. 1-27, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2020/6074063>. Acesso em 24 jul. 2024.

LEINOW, L.; BIRNBAUM, J. **O Guia completo do CBD e das propriedades medicinais da Cannabis**. 1. ed. Minas Gerais: Editora Laszlo, 2021.

LI, H. *An archeological and historical account of Cannabis in China*. **Economic Botany**, v. 28, p. 437-448, 1973. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02862859>. Acesso em: 24 jul. 2024.

LI, Y.; PICKERING, K. L.; FARRELL, R. L. *Analysis of green hemp fibre reinforced composites using bag retting and white rot fungal treatments*. **Industrial Crops and Products**, v. 29, n. 2-3, p. 420-426, mar. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.08.005>. Acesso em: 24 jul. 2024.

LIU, M.; THYGESEN, A.; SUMMERSCALES, J.; MEYER, A. S. *Targeted pre-treatment of hemp bast fibers for optimal performance in biocomposite materials: a review*. **Industrial Crops and Products**, v. 108, p. 660-683, 1 dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.07.027>. Acesso em: 24 jul. 2024.

LUCENA, J. Os fumadores de maconha em Pernambuco. **Arquivos de Assistência Psiquiátrica**, v. 4, p. 55-96, 1934.

MAGNUSSON, K.; SVENNERSTEDT, B. *Influence of temperature on the water retting process of hemp (Cannabis sativa L.) cultivated under Swedish climate conditions*. **Journal of Industrial Hemp**, v. 12, n. 2, p. 3-17, 2007. Disponível em: [https://doi.org/10.1300/J237v12n02\\_02](https://doi.org/10.1300/J237v12n02_02). Acesso em: 24 jul. 2024.

MANAIA, J. P.; MANAIA, A. T.; RODRIGUES, L. *Industrial hemp fibers: an overview*. **Fibers**, v. 7, n. 12, p. 1-106, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/fib7120106>. Acesso em: 24 jul. 2024.

MANIAN, A. P.; CORDIN, M.; PHAM, T. *Extraction of cellulose fibers from flax and hemp: a review*. **Cellulose**, v. 28, p. 8275-8294, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10570-021-04051-x>. Acesso em 24 jul. 2024.

MARTINS, F. X. G. **O papel do cânhamo industrial numa economia circular**. 2022. 73 f. Dissertação (Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente) – Universidade do Porto, Portugal. Disponível em: [https://sigarra.up.pt/fep/en/pub\\_geral.show\\_file?pi\\_doc\\_id=370354](https://sigarra.up.pt/fep/en/pub_geral.show_file?pi_doc_id=370354). Acesso em: 24 jul. 2024.

MAZOYER, M. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010. Disponível em: <https://codeagro.agricultura.sp.gov.br/uploads/capacitacao/historia-das-agriculturas-no-mundo-mazoyer-e-roudart.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2024.

MEDIAVILLA, V.; LEUPIN, M.; KELLER, A. *Influence of the growth stage of industrial hemp on the yield formation in relation to certain fibre quality traits*. **Industrial Crops and Products**, v. 13, n. 1, p. 49-56, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(00\)00052-2](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(00)00052-2). Acesso em: 24 jul. 2024.

MENZ, M. M. Os escravos da Feitoria do Linho Cânhamo: trabalho, conflito e negociação. **Afro-Ásia**, n. 32, p. 139-158, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/afroasia/article/view/21090>. Acesso em: 24 jul. 2024.

MILAN, G. S.; VITTORAZZI, C.; REIS, Z. C. A redução de resíduos têxteis e de impactos ambientais: um estudo desenvolvido em uma indústria de confecções do vestuário. In: XIII SEMEAD (Seminários em Administração), 2010, São Paulo. **Anais [...]** p. 1-17. Disponível em: <https://sistema.semead.com.br/13semead/resultado/trabalhospdf/282.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2024.

MOAWAD, H.; ABD EL-RAHIM, W. M.; HASHEM, M. M.; GEBREIL, G. M.; SABBOR, A.; ZAKARIA, M. *Retting and degumming of flax using biotechnology eco-friendly approach*. **Egyptian Journal of Chemistry**, v. 62, n. 11, p. 2033-2045, 2019. Disponível em: [https://ejchem.journals.ekb.eg/article\\_31762\\_2c1e3f11285dae54d5785c00f0e6a962.pdf](https://ejchem.journals.ekb.eg/article_31762_2c1e3f11285dae54d5785c00f0e6a962.pdf). Acesso em: 24 jul. 2024.

MORA, E.; MENA, L. Cânhamo en la industria Textil. **Revista Biorrefinaria**, v. 4, 2021.

MOTT, L. A maconha na história do Brasil. In: HENMAN, A.; PESSOA JR, O. (Orgs.) **Diamba Sarabamba**. Coletânea de textos brasileiros sobre a maconha. São Paulo: Ground, 1986.

MUSIO, S. **Hemp fibre for high-quality applications**. 2016. 87 f. Tese (Doutorado) – Curso de Agro-Food System, Università Cattolica del Sacro Cuore, Italy, 2017. Disponível em: [https://tesionline.unicatt.it/bitstream/10280/39867/2/01frontespizio\\_tesiphd\\_Musio.pdf](https://tesionline.unicatt.it/bitstream/10280/39867/2/01frontespizio_tesiphd_Musio.pdf). Acesso em: 24 jul. 2024.

MÜSSIG, J.; AMADUCCI, S.; BOURMAUD, A.; BEAUGRAND, J.; SHAH, D. U. *Transdisciplinary top-down review of hemp fibre composites: from an advanced product design to crop variety selection*. **Composites Part C: Open Access**, v. 2, n. 100010, p. 1-24, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.icomc.2020.100010>. Acesso em 24 jul. 2024.

MUZYCZEK, M. *The use of flax and hemp for textile applications*. In: KOZŁOWSKI, R. M.; MACKIEWICZ-TALARCYK, M. (eds.). **Handbook of natural fibres**. Reino Unido: Woodhead Publishing, 2020. p. 147-167. Acesso em 24 jul. 2024.

NAIR, G. R.; LYEW, D.; YAYLAYAN, V.; RAGHAVAN, V. *Application of microwave energy in degumming of hemp stems for the processing of fibres*. **Biosystems Engineering**, v. 131, p. 23-31, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.12.012>. Acesso em 24 jul. 2024.

NEBEL, K. M. *New processing strategies for hemp*. **Journal of the International Hemp Association**, v. 2, n. 1, p. 6-9, 1995. Disponível em: <http://www.internationalhempassociation.org/jiha/iha02101.html>. Acesso em: 24 jul. 2024.

NOGUEIRA, H. **Cânhamo industrial e suas aplicações têxteis na Europa**. Entrevista concedida à Associação Nacional do Cânhamo Industrial – reunião online, outubro 2022.

NUNES, L.; RÉH, R.; BARBU, M. C.; WALKER, P.; THOMSON, A.; MASKELL, D.; S; et al. *Nonwood bio-based materials*. **Performance of bio-based building materials**. Amsterdam: Elsevier, 2017. p. 97-186. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100982-6.00003-3>. Acesso em: 24 jul. 2024.

OLIVEIRA, L. L. **Do preconceito à legalidade: confrontando a política proibicionista da cannabis sativa frente aos direitos humanos**. 2014. 74 f. TCC (Graduação) – Curso de Direito, Centro de Ciências Jurídicas e Sociais, Universidade Federal de Campina Grande, Sousa, 2014. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/16624/1/LUCAS%20LOPES%20OLIVEIRA%20-%20TCC%20DIREITO%202014.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2024.

PAIVA, A. M. de. **Agricultura camponesa e desenvolvimento rural/local: um estudo da organização da produção de juta e malva na várzea do município de Manacapuru**. 2009. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Desenvolvimento Regional, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/2480/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Alciane%20Matos%20de%20Paiva.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2024.

POETZSCHER, J. **A juta no Brasil e no mercado mundial**. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1940.

PRITCHARD, M.; SARSBY, R. W.; ANAND, S. C. *Textiles in civil engineering*. Part 2 – natural fibre geotextiles. In: HORROCKS, A. R.; ANAND, S. C. (eds.). **Handbook of technical textiles**. 2000. p. 372-406. Disponível em: <https://doi.org/10.1533/9781855738966.372>. Acesso em: 24 jul. 2024.

RÉQUILÉ, S.; MAZIAN, B.; GRÉGOIRE, M.; MUSIO, S.; GAUTREAU, M.; NUEZ, L.; DAY, A.; THIÉBEAU, P.; PHILIPPE, F.; CHABBERT, B.; et al. *Exploring the dew retting feasibility of hemp in very contrasting European environments: influence on the tensile mechanical properties of fibres and composites*. **Industrial Crops and Products**, v. 164, n. 113337, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113337>. Acesso em: 24 jul. 2024.

RIBEIRO, A.; POCHART, P.; DAY, A.; MENNUNI, S.; BONO, P.; BARET, J. L.; SPADONI, J. L.; MANGIN, I. *Microbial diversity observed during hemp retting*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 99, p. 4471-4484, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00253-014-6356-5>. Acesso em 24 jul. 2024.

RIET, Dirk van de. **Evaluating Steam Explosion as Pre-treatment of Hemp Fibres for Use in High Value Products**. 2019. 39 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia e Gestão Industrial – Tecnologia de Produtos e Processos, Faculdade de Matemática e Ciências Naturais, Universidade de Groningen, Groningen, 2019. Disponível em: [https://fse.studenttheses.ub.rug.nl/19720/1/Bachelor\\_IEM\\_2019\\_DirkvandeRiet.pdf](https://fse.studenttheses.ub.rug.nl/19720/1/Bachelor_IEM_2019_DirkvandeRiet.pdf). Acesso em: 23 jul. 2024.

RISCALA M. E; CARDOSO T. **Relatório Cânhamo no Brasil**. São Paulo: KAYA MIND, 2022.

ROBINSON, R. **O grande livro da cannabis**. São Paulo: Zahar, 1999.

ROCHA, S. B. F. Potencial brasileiro para o cultivo de Cannabis sativa L. para uso medicinal e industrial. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL CANNABIS MEDICINAL: um olhar para o futuro, 2., 2019, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2019. p. 1-5.

ROCHA, S. B. F. **Cânhamo industrial e suas aplicações têxteis**. Entrevista concedida à Associação Nacional do Cânhamo Industrial – reunião online, outubro 2022.

RODRIGUES, M. A. Cannabis sativa L, uma planta com futuro. **Revista da Associação Portuguesa de Horticultura**, v. 135, p. 24-28, 2019. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/20389/1/33%20Trinta%20e%20tr%C3%AAs%20Ort.pdf>. Acesso em 24 jul. 2024.



ROMÃO, C. M. N. **Estudo do comportamento mecânico de materiais compósitos de matriz polimérica reforçados com fibras naturais**. 2003. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Portugal, 2003. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/12494/2/Texto%20integral.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SAAD, Luísa. **"Fumo de negro": a criminalização da maconha no pós-abolição**. 1. ed. Bahia: SciELO - EDUFBA, 2019. 237 p. Disponível em: [https://www.amazon.com.br/gp/product/B09VLGSPF2/ref=ppx\\_yo\\_dt\\_b\\_d\\_asin\\_title\\_o00?ie=UTF8&psc=1](https://www.amazon.com.br/gp/product/B09VLGSPF2/ref=ppx_yo_dt_b_d_asin_title_o00?ie=UTF8&psc=1). Acesso em 24 jul. 2024.

SALENTIJN, E. M. J.; PETIT, J.; TRINDADE, L. M. *The complex interactions between flowering behavior and fiber quality in hemp*. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, 2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2019.00614/full>. Acesso em 24 jul. 2024.

SANTOS, A. P. L.; FERNANDES, D. S. Análise do impacto ambiental gerado no ciclo de vida de um tecido de malha. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 4, n. 7, p. 1-17, 2012. Disponível em: <https://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/1483>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SANTOS, E. M. C.; SILVA, O. A. da. Sisal na Bahia - Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 16, e16029, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/rm2017.e16029>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SANTOS, L. **O Cânhamo é legal no Brasil?** 4 mar. 2022. Disponível em: <https://kayamind.com/canhamo-e-legal-no-brasil/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SANTOS, S. **Impacto ambiental causado pela indústria têxtil**. Portal da Associação Brasileira De Engenharia De Produção (ABEPRO). Arquivo do ENEGEP 1997. p. 1-8. Disponível em: [https://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997\\_T6410.PDF](https://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1997_T6410.PDF). Acesso em 24 jul. 2024.

SAUVAGEON, T.; LAVOIE, J. M.; SEGOVIA, C.; BROSSE, N. *Toward the cottonisation of hemp fibers by steam explosion - Part 1: Defibrillation and morphological*. **Textile Research Journal**, v. 88, n. 9, p. 1047-1055, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0040517517697644>. Acesso em 24 jul. 2024.

SCHUMACHER, A. G. D.; PEQUITO, S.; PAZOUR, J. *Industrial hemp fiber: a sustainable and economical alternative to cotton*. **Journal of Cleaner Production**, v. 268, n. 122180, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122180>. Acesso em: 24 jul. 2024.

SILVA, F. M. da ; LACERDA, P. S. B. de; JONES JUNIOR, Joel. Desenvolvimento sustentável e química verde. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 103-110, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/qS7t9QZV77mjSt4qLwwYCL-f/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 jul. 2024.

SMALL, E., MARCUS, D. *Hemp: A new crop with new uses for North America*. In: JANICK, J.; WHIPKEY, A. (eds.). **Trends in New Crops and New Uses**. ASHS Press; Alexandria, VA, USA: 2002. p. 284-326.

SMALL, E. *Evolution and classification of Cannabis sativa L (marijuana, hemp) in relation to human utilization*. **Botanical Review**, v. 81, n. 3, p. 189-294, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12229-015-9157-3>. Acesso em 24 jul. 2024.

SMITH-HEISTERS, S. *Environmental costs of hemp prohibition in the United States*. **Journal of Industrial Hemp**, v. 13, n. 2, p. 157-170, 2008.

SMITH-HEISTERS, S. **Illegally Green**: environmental costs of hemp prohibition in the United States. Reason Foundation. Mar. 2008. Disponível em: <https://reason.org/policy-study/illegally-green-environmental/>. Acesso em 24 jul. 2024.

SPONNER, J.; TOTH, L.; CZIGER, S.; FRANCK, R. R. *Hemp*. In: FRANCK, R. R. (ed.). **Bast Fibers and Other Plant Fibres**. Reino Unido: Woodhead Publishing, 2005. p. 176-206.

SUTKA, A.; KUKLE, S.; GRAVITIS, J.; BERZINS, A. *Chemical and physical modification of hemp fibers by steam explosion technology*. In: *Functional Materials and Nanotechnologies*. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 49, n. 012053, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/49/1/012053>. Acesso em: 24 jul. 2024.

TAMBURINI, E.; LEÓN, A. G.; PERITO, B.; MASTROMEI, G. *Characterization of bacterial pectinolytic strains involved in the water retting process*. **Environmental Microbiology**, v. 5, n. 9, p. 730-736, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1462-2920.2003.00462.x>. Acesso em: 24 jul. 2024.

THOMAS, M. G.; ABRAHAM, E.; JYOTISHKUMAR, P.; et al. *Nanocelluloses from jute fibers and their nanocomposites with natural rubber: preparation and characterization*. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 81, p. 768-777, nov. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.08.053>. Acesso em: 24 jul. 2024.

VAN DER WERF, H. M. G.; TURUNEN, L. *The environmental impacts of the production of hemp and flax textile yarn*. **Industrial Crops and Products**, v. 27, n. 1, p. 1-10, jan. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2007.05.003>. Acesso em: 24 jul. 2024.

VANDEPITTE, K. et al. *Hemp (Cannabis sativa L.) for high-value textile applications: The effective long fiber yield and quality of different hemp varieties, processed using industrial flax equipment*. **Industrial Crops and Products**, v. 158, p. 112969, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112969>. Acesso em: 24 jul. 2024.



VILLELA, Gustavo. 'Pito do Pango' na década de 30, maconha era vendida em herbanários do Rio. **O Globo**, Rio de Janeiro, n.p., 23 jul. 2014. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/em-destaque/pito-do-pango-na-decada-de-30-maconha-era-vendida-em-herbanarios-do-rio-13352181>. Acesso em: 24 jul. 2024.

ZHANG, J.; HENRIKSSON, G.; JOHANSSON, G. *Polygalacturonase is the key component in enzymatic retting of flax*. **Journal of Biotechnology**, v. 81, n. 1, p. 85-89, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0168-1656\(00\)00286-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1656(00)00286-8). Acesso em: 24 jul. 2024.

ZHAO, D. et al. *Optimization of process conditions for microwave-assisted flax water retting by response surface methodology and evaluation of its fiber properties*. **BioResources**, v. 15, n. 3, p. 5859-5870, 2020. Disponível em: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/optimization-of-process-conditions-for-microwave-assisted-flax-water-retting-by-response-surface-methodology-and-evaluation-of-its-fiber-properties/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

ZHENG, G. Y. *Numerical investigation of characteristic of anisotropic thermal conductivity of natural fiber bundle with numbered lumens*. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2014, n. 506818, p. 1-8, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/506818>. Acesso em: 24 jul. 2024.

ZIELONKA, D.; SZULC, W.; SKOWROŃSKA, M.; et al. *Hemp-based phytoaccumulation of heavy metals from municipal sewage sludge and phosphogypsum under field conditions*. **Agronomy**, v. 10, n. 6, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060907>. Acesso em: 24 jul. 2024.

ZIMNIEWSKA, M.; WLADYKA-PRZYBYLAK, M. *Natural fibers for composite applications*. In: RANA, S.; FANGUEIRO, R. (eds.). **Fibrous and textile materials for composite applications**. Textile Science and Clothing Technology. Singapore: Springer Science & Business Media, 2016. p. 171-204.

ZIMNIEWSKA, M.; ZBROWSKI, A.; KONCZEWICZ, W.; et al. *Cottonisation of decorticated flax fibres*. **Fibres and Textiles in Eastern Europe**, v. 25, n. 3, p. 26-33, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Malgorzata-Zimniewska/publication/319381465\\_Cottonisation\\_of\\_Decorticated\\_Flax\\_Fibres/links/59ad2ab8aca272f8a161599d/Cottonisation-of-Decorticated-Flax-Fibres.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Malgorzata-Zimniewska/publication/319381465_Cottonisation_of_Decorticated_Flax_Fibres/links/59ad2ab8aca272f8a161599d/Cottonisation-of-Decorticated-Flax-Fibres.pdf). Acesso em: 24 jul. 2024.

ZIMNIEWSKA, M. *Hemp fibre properties and processing target textile: review*. **Materials**, v. 15, n. 5, p. 1901, 2022. <https://doi.org/10.3390/ma15051901>. Acesso em: 24 jul. 2024.

