

Boletim

TÉCNICO SIF

Número 03 - Volume 01
Maio 2021

Potencial de uso de cânhamo industrial (Cannabis sativa L.), para a produção de celulose fibra longa

Henrique Silva Araújo Freire et al.

POTENCIAL DE USO DE CÂNHAMO INDUSTRIAL (*Cannabis sativa* L.), PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE FIBRA LONGA

Henrique Silva Araújo Freire^{2*}, Marcelo Moreira da Costa³, Sergio Rocha⁴
e Gleison Augusto dos Santos⁵

² Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Viçosa, MG - Brasil. E-mail: <henrique.freire@ufv.br>.

³ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG - Brasil. E-mail: <mmdc@ufv.br>e <gleison@ufv.br>.

⁴ Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Viçosa, MG - Brasil. E-mail: <sergio.rocha@adwacannabis.com.br>.

*Corresponding author.

RESUMO– A *Cannabis sativa* L. constitui-se de uma única espécie com altíssima variação intraespecífica, isso ocorre porque os espécimes do gênero não encontram nenhum impedimento a reprodução sexuada. São duas variedades de *Cannabis spp.*, uma com maior propensão a produção de fibras e outra para produção de metabólitos secundários (psicoativos). O cânhamo, produtor de fibras, é uma commodity potencialmente lucrativa adequada a sistemas de produção sustentáveis. O interesse renovado por esta cultura tem aumentado em todo mundo. A atualização do conhecimento a respeito desse cultivo é importante para entender se é realmente sustentável, legal e uma alternativa economicamente compensadora. Por outro lado, a contribuição do melhoramento de plantas, as práticas agroflorestais e as técnicas de processamento, podem ajudar a melhorar as características relevantes deste produto. O caule do cânhamo pode ser separado em dois componentes principais: os tecidos dispostos externamente ao câmbio vascular (composto por epiderme, córtex e floema) e os tecidos localizados internamente ao câmbio (xilema e medula). A produtividade do cânhamo em biomassa (base massa seca) varia consideravelmente na literatura, com valores que vão de 7 a 34 ton/ha/ano, a percentagem de fibras do floema primário (fonte das valiosas fibras longas do cânhamo) é estável, ficando em torno de 30%, do total dessa biomassa. Devido, principalmente as diferenças entre os genótipos, as práticas agronômicas, condições ambientais, e técnicas empregadas no processamento. O cânhamo industrial é uma cultura escalável que pode fornecer benefícios econômicos e ambientais significativos. Entretanto, a verdadeira valorização do cânhamo industrial dependerá de inovações significativas e do desenvolvimento de aplicações de alto valor. A colaboração do setor florestal, universidades e indústria é indispensável para o estabelecimento de um programa de cânhamo industrial robusto voltado às necessidades brasileiras. É crítico o desenvolvimento de pesquisas tanto nas ciências agrárias, bem como na área de tecnologia de materiais. Buscando, desde cultivares mais produtivos e adaptados as condições locais, até o desenvolvimento de bioprodutos que permitam o escoamento dessa produção para o mercado global. A Universidade Federal de Viçosa (UFV) será um grande player no desenvolvimento dessas tecnologias em parceria com empresas florestais e agrícolas.

Palavras-Chave: Industrial hemp, Alternativa a celulose de **Pinus**, Bioprodutos.

1. INTRODUÇÃO

O cânhamo é descrito como uma das commodities mais antigas e comerciais do mundo até os anos de 1830. Essa honrosa reputação é atribuída a diversidade e importância dos seus produtos derivados (Barnard, 2015). Nos últimos anos, houve uma renovação do interesse pela cultura, acarretando aumento exponencial no uso do cânhamo para diversas aplicações. De acordo com a FAO, houve aumento na produção mundial de cânhamo, no último quinquênio. As américas representam uma pequena fatia desse mercado sendo 5.5% da produção mundial total de fibra e 1.2% da produção mundial de grãos de cânhamo.

Atualmente, trinta países permitem o cultivo de cânhamo industrial. A quimiotaxonomia define como cânhamo industrial (hemp), as plantas da espécie *Cannabis sativa* L., com baixo potencial para produzir fitocanabinóides (metabólitos secundários) sendo o limite estabelecido pela maioria das jurisprudências no mundo de 0,3% de THC (delta-9-tetrahidrocannabinol). Padrão que torna o cânhamo inviável para produção de entorpecentes, mas muito útil para uma gama de outras aplicações. Entre elas, fibras, grãos, ou óleos essenciais (integral ou isolado). Recentemente, a produção de extratos botânicos e grãos dominam o mercado devido à crescente demanda de muitas indústrias incluindo farmacêuticas, alimentos e bebidas, cosméticos, tintas, bioplásticos, biodiesel, etc.

A *Cannabis sativa* L., é uma planta milenar que definitivamente mudou a história da humanidade. Sua domesticação remonta aos primórdios da agricultura e é evidente uma coevolução da planta com os hominídeos. A seleção antrópica moldou a planta, modificou seu conjunto gênico alterando o equilíbrio de Hardy-Weinberg, em favor das frequências alélicas que conferiam características produtivas interessantes às necessidades humanas. (Clarke and Merlin, 2013). Não se pode determinar qual foi o primeiro produto utilizado da planta, se sua fibra, sementes ou flores de forma medicinal.

A *Cannabis spp.*, se dispersou pela massa continental da Eurásia e devido sua altíssima capacidade adaptativa, chegou ao continente Africano e na porção ocidental da Europa. Posteriormente veio para as Américas, tanto sob a forma de produtos náuticos

embarcados nas caravelas, visto que era um artigo de primeira ordem para a navegação mercantilista. Como também sob a forma do pito-do-pango, ou fumo de Angola, quimiotipos medicinais da *Cannabis spp.*, foram introduzidas pelos povos traficados da África. Houve, inclusive, empreendimentos da Monarquia Portuguesa na tentativa de introduzir essa cultura no Brasil.

Sua domesticação remonta a 1ª Revolução Agrícola, no período neolítico, sendo uma das primeiras plantas domesticadas pelo homem e seu uso está documentado pela civilização Suméria localizada na região conhecida como crescente fértil. Os relatos de seu potencial terapêutico perfazem, no mínimo, os últimos 5000 anos de história da humanidade, sendo introduzida oficialmente na Matéria Médica Chinesa no ano 2800 a.C.

O isolamento dos compostos fitocanabinóides por Raphael Mechoulam e Gaoni (1970), iniciou uma nova era da pesquisa da *Cannabis*. Em uma segunda etapa foram descobertos os receptores endocanabinóides (CB1 e CB2). Posteriormente as substâncias endógenas canabinérgicas que se acoplavam a esses receptores (2-arachidonoilglicerol, 2AG) e Anandamida, (AEA). A descoberta e isolamento dos compostos da planta pelos israelitas, fez reacender a chama da ciência acerca dessa espécie. A *Cannabis* voltou a cena e, produziram-se inúmeras publicações científicas.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SOBRE A ESPÉCIE

A *Cannabis sativa* L., possui dois quimiotipos distintos, o primeiro domesticado em latitudes tropicais e subtropicais, selecionada por suas propriedades psicoativas e propensão a acumular delta-9-tetrahidrocannabinol (THC). Neste trabalho esse ecótipo será referido como maconha (Marihuana), em alusão a seu nome comum. O segundo ecótipo foi domesticado em latitudes temperadas, visando à produção de fibra e semente, propenso a produzir cannabidiol (CBD), neste trabalho será referido como Cânhamo (hemp).

A proibição da maconha, que é morfologicamente indistinguível de outras formas de *Cannabis* (Small, 2015), contribuiu para o declínio do cânhamo industrial (Small, 2015). Associado à proibição do cânhamo, o mercado das fibras se tornou dominado

pelo algodão e pelas fibras sintéticas oriundas da indústria petroquímica.

As longas fibras do floema, dispostas na parte cortical do caule, têm ótima resistência à tração, e foram usadas por milênios como fibra para cordas (Murphy et al., 2011). Podem ser usadas nas indústrias têxteis e de celulose (Amaducci et al., 2014), bem como na produção de termoplásticos na indústria automotiva (Pervaiz & Sain, 2003).

Além dos usos tradicionais nas indústrias têxteis e de celulose, novas aplicações da *Cannabis* estão sendo exploradas. Como produção de biocombustíveis a partir da biomassa (Kuglarz et al., 2016). Produtos de alto valor agregado como nanocristais de celulose, produzidos com as fibras de baixa qualidade (Li et al., 2010) no desenvolvimento de nano compostos de alto desempenho (George; Sabapathi, 2015).

O gênero *Cannabis spp.*, é caracterizado pela única espécie *Cannabis sativa* L. A planta é anual, ereta dicotiledônea, angiosperma, com metabolismo C3 (Chase, 1998), são diplóides ($2n = 20$), com genoma haplóide de 830Mb (Bakel et al., 2011). O agrupamento gênico é compreendido primariamente por populações domesticadas ou silvestres, cultivares e seleções, com o subconjunto de populações submetidas a acentuados gradientes de seleção de fenótipos de usos específicos (Small, 2015).

Cannabis não foi beneficiada pelos avanços na tecnologia da reprodução e do uso dos recursos genéticos e foi prejudicada por significantes perdas na conservação ex-situ (Ranalli, 2004). Essa deterioração na conservação dos recursos genéticos da *Cannabis* não é consistente com a enorme funcionalidade da planta e o valor agrícola da espécie. O fator que mais contribuiu com a erosão genética da *Cannabis* foi o uso como a droga ilícita mais usada no mundo (Hall; Degenhardt, 2007).

As variedades de *Cannabis* podem crescer em diversos tipos de solo e condições ambientais, tornando viável sua produção em diversas partes do mundo. A *Cannabis spp.*, cresce tanto em regiões equatoriais, quanto em regiões nos círculos polares tamanha a adaptabilidade e variação intraespecífica da cultura (Vavilov, 1926). No entanto, condições ideais permitem o adequado crescimento da planta, aumentando significativamente a produtividade. O crescimento das plantas de cânhamo é ideal em

condições semiúmidas com temperaturas variando de 7,8 ° C a 27 ° C (“Produção de cânhamo - Projeto de cânhamo industrial Purdue”, 2015).

Com ampla adaptação climática, suas longas raízes controlam a erosão, e além disso, permitem que a planta prospere em condições de déficit hídrico. A cultura do cânhamo demanda pouca quantidade de água e ainda purifica o solo, drenando resíduos de pesticidas, agrotóxicos e até metais pesados, sendo uma importante ferramenta para biorremediação de solos contaminados.

A domesticação dessa cultura remonta ao período neolítico e o contato precoce com a humanidade definitivamente moldou seu conjunto gênico para atender as necessidades humanas. Provedora de fibra, grãos e medicina são inúmeros os relatos de seu uso medicinal em culturas pré-cristãs (Assírios, Egípcios, Hindus, Gregos). Bem como na era pós-cristã, até cerca de 1900. Para uma revisão do uso medicinal veja (Russo, 2007). O uso para fibra é ainda mais antigo na China (cf. Amaducci et al., 2008).

3. PRODUTIVIDADE

A *Cannabis spp.* é uma cultura de múltiplos usos sua produtividade varia consideravelmente de acordo com o objetivo da produção: se fibras, sementes, fibras/sementes (dupla aptidão), ou flores. Para a produção de fibras são preferíveis as cultivares de floração tardia, com a colheita sendo realizada no início do florescimento, quando a produção de fibras longas atinge seu máximo e a qualidade das fibras é alta. Colher na maturidade da semente, pode aumentar o rendimento do caule em quantidade, devido ao acúmulo de fibras secundárias e xilema, porém com consequente diminuição na qualidade das fibras, ou mesmo, diminuição da produção de fibras devido a senescência do material (Tang et al., 2016; Amaducci et al. 2008).

As variações no estágio fenológico de colheita, nos genótipos, nos diferentes locais de cultivo implicam em variações significativas da produtividade, para um ou outro fim. Em geral, a produtividade de biomassa do cânhamo industrial varia entre 7 – 34 t/ha/ano base massa seca, a proporção de fibras longas nessa biomassa está entre 30 – 39%, as fibras longas do cânhamo possuem uma média de 73 – 77 % de alfa-celulose. (Schlutenhofer and Yuan, 2017; Vandepitte

Adaptado de Manaia et al. 2019

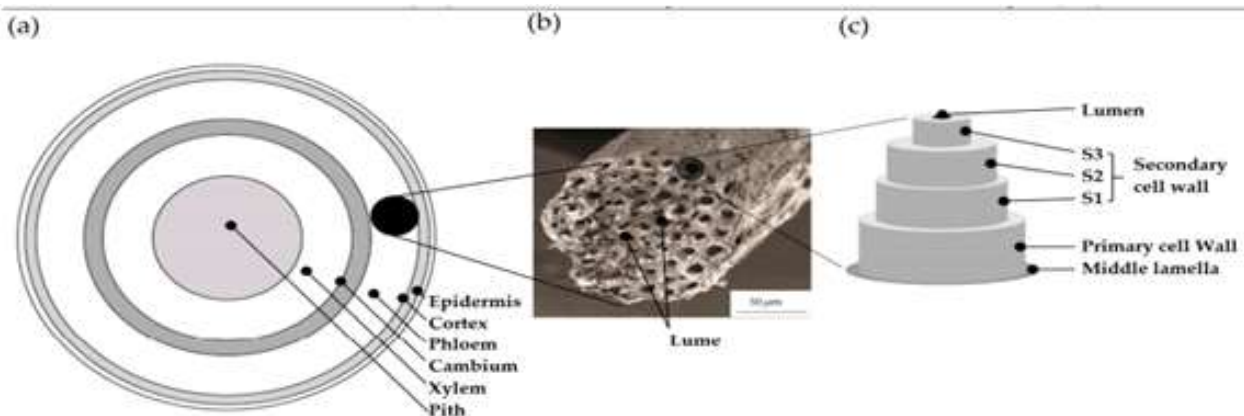


Figura 1 – Estrutura do caule e morfologia das fibras de cânhamo.
 (a) Seção transversal do caule do cânhamo -> 0,6 – 4,5 cm (Nunes, L. 2017);
 (b) Morfologia de seção transversal do feixe de fibras de cânhamo (Zheng, G.Y. 2014);
 (c) Representação esquemática de cânhamo fibra elementar (Chegdani, F. et al. 2018)

et al. 2020). Potencialmente, pode produzir 25 t/ha/ano de matéria seca, sendo 20 t/ha/ano de matéria seca do caule e 12 t/ha/ano de celulose (Struik et al., 2000), mas em muitos casos o rendimento varia. Por exemplo, no norte da Itália, a produção de matéria seca (cultivar futura 77), variou de 8,3 a 18,7 t/ha/ano, ao longo dos anos e locais (Amaducci et al. 2000). Em geral, a produção de celulose é de 7-10 t/ha/ano (Zatta et al., 2012).

4. USO DO CÂNHAMO COMO FONTE DE FIBRA LONGA

A fibra do cânhamo constitui-se de um anel externo com longas fibras floemáticas (“bast fibers”), e um núcleo interno com fibras curtas do xilema. As fibras longas do floema primário se desenvolvem radialmente na parte mais externa do caule. São ricas em celulose crescem em feixes amalgamados, são suplementadas pelo floema secundário, que se desenvolve justaposto ao floema primário na parte mais interna do caule e composto de fibras muito mais curtas. Na porção medular do caule se desenvolve o tecido lenhoso, xilemático com presença de lignina semelhante a espécies arbóreas (Figura 1)(Manaia et al. 2019). As fibras floemáticas primárias são longas e valiosas, as fibras do floema secundário são curtas e menos valiosas, e as fibras lenhosas têm cerca de metade do valor das fibras liberianas (Small, E., et al. 2003).

A separação das fibras do líber (fibras longas) e do lenho (fibras curtas e lignificadas) é genericamente

chamado de decorticação. Envolve o consumo das substâncias pectínicas e outros ligantes que unem os tecidos do floema e do xilema no caule, técnicas modernas utilizam enzimas proteolíticas, ou mesmo microrganismos, nesse processo. As fibras longas são preferíveis para aplicações automotivas e na fabricação de papéis e têxteis especiais. As fibras medulares são usadas principalmente para cama de animais, construção civil, papelão, e produção de nanocompósitos lignocelulósicos.

Fibras naturais são extraídas de diferentes recursos renováveis, biomassa madeira e não madeira. Cânhamo industrial é particularmente um material de fibra não madeira interessante para polpa celulósica (Han, 1998). A biomassa do caule do cânhamo consiste em cerca de 65% de fibra de núcleo lenhoso e 35% de fibras liberianas. As fibras do núcleo consistem em 40-48% de celulose, 18-24% de hemicelulose e 21-24% de lignina. As fibras longas do floema constituem-se de 57-77% celulose, 9-14% hemicelulose e 5-9% de lignina (Capelle, 1996). Como as diferenças entre essas duas frações são grandes para muitas aplicações faz-se uma separação desses materiais.

Práticas agroflorestais e condições de cultivo, como densidade de plantas, fertilização nitrogenada (N), tempo de colheita são fatores importantes a serem considerados pois, afetam o rendimento e a qualidade das fibras de cânhamo. As fibras vegetais geralmente contem celulose como seu principal componente estrutural, além de hemiceluloses,

Tabela 1 – Composição química das fibras não madeireiras.

FIBRA	ORIGEM	CELULOSE(%)	LIGNINA(%)	HEMICELULOSE(%)	PECTINA(%)	CERA(%)	CINZA(%)	ÂNGULO DA MICROFIBRILA(°)
CÂNHAMO	Entrecasca	70 - 74	3.5 - 5.7	15-20	0,8	1.2 - 6.2	0,8	2 - 6.2
JUTA	Entrecasca	61 - 72	12 - 13	18-22	0,2	0,5	0.5 - 2	8
SISAL	Folha	78	8	10	x	2	1	x
LINHO	Entrecasca	64 - 72	2 - 2.2	18-20	1.8 - 2.3	x	x	5 - 10
RAMIE	Entrecasca	69 - 91	0.4 - 0.7	5 - 15	1,9	x	x	7,5
HARAKEKE	Folha	56 - 64	7,8	23 - 31	x	x	x	x
COCO	Fruto	36 - 43	0.15 - 0.25	41-45	3 - 4	x	x	30 - 49
KENAF	Entrecasca	45 - 57	22	8 - 13	0.6	0.8	2 - 5	2 - 6.2

Adaptado de Manaiá et al. 2019.

lignina, pectina, cera e cinzas conforme ilustrado na Tabela 1. (Mochane, M.J. et al. 2019 & Bledzik, A.; Gassan, J. 1999).

A Tabela 2 compara as propriedades morfológicas típicas da fibra de cânhamo industrial (Shahzad, 2012), com os dados morfológicos das fibras de algumas espécies arbóreas e de uma espécie de bambu. Os dados sobre a *Cannabis spp.* foram obtidos do Journal of Composite Materials e os demais dados são do Laboratório de Celulose e Papel da UFV. Esses são valores representativos para essas propriedades.

Notamos o comprimento excepcional das fibras do cânhamo, quando comparado com as demais espécies. Além de sua alta resistência à tração e rigidez, sua alta relação de aspecto (relação comprimento / diâmetro), e baixa densidade. Essas características tornam as fibras de cânhamo um bom material para ser usado como reforço em materiais compósitos e em embalagens que exigem alta resistência do papel, tais como sack kraft para armazenamento de cimento, produtos agrícolas, entre outros.

4.1 - Produção de nanocompósitos lignocelulósicos

Os materiais nanocelulósicos podem impactar muitos mercados comerciais, incluindo revestimentos,

compósitos, embalagens, espumas, construção, eletrônicos, automotivos, cosméticos e medicamentos. Propriedades como biodegradabilidade, possibilidade de reciclagem, alta cristalinidade, alta resistência mecânica, rigidez em baixa densidade, transparência, expansão térmica, resistência a solventes, grande área superficial e química ajustável, tornam o produto atraente. Os altos custos das matérias primas e estratégias de produção existentes representam atualmente uma barreira significativa para a comercialização, o baixo rendimento, conteúdo de sólidos e alteração indesejáveis na morfologia dos nanomateriais, são pontos críticos para a pesquisa e desenvolvimento dessa tecnologia.

No entanto, avanços em pesquisa foram alcançados no laboratório da North Carolina State University na produção de nanofibrilas de celulose a partir de tratamento com água em alta pressão / temperatura, usando um processo de moagem de alta velocidade das fibras de cânhamo. Essa abordagem permite a aplicação muito eficiente de alto cisalhamento e fricção, desfibrilando assim as fibras de cânhamo em fibras em nanoescala contendo celulose e lignina em muito menos tempo do que os métodos convencionais. Descobriu-se que os resultados do processo de moagem oscilatório dependem dos níveis

Tabela 2 – Morfologia das Fibras Renováveis

MORFOLOGIA DA FIBRA	<i>Cânhamo Cannabis sativa</i>	<i>Acacia mearnsii</i>	<i>Eucalyptus spp</i>	<i>Pinus spp</i>	<i>Bambusa vulgaris</i>
Comprimento - L (mm)	5 - 55	0,89	0,82	2,4	2,38
Largura - D (mm)	23	19,4	18,1	37,1	26,7
Largura do Lumen - d (µm)	14,6	12,2	12,1	21,1	15,3
Espessura de Parede - wt (µm)	4,2	3,6	3	8,02	5,71
Razão Runkel = (2 wt / d) x 100 [%]	57,5	59	49,6	76,2	74,6
Coefficiente de flexibilidade (CF) = (d/D) x 100 [%]	63,5	62,9	66,9	56,9	57,3
Esbeltez (IE) = L/D*1000	1304	45,9	45,3	64,7	89

Adaptado de Shahzad 2012.

e da qualidade da lignina no cânhamo. No entanto, a capacidade do cânhamo de responder a essa energia mecânica para a nanofibrilação parece ser única.

5. ASPECTOS LEGAIS DO CULTIVO DA PLANTA NO BRASIL E NO MUNDO

O Projeto de Lei 399/2015, nasceu como uma tentativa de inserir no artigo 2º da Lei 11.343/2006, atual Lei de Drogas, um parágrafo que autorizava a venda de produtos de *Cannabis sativa* L. para fins medicinais no território nacional. Todavia, no parágrafo único da referida lei, já existia a previsão de autorização dada pela a União para que seja realizado o plantio de plantas que possam produzir compostos com princípios psicoativos, desde que para fins de pesquisa científica e uso medicinal.

Em 2019, o então presidente da Câmara Rodrigo Maia, determinou que fosse instalada uma comissão parlamentar para analisar o texto original do PL 399 e apresentar um texto substitutivo que regulamentasse o cultivo, produção e venda de *Cannabis sativa* para fins medicinais no Brasil.

O relator do substitutivo deputado Luciano Ducci (PSB-PR) apresentou o texto, no dia 11 de maio de 2021, prevendo tanto as condições para a indústria farmacêutica produzir medicamentos à base de *Cannabis spp.* como as condições para o cultivo da planta, desde a finalidade medicinal até a industrial. O relatório prevê também a aplicação da planta como cosmético, produtos alimentícios e uso veterinário.

Em verdade, o projeto hoje é tido como um verdadeiro marco regulatório da *Cannabis spp.*, no Brasil, que se aprovado trará significativas mudanças em como o Brasil lida com a *Cannabis sativa* L. no território nacional, transformando-a em uma mercadoria que pode ter alta lucratividade para os setores da indústria farmacêutica e agrícola do país.

De acordo com a proposta, o cultivo seguirá regras bem rígidas, como a autorização oficial dos Ministérios da Agricultura e de Saúde (aprovação da Anvisa dependendo da finalidade do produto). Além disso, só poderá ser solicitado por pessoa jurídica e toda a produção terá que ter segurança específica e se submeter à fiscalização de órgãos oficiais. O plantio medicinal só poderá ser feito, a partir de cotas de cultivo, em “casas de vegetação”, ou seja, em estufas, projetadas de modo a impedir o acesso

de pessoas não autorizadas, por meio de sistema de videomonitoramento, alarme, cerca elétrica, muro ou tela de alambrado de aço, de no mínimo dois metros, entre outras exigências, visando a impedir a disseminação da planta, permanecendo vetado para as pessoas físicas. O cultivo em ambiente aberto somente será permitido para o cânhamo de uso industrial, que também exigirá responsável técnico, para atestar o teor de delta-9-tetra-hidrocanabinol (THC), além de acesso com entrada controlada, por meio de cercamento. As exigências também valem para o armazenamento de sementes.

Ao legalizar o plantio, o relator abre as portas para o cânhamo (*Cannabis* sem substância psicoativa) e toda a economia que pode gerar a partir dessa cultura.

Cabe ressaltar, que em países como Estados Unidos, Israel, Canadá o cultivo da planta já é permitido. Entre os nossos vizinhos da América do Sul, o Uruguai, Argentina e Colômbia também já é permitido o plantio. Dessa maneira, desde 1990, dezenas de países autorizaram o cultivo e o processamento do “cânhamo industrial”. Amplamente cultivado nos Estados Unidos em meados do século XIX, após 80 anos de proibição, seu cultivo foi legalizado com um projeto de lei aprovado, em 2018, pelo Senado norte americano. Mais de 30 países produzem cânhamo industrial, mas o principal deles é a China, responsável por 70% da produção mundial. A França ocupa o segundo lugar com cerca de um quarto da produção mundial, e a menor fatia vem da Europa, Chile, e Coreia do Norte.

“O Brasil é um grande produtor agrícola. Países como a China, a Argentina, até os Estados Unidos e o Canadá já entenderam que o mercado de *cannabis* é promissor, enquanto por aqui, ainda perdemos tempo com discussões ideológicas e no combate às fake news que se apresentam”, pontua Ducci.

A consultoria Euromonitor International estimou que até 2025, a *Cannabis* pode movimentar cerca de US\$ 166 bilhões por ano, em todo o mundo. Este valor representa um aumento de cerca de 1.200% em relação a 2018, quando este mercado movimentou US\$ 12 bilhões.

6. CONCLUSÕES

Cânhamo industrial é uma cultura rústica de alta produtividade de biomassa chegando até 34 t/ha/ano

base massa seca, podendo atingir cerca de 20 t/ha/ano de matéria seca do caule. As fibras longas floemáticas podem representar cerca de até 39% do total em massa, com valores de 77 % de alpha-celulose.

As fibras longas do cânhamo industrial é uma das alternativas para um dos maiores problemas relacionados à sustentabilidade. Essas fibras celulósicas de alto índice de tração podem ser usadas na substituição parcial dos diferentes tipos de plástico, em um *blend*, incrementando a biodegradabilidade.

No setor de celulose e papel, mais pesquisas sobre o uso da planta como fonte de fibra longa devem ser realizadas, para entender melhor o seu uso como possível substituto a fibra de *Pinus*, ou a participação em um *blend* com a mesma. A fibra longa floemática do cânhamo industrial pode ser uma excelente opção para papeis do tipo sack kraft e outros que exijam maiores resistências mecânicas.

Os setores mais beneficiados com a legalização da *Cannabis sativa* L., , serão o setor florestal e agrícola. Principalmente na produção de celulose, pois com a inclusão do cânhamo industrial, os produtores ganharão mais uma alternativa para produção de fibras de alta qualidade com diversos usos industriais.

O Brasil pode dar um grande passo, que colocará o país ao lado dos grandes players do mercado internacional da *Cannabis*. O espaço nesse mercado será daqueles países que se posicionarem primeiro, garantindo lugar nos mercados internos e externos, podendo tornar o país líder no mercado mundial e não apenas espectador. Visto, a elevadíssima competitividade do agronegócio nacional.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaducci, S., Amaducci, M.T., Benati, R., Venturi, G. Crop yield and quality parameters of four annual fiber crops (hemp, kenaf, maize and sorghum) in the North of Italy. *Ind. Crops Prod.* 11, 179–186, 2000.
- Amaducci, S. et al. Key cultivation techniques for hemp in Europe and China. *Industrial Crops & Products*, 2014.
- Amaducci, S. et al. Modelling post-emergent hemp phenology (*Cannabis sativa* L.): Theory and evaluation. v. 28, p. 90-102, 2008.
- Bakel, V. et al. The draft genome and transcriptome of *Cannabis sativa*. *Genome Biology* 12, R102, October, 2011.
- Barnard, D. All about Hemp Fibers-10000 Years of History, Hemp, Inc. Stock Trading Symbol OTC Hemp, 2015.
- Bledzik, A.; Gassan, J. Composites Reinforced with Cellulose Based Fibers. *Prog. Polym. Sci.*, 24,221–274, 1999.
- Bradshaw, R. H. W., Coxon, P., Greig, J. R. A., and Hall, A. R. New fossil evidence for the past cultivation and processing of hemp (*Cannabis sativa* L.). In: *Eastern England. New Phytol.* 89, p. 503–510, 1981.
- Capelle, A. Hemp: speciality crop for the paper industry. In: Janick, J. (Ed.), *Progress in New Crops*. ASHS Press, Arlington, 1996.
- Chase, M. The Angiosperm phylogeny group: an ordinal classification for the families of flowering plants. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 85, p. 531–553, 1998
- Chegdani, F.; Bukkapatnam, S.T.S.; El Mansori, M. Thermo-Mechanical Effects in Mechanical Polishing of Natural Fiber Composites. *Procedia Manuf.* 2018, 26, 294–304.
- Clarke R. C.; Merlin M. D.; *Cannabis: Evolution and ethnobotany*. University of California Press, Los Angeles, 2013
- Duvall, C. S. Drug laws, bioprospecting and the agricultural heritage of *Cannabis* in Africa. *Space Polity* 20, 10–25, 2016.
- Gaoni, Y.; Mechoulam, R., Isolation, structure and partial synthesis of an active constituent of hashish. *J Am Chem Soc* 86: p. 1646–1647, 1964a.
- Gaoni, Y.; Mechoulam, R. The structure and synthesis of cannabigerol a new hashish constituent. *Proc Chem Soc*, March: 82, 1964b.
- Gaoni, Y.; Mechoulam, R. Cannabichromene, a new active principle in hashish. *Chem Commun* 1: p. 20–21, 1966.
- George, J.; Sabapathi, S. Cellulose nanocrystals: synthesis, functional properties, and applications.

- Nanotechnol. Sci. Appl. 8, p. 45–54, 2015.
- Hall, W., AND Degenhardt, L. Prevalence and correlates of cannabis use in developed and developing countries. *Curr. Opin. Psychiatry* 20, p. 393–397, 2007.
- Han, J.S. Properties of non-wood fibers. In: *Proceedings of The Korean Society of Wood Science and Technology*, Korea, pp. 3–12, 1998.
- Herbig, C., and Sirocko, F. Palaeobotanical evidence for agricultural activities in the Eifel region during the Holocene: plant macro-remain and pollen analyses from sediments of three maar lakes in the Quaternary Westeifel Volcanic Field (Germany, Rheinland-Pfalz). *Veg. Hist. Archaeobot.* 22, p. 447–462, 2013.
- Kuglarz, M., Alvarado-Morales, M., Karakashev, D., Angelidaki, I. Integrated production of cellulose bioethanol and succinic acid from industrial hemp in a biorefinery concept. *Bioresour. Technol.* 200, p. 639–647, 2016.
- Li, H.-L. The origin and use of cannabis in eastern asia linguistic-cultural implications. *Econ.Bot.* 28, p. 293–301, 1974.
- Li, S.-Y., Stuart, J. D., Li, Y., Parnas, R. S. The feasibility of converting *Cannabis sativa* L. oil into biodiesel. *Bioresour. Technol.* 101, p. 8457–8460, 2010.
- Manaiá JP, Manaiá AT, Rodrigues L. Industrial Hemp Fibers: An Overview. *Fibers* 2019; 7:106
- Mechoulam, R. Marijuana chemistry. *Science* 168: 1159–1166, 1970.
- Mochane, M.J.; Mokhena, T.C.; Mokhothu, T.H.; Mtibe, A.; Sadiku, E.R.; Ray, S.S.; Ibrahim, I.D.; Daramola, O.O. Recent Progress on Natural Fiber Hybrid Composites for Advanced Applications: A Review. *Express Polym. Lett.* 2019, 13, 159–198.
- Murphy, T. M., Ben-Yehuda, N., Taylor, R. E., Southon, J. R. Hemp in ancient rope and fabric from the Christmas Cave in Israel: talmudic background and DNA sequence identification. *J. Archaeol. Sci.* 38, p. 2579–2588, 2011.
- Nunes, L. *Nonwood Bio-Based Materials*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2017.
- Pervaiz, M., Sain, M. M. Carbon storage potential in natural fiber composites. *Resour. Cons. Recycling* 39, p. 325–340, 2003.
- Ranalli, P. Current status and future scenarios of hemp breeding. p. 121–131, 2004.
- Russo, E. B. *History of Cannabis and Its Preparations in Saga, Science, and Sobriquet*. v. 4, p. 1614–1648, 2007.
- Salentijn, E. M. J. et al. New developments in fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) breeding. *Industrial Crops and Products*, v. 68, p. 32–41, 2015.
- Schluttenhofer C. and Yuan L., Challenges towards Revitalizing Hemp: A Multifaceted Crop, *Trends in Plant Science*, Vol. 22, No. 11, November 2017
- Small, E. Evolution and Classification of *Cannabis sativa* (Marijuana, Hemp) in Relation to Human Utilization. *Botanical Review*, v. 81, n. 3, p. 189–294, 2015.
- Struik, P.C., Amaducci, S., Bullard, M.J., Stutterheim, N.C., Venturi, G., Cromack, H.T.H. Agronomy of fiber hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *Ind. Crops Prod.* 11, 107–118, 2000.
- Tang, K., Struik, P.C., Yin, X., Thouminot, C., Bjelkova, M., Stramkale, V., et al., 2016. Comparing hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars for dual-purpose production under contrasting environments. *Ind. Crops Prod.* 87, 33–44, 2016.
- Vandepitte 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 & Products* 158, 2020
- Vavilov, N. I. The origin of the cultivation of “primary” crops, in particular of cultivated hemp. *Trudy Prikl. Bot. Selek.* 16(2), p. 221–233, 1926.
- Zatta, A., Monti, A., Venturi, G. Eighty years of studies on industrial hemp in the Po Valley (1930–2010). *J. Nat. Fibers* 9, 180–196, 2012.
- Zheng, G.Y. *Numerical Investigation of*

Characteristic of Anisotropic Thermal Conductivity of Natural Fiber Bundle with Numbered Lumens. Math. Probl. Eng. 2014, 2014, 1–8.

FAO. Crop statistics of fiber crops, 2021. Disponível em <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/>

visualize> Acesso em: 24/05/2021

Produção de cânhamo - Projeto de cânhamo industrial Purdue , 2015. Disponível em: <<https://purduehemp.org/hemp-production/general-information/>>. Acesso em: 20/05/202