



Prospecção tecnológica sobre processos de produção e utilização da *Agave sisalana*, parte I: um estudo global sobre depósitos de patentes através do sistema Questel Orbit

Rodrigo Augusto de Figueiredo^{1*} 

RESUMO

O presente artigo apresenta uma prospecção tecnológica dos processos de produção e utilização da *Agave sisalana* no mundo, utilizando como método de pesquisa os documentos patentários disponibilizados no sistema Questel Orbit. A *A. sisalana* é uma planta nativa do México que tem sido amplamente explorada devido às suas fibras que encontram aplicações em diversas indústrias, como a têxtil, automotiva e de construção e pelo seu gel possuir propriedades de aplicação bioquímica e farmacêutica. O estudo objetiva apresentar o nível de desenvolvimento tecnológico mundial da *A. sisalana* e analisar as perspectivas futuras de aplicação deste produto nos diversos segmentos industriais. Foi realizado um estudo exploratório das patentes, desde o primeiro depósito até a presente data. Os resultados obtidos foram organizados e analisados de acordo com categorias temáticas, como métodos de cultivo, extração de fibras, processamento industrial e aplicações tecnológicas que revelaram uma quantidade significativa de documentos de patentes em todo o mundo. Os resultados indicam um interesse contínuo na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias relacionadas a essa planta e os principais avanços tecnológicos identificados incluem técnicas de cultivo mais eficientes, métodos de extração de fibras mais sustentáveis e novas aplicações em setores emergentes, como a produção de bioplásticos e materiais compósitos. Além disso, a análise dos documentos permitiu identificar tendências e lacunas de conhecimento na área, principalmente identificando alternativas viáveis de novas explorações econômicas em nosso país, sendo, portanto, informações úteis para pesquisadores, empresas e instituições interessadas no desenvolvimento e aplicação de tecnologias relacionadas à *A. sisalana*.

Palavras-chave: Sisal, Domínio tecnológico mundial, Documentos patentários.

Technology assessment on production processes and use of *Agave sisalana*, part I: A prospective of worldwide patent in the Questel Orbit System

ABSTRACT

This article presents a technological prospection of production and use processes of *Agave sisalana* in the world. Patent documents available in the Questel Orbit system are used as a research method. *A. sisalana* is a plant native from Mexico that has been widely exploited due to its fibers, which have applications in various industries, such as textiles, automotive and construction. That is because its gel has biochemical and pharmaceutical application properties. Therefore this study aims to present the world technological development level of *A. sisalana* and to analyze the future perspectives of application of this product in several industrial segments. An exploratory study of patents was carried out, from the first deposit to the present date. Results obtained were organized and analyzed according to thematic categories, such as cultivation methods, fiber extraction, industrial processing, and technological applications. That revealed a significant amount of patent documents around the world. The results indicate a continued interest in research and development of technologies related to this plant as well as the main technological advances identified include more efficient cultivation techniques, more sustainable fiber extraction methods and new applications in emerging sectors, such as the production of bioplastics and materials composites. In addition, the analysis of the documents allowed identifying trends and knowledge gaps in the area, mainly identifying viable alternatives for new economic explorations in our country. Therefore, that are some useful information for researchers, companies and institutions interested in the development and application of technologies related to the *A. sisalana*.

¹ Doutorando em Propriedade Intelectual e Inovação no INPI, Mestre em Engenharia de Produção pela Unifei. Graduação em Comércio Exterior pelo Centro Universitário UNA-MG. Administrador no Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) do Instituto Federal Baiano. Rua do Rouxinol, nº 115 – Bairro: Imbuí, Salvador – Bahia, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8851-6807>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8551039541428108>. *Autor Correspondente: E-mail: rodrigo.augs@gmail.com.



Keywords: *Agave silana*, World technological domain, Patent documents.

INTRODUÇÃO

A *Agave sisalana*, Perrine é um cultivo originário do México, caracterizado por possuir uma coloração das folhas em verde-escuro, fibrada longitudinalmente e colorido em faixas (avermelhado/amarelado) em plantas jovens; forte, fino e avermelhado em plantas maduras, com tronco acaulescente e espinhos marginais. Em 1833 foi levada para a Flórida por Henry Perrine como uma cultura experimental e de lá, foi introduzida na África tropical e na Ásia no final do século 19, onde se estabeleceu como uma cultura de fibra (TREJO-TORRES, *et al.*, 2018). Integrante do gênero agave da família *Amaryllidaceae*, a planta é considerada uma semixerófila, e pode ser cultivada em locais de baixa pluviosidade (SILVA; BELTRÃO, 1999).

A *A. sisalana* é a planta responsável pela principal fibra dura produzida no mundo, correspondendo a aproximadamente 70% da produção comercial de todas as fibras desse tipo. Os maiores produtores mundiais são o Brasil, China, Tanzânia, Quênia e Madagascar (EMBRAPA, 2022).

Sua alta resistência confere à planta uma diversidade de aplicações, tais como: fios, cordas, barbantes, cordas, tapetes, carpetes, colchões, esteiras e artigos artesanais etc (REIS, 2012). Seu baixo custo de produção e disponibilidade em abundância fazem da planta uma escolha de material de reforço em muitas aplicações (SAHU; GUPTA, 2017).

Além da produção de fibras, pesquisas sugerem o uso e aproveitamento da *A. sisalana* em diferentes setores da economia. De acordo com dados da Embrapa (2022), pode ser utilizada na fabricação de pasta celulósica, empregada na fabricação do papel kraft, de alta resistência, e de outros tipos de papéis finos; na aplicação de outros fins como na substituição parcial ou total de polímeros sintéticos ou na aplicação em mantas de isolamento termoacústico de motores ou nas partes internas dos bancos de assento; também possui aplicação na indústria farmacêutica; ou ainda através do aproveitamento de seus resíduos como adubo, mucilagem animal, bioinseticida e outros.

Combinando uma boa estratégia (*business intelligence*) e uma fonte confiável de dados (documentos de patentes) o presente trabalho se propôs a construir um estudo de prospecção tecnológica sobre a produção e a utilização da *A. sisalana*, para auxiliar a tomada de decisão na sociedade no médio e longo prazo.

Para além do cumprimento dos requisitos básicos de patenteabilidade apresentados na Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996 (atividade inventiva, inovação e aplicação industrial), o Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI) sustenta em seu artigo 24, que a suficiência descritiva é um requisito de patenteabilidade a mais. Conforme Scudeler e Oliveira (2013), trata-se de uma exigência de natureza formal que determina que o relatório descritivo deve revelar a invenção de forma suficiente e clara de modo a permitir que um técnico no assunto possa realizá-la. Essa exigência pode ser entendida como





uma forma de contrapartida solicitada ao inventor, uma vez que estes receberão direitos exclusivos de uso e comercialização por um período determinado.

Ademais, estudos baseados em documentos de patentes, quando compilados são excelentes indicadores em estudos de avaliação de P&D, monitoramento tecnológico, entre outros diversos tipos de estudos que podem responder diversas perguntas, por exemplo: Como estão as pesquisas sobre o assunto? Quem está desenvolvendo tecnologia? Onde? O quê está sendo desenvolvido? Quais os principais gargalos e o que deve ser desenvolvido? Quais os caminhos tecnológicos que estão sendo buscados?

A publicação detalhada do invento, que contenha informações tecnológicas suficientemente descritas, é capaz de promover o estímulo a novas inovações e o aumento da competitividade. Outro ponto a destacar, deve-se ao fato de que grande parte das informações técnicas só estão disponíveis em documentos de patentes, uma vez que artigos científicos podem, propositalmente, omitir as principais características que definem o invento.

Assim, em virtude da escassez de estudos em documentos patentários referentes à utilização da *A. sisalana* no mundo, este trabalho objetiva realizar uma prospecção tecnológica, mapeada na base de dados ORBIT (*On-Line-Retrieval of Bibliographic Information Time-shared*) tornou-se possível construir um mapeamento com foco em propriedade intelectual, reunindo importantes conjuntos de dados sobre famílias de patentes relacionadas à *A. sisalana* e o sisal, delineando visões possíveis e desejáveis sobre o futuro tecnológico do produto e seu impacto nas condições estruturais, sociais, políticas e econômicas que contribuirão positivamente na construção do futuro.

***Agave sisalana* (sisal): produto e produção**

A *A. sisalana*, amplamente conhecida como sisal, é uma planta perene nativa da região tropical do México. É cultivada em várias partes do mundo devido à sua fibra de alta qualidade, utilizada em diversas aplicações industriais, como fabricação de cordas, tapetes, tecidos e materiais de construção (TREJO-TORRES, *et al.*, 2018).

A morfologia das fibras de sisal tem sido amplamente estudada. Sahu, P., e Gupta, M. (2017), realizaram uma caracterização morfológica da planta e os resultados revelaram que as fibras de sisal possuem uma estrutura de parede celular distintiva, composta por uma camada externa chamada epiderme, seguida por uma camada de células longas e rígidas, conhecida como córtex. A presença de uma medula central foi observada em algumas fibras, embora em menor frequência.

Além disso, a composição química das fibras desempenha um papel crucial em suas propriedades físicas e aplicações. A celulose é o principal componente estrutural das fibras de sisal, representando aproximadamente 60-75% em massa. Além da celulose, também foram detectados teores significativos de lignina e hemicelulose, que conferem rigidez e resistência às fibras, cera e pectina como componentes principais (SAHU; GUPTA, 2017)





Tais propriedades físicas também são de interesse para determinar sua utilidade em diversas aplicações industriais. Por meio de testes de tração para avaliar a resistência mecânica verificou-se uma alta resistência à tração, com valores médios na faixa 347–700 MPa. Essa propriedade torna as fibras de sisal adequadas para aplicações que exigem resistência e durabilidade (HORNSBY, P.R.; HINRICHSEN, E.; TARVERDI, K, 1997).

Além das fibras, a caracterização do gel extraído da *A. sisalana* também é de interesse mundial. Santos e Nascimento (2023) investigaram a hidratação e as propriedades reológicas do gel obtido a partir da planta. Os experimentos revelaram uma capacidade de retenção de água significativa, indicando um potencial uso do gel de *A. sisalana* em aplicações cosméticas e farmacêuticas. Além disso, foi observado um comportamento de gelificação com aplicabilidade na formulação de produtos alimentícios onde a estabilidade e a viscosidade controlada são essenciais.

Porém, para uma produção eficiente e um beneficiamento qualificado da *A. sisalana* é preciso infraestrutura adequada e tecnologias específicas, ainda que os processos de extração e preparação das fibras de sisal ou do gel podem variar de acordo com a região e as práticas utilizadas.

Assim a cadeia produtiva do sisal é formada por uma cadeia de intermediários desde o processamento (desfibramento/extração, batimento e enfardamento) até a comercialização. No caso mais comum de produção de fibras de sisal, o produtor negocia sua lavoura com o proprietário do motor (desfibrador) que, por sua vez, estabelece uma relação financeira com o intermediário, que financia todas as despesas com o desfibrador relativo à mão de obra, combustível, manutenção e transporte, em troca do compromisso de entrega da fibra bruta (SILVA *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2006; SILVA; BELTRÃO, 1999).

No que se refere a fase de comercialização do produto beneficiado, os clientes podem variar de acordo com a destinação que será dada para o produto, podendo ser tanto no processo de industrialização da fibra ou do aproveitamento dos resíduos, como também na extração de compostos para produção laboratorial.

Estudos de Prospecção Tecnológica

Num cenário de constantes transformações econômicas, sociais, ambientais, institucionais e de rápida evolução do conhecimento, os estudos prospectivos são ferramentas analíticas que ajudam a diminuir as incertezas e os riscos em face do futuro (EMBRAPA, 2013). Conforme define Coelho (2003), a definição para prospecção tecnológica (*technological forecasting*) “designa atividades de prospecção centradas nas mudanças da capacidade funcional ou no tempo e com significado de uma inovação”. Ainda, Kupfer e Tigre (2004), afirmam que a prospecção tecnológica pode ser definida como um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de influenciar de forma significativa uma indústria, a economia ou a sociedade como um todo.

Para Quintella *et. al.*, (2011) através da prospecção tecnológica são levantadas todas as tecnologias existentes, identificando o estágio de maturidade da tecnologia em questão e como ela se





insere na sociedade. Os autores ainda afirmam que na prospecção tecnológica são identificados também aspectos de tecnologias concorrentes e lacunas a serem preenchidas, onde é possível que determinada tecnologia ou suas variações sejam competitivas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia da presente prospecção tecnológica seguiu uma exploração inicial do tema através de artigos e livros de maior relevância com base nos resultados do Scopus e do *Google Scholar*, sendo complementada com uma pesquisa descritiva e explicativa dos dados da prospecção. A fonte dos dados coletados foi exclusivamente o sistema de Questel Orbit, o qual forneceu embasamento para os resultados quali-quantitativos. A estratégia de buscas foi determinada pelas cadeias de caracteres (*strings*) “*Agave sisalana*” AND “Sisal”, constantes no título (*title*), resumo (*abstract*), objeto da invenção (*object of invention*), vantagens (*advantages*) e reivindicações independentes (*independent claims*). Desta forma, a *query* de busca foi assim definida ((AGAVE SISALANA)/TI/AB/OBJ/ADB/ICLM OR (SISAL)/TI/AB/OBJ/ADB/ICLM), sem a utilização de nenhum filtro adicional.

Foi realizada a análise de documentos de patentes associados a *A. sisalana* a partir dos registros desde o primeiro depósito em 1885 até os dias atuais. Na recuperação de informações da base foram encontrados 5502 documentos. Posteriormente, os dados foram compactados e transformados em arquivo CSV (*comma-separated values*), a partir do qual foi gerado o arquivo Excel.

Realizou-se o tratamento dos dados, com emprego de filtros que permitem estratificar os dados por ano de depósito, titulares depositantes (empresas, instituições, pessoas físicas) ou países de origem, entre outros. Para facilitar a análise dos dados, foram agrupadas as informações dos documentos de patentes, reunindo os institutos de pesquisa e universidades em uma única categoria, bem como as diferentes divisões de uma mesma empresa. A data considerada para o documento foi a do primeiro depósito. Após o tratamento das informações foram produzidos os gráficos e tabelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira análise realizada refere-se ao número de patentes depositadas ao longo dos anos. As duas primeiras patentes depositadas datam do ano de 1885. Em seguida, foram encontradas em 1889 (1), 1892 (1), 1893 (1), e 11 depósitos entre os anos de 1896 a 1900.

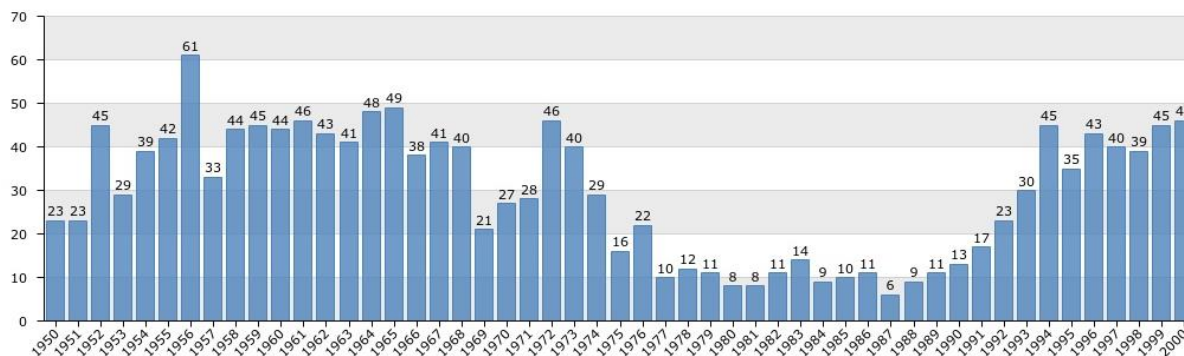
Na primeira metade do século XX, foram encontrados 632 depósitos patentes, com destaque para os anos de 1939 e 1940 com 44 e 42 depósitos, respectivamente. As figuras 1 e 2, ilustram a evolução das aplicações a partir de 1950, indicam a dinâmica da inventividade do portfólio estudado. Percebe-se que até meados da década de 1970, o número de depósitos segue na média





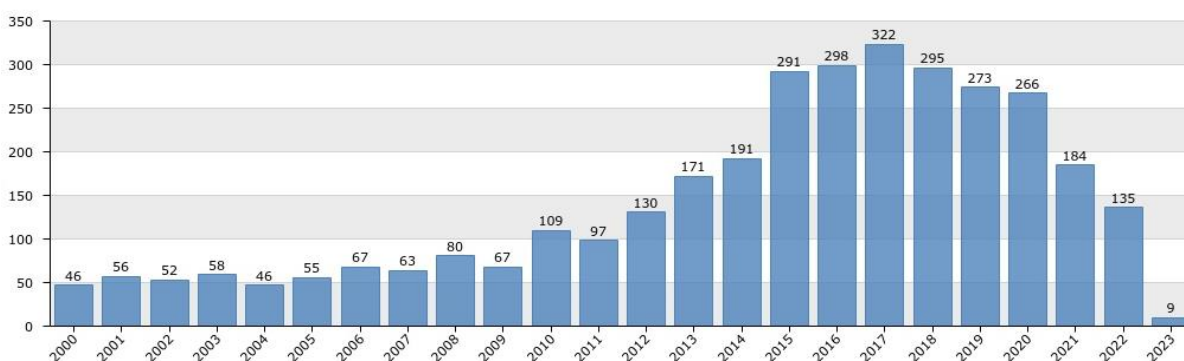
de 40 documentos por ano. Segundo o Questel Orbit (2023), o sistema gerador dos dados, quando se observa uma estabilização do número de depósitos, ela pode ser explicada por uma estabilização dos orçamentos de P&D, que conduz a um fluxo de pedidos de patentes mais ou menos constante, sem demasiada seletividade na candidatura a patentes. Também, podem ser explicados pelo desejo de estabilizar os custos das patentes, o que leva a uma seletividade significativa nos depósitos e sua manutenção.

Figura 1. Família de Patentes por Ano de Primeiro Depósito (1950-2000).



Fonte: Questel Orbit (2023)

Figura 2. Família de Patentes por Ano de Primeiro Depósito (2000-2023)



Fonte: Questel Orbit (2023)

A partir de 1977 observa-se uma queda que se estende até o início dos anos de 1990 onde se restabelece aos patamares anteriores. Um declínio no número de patentes depositadas é geralmente sintomático de um declínio substancial nos orçamentos de P&D ou propriedade intelectual.

O ano de 2010 foi o primeiro ano em que se depositaram mais de 100 patentes e, conseqüentemente estes números cresceram até atingir a marca de 322 depósitos em 2017, indicando um sinal de amadurecimento do setor. Os últimos anos podem representar dados desatualizados pois sempre haverá uma lacuna nas informações atuais da patente devido ao atraso de 18 meses entre o depósito de um pedido e sua publicação.





Uma segunda análise é realizada com relação ao quantitativo de depósitos conforme o agrupamento na Classificação Internacional de Patentes (CIP/IPC). Esta classificação tem como objetivo inicial o estabelecimento de uma busca eficaz para a recuperação de documentos de patentes pelos escritórios de propriedade intelectual e demais usuários, a fim de estabelecer a novidade e avaliar a atividade inventiva ou não obviada (incluindo a avaliação do avanço técnico e resultados úteis ou utilidades) de divulgações técnicas em pedidos de patente (GUIA IPC, 2020).

Identificou-se que o maior percentual de depósitos foram enquadrados na Seção: Química; Metalurgia; na Classe: Compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou seu processamento químico; composições baseadas nos mesmos; e na Subclasse: composições de compostos macromoleculares (composições baseadas em monômeros polimerizáveis C08F, C08G; filamentos ou fibras artificiais D01F; composições para o tratamento de têxteis D06), representando 814 registros nessa classificação, que corresponde a 14,81% do total de depósitos realizados (tabela 2). Os dados da tabela 2 apresentam as 10 classificações com o maior número de depósitos.

Em seguida, foi feito um levantamento com relação ao status legal dos depósitos realizados que permite medir a proporção de patentes vigentes (*granted* = concedidas e *pending* = pendentes) e as que não estão mais em vigor (*lapsed* = caducadas, *revoked* = revogadas ou *expired* = expiradas) (tabela 1). De acordo com os dados abaixo apresentados, temos apenas 26,7% dos pedidos considerados como válidos. Esse dado é importante por demonstrar que, dentre todas as invenções que solicitaram proteção – o que implica um direito exclusivo de uso e propriedade – 4.034 tecnologias (73,3%) estão acessíveis para uso geral, sem nenhum tipo de infração a ser aplicada a quem as utilizar.

Posteriormente, apresentam-se as análises correspondentes os depósitos realizados por países e suas estratificações. A partir de uma análise conjunta das figuras 3 e 4, fica evidente o predomínio da China (CN) no número de patentes depositadas em relações aos demais países; um número quase 8 vezes maior que os Estados Unidos (US), segundo colocado no ranking mundial.

Tabela 1. Status Legal dos Depósito Realizados (1885-2023)

STATUS	CARACTERÍSTICA	%
Vivas	Concedidas	19,8%
	Pendentes	6,9%
Mortas	Expiradas	31,9 %
	Caducadas	28,4%
	Revogadas	13,0%

Fonte: Adaptado de Questel Orbit (2023)





Tabela 2. Percentual de depósitos por subclasse CIP (Top 10)

CÓDIGO	SEÇÃO – CLASSE – SUBCLASSE	%
C08L	→ Química; Metalurgia → Compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou seu processamento químico; composições baseadas nos mesmos → Composições de compostos macromoleculares (composições baseadas em monômeros polimerizáveis C08F, C08G; filamentos ou fibras artificiais D01F; composições para o tratamento de têxteis D06)	14,81
C08K	→ Química; Metalurgia → Compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou seu processamento químico; composições baseadas nos mesmos → Uso de substâncias inorgânicas ou orgânicas não-macromoleculares como ingredientes de composições (tintas para pinturas, tintas de escrever, vernizes, corantes, produtos para polir, adesivos C09)	13,96
B32B	→ Operações de processamento; transporte → Produtos em camadas → Produtos em camadas, i.e. produtos estruturados com camadas de forma plana ou não plana, p. ex. em forma celular ou alveolar	7,47
C08J	→ Química; Metalurgia → Compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou seu processamento químico; composições baseadas nos mesmos → Elaboração; processos gerais para formar misturas; pós-tratamento não abrangido pelas subclasses C08B, C08C, C08F, C08G ou C08H (tratamento, p. ex. enformação de plástico B29)	3,95
D21H	→ Têxteis; papel → Fabricação do papel; produção da celulose → Composições de polpa; sua preparação não abrangida pelas subclasses D21C, D21D; Impregnação ou revestimento do papel; tratamento do papel acabado não abrangido pela classe B31 ou subclasse D21G; papel não incluído em outro local	2,82
D01B	→ Têxteis; papel → Linhas ou fibras naturais ou manufaturadas; fiação → Tratamento mecânico de materiais naturais fibrosos ou filamentos para obtenção de fibras ou filamentos, p. ex. para fiação (extração grosseira de fibras de amianto dos minérios B03B; aparelhos para macerar D01C)	2,67
A01P	→ Necessidades humanas → Agricultura; silvicultura; pecuária; caça; captura em armadilhas; pesca → Atividade de compostos químicos ou preparações biocidas, repelentes ou atrativos de pestes ou reguladores do crescimento de plantas	2,26
A01D	→ Necessidades humanas → Agricultura; silvicultura; pecuária; caça; captura em armadilhas; pesca → Colheita, ceifa	2,12
C12N	→ Química; Metalurgia → bioquímica; cerveja; álcool; vinho; vinagre; microbiologia; enzimologia; engenharia genética ou de mutação → microrganismos ou enzimas; suas composições; propagação, conservação, ou manutenção de microrganismos; engenharia genética ou de mutações; meios de cultura (meios de ensaio microbiológico C12Q 1/00)	2,11
A01H	→ Necessidades humanas → Agricultura; silvicultura; pecuária; caça; captura em armadilhas; pesca → Novas plantas ou processos para obtenção das mesmas; reprodução de plantas por meio de técnicas de cultura de tecidos	1,97

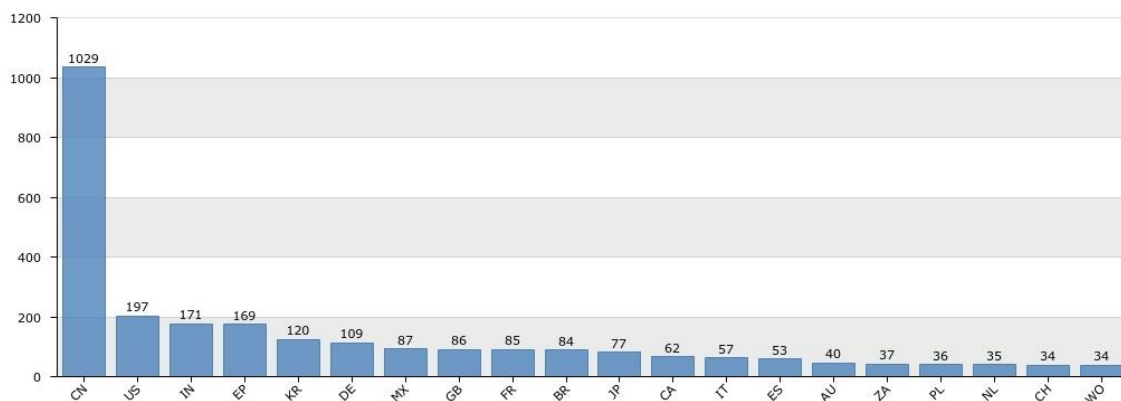
Fonte: Elaborado pelos autores (2023)



Figura 3. Mapa representativo de depositantes por país (1885-2023)



Figura 4. Famílias de Patentes por países de proteção – Top 20 (1885-2023).



Fonte: Questel Orbit (2023).

Em primeiro instante, seria possível inferir que a China ocupa essa posição por ser o segundo maior produtor de sisal no mundo. Porém, tal afirmativa não pode ser comprovada quando analisamos a situação do Brasil, que é o maior produtor mundial de sisal – com cerca de 40% da produção mundial (EMBRAPA, 2022), mas que ocupa apenas a 10ª posição, com um quantitativo de menos de 10% dos depósitos chineses. O que se conclui que o volume de produção não está necessariamente relacionado ao número de pedidos de patentes.

Em sequência no ranking, após China e Estados Unidos, temos Índia (IN), Organização Europeia (EP), Coreia do Sul (KR), Alemanha (DE), México (MX), Reino Unido (GB), França (FR) e Brasil (BR) fechando o top 10. Outro ponto de destaque é a presença do Reino Unido



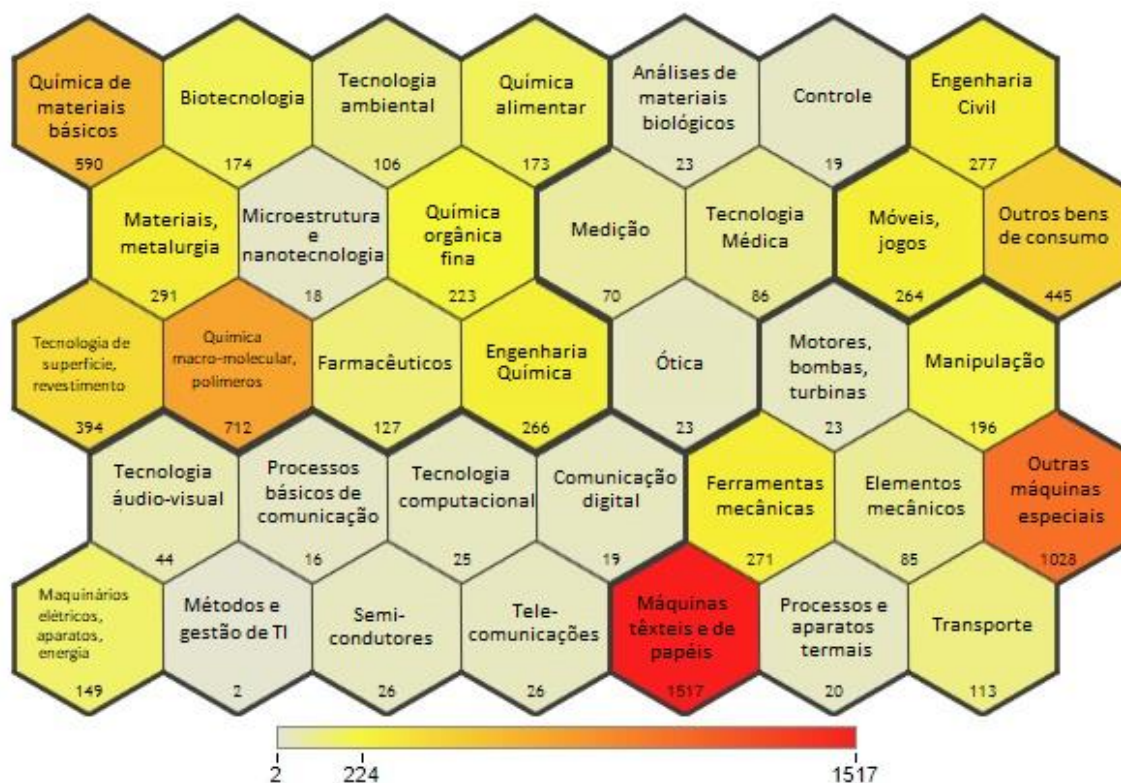


(GB) na 8ª posição deste ranking, em razão de que o atual território da Tanzânia, outro grande produtor mundial de sisal, era, até meados de 1950, de posse britânica.

Fica evidente que numa análise do ranking dos cinco principais depositantes em um comparativo de evolução, a China, desde sempre foi o país detentor do maior número de depósitos, seguida dos Estados Unidos. Porém, segundo os dados do Questel Orbit (2023), se analisarmos o total de patentes num recorte dos últimos 10 anos, percebemos o avanço da Índia para terceira posição, enquanto no histórico total, o país estava em 9º lugar. A Coreia ocupa a quarta posição no ranking dos últimos 10 anos sendo apenas o 8º no histórico geral. E o Brasil, na quinta posição considerando os anos mais recentes e na 7ª posição no histórico geral.

Também foi realizado um mapeamento do domínio tecnológico mundial da *A. sisalana* conforme apresentado na figura 5.

Figura 5. Domínio tecnológico mundial (*Agave sisalana* + sisal)



Fonte: Questel Orbit (2023).

Verifica-se que em termos gerais o grupo “Têxtil e máquinas para papéis” é o de maior representatividade no mundo, totalizando mais de 1500 famílias de patentes depositadas, seguido dos grupos “Outras máquinas especiais” (1028), “Química de macro-moléculas” (712), “Materiais químicos básicos” (590), e “Outros bens de consumo” (445).





A partir desses dados é possível inferir que grande parte dos depósitos de patentes realizados, um alto número figura-se no desenvolvimento de máquinas para o processamento/beneficiamento da matéria-prima.

Ainda relacionado ao domínio tecnológico, o mapa de árvore de Voronoi, agrupa os conceitos-chave do universo de patentes analisados. A figura 6 utiliza essencialmente um processo de *text mining*, resultando em um mapa visualmente informativo, onde, por meio de cores e agrupamentos reconhecemos a importância de alguns subprodutos do sisal, fornecendo os conceitos mais usados na área de estudo. Isso pode ser uma fonte de ideação para novos desenvolvimentos ou identificação de tecnologias protegidas em um novo campo (QUESTEL, 2023).

Figura 6. Diagrama de Voronoi dos Principais Conceitos (*Agave sisalana* + sisal)



Fonte: Questel Orbit (2023)

Neste mapa destacam-se quatro grupos principais. O primeiro grupo (cinza) totaliza 2.621 depósitos e se relaciona com as fibras de juta, englobando, principalmente Fibra de juta, fibra de cânhamo e linho. O segundo grupo (azul) está relacionado as patentes referentes à fibra do sisal, suas modificações e resíduos; este grupo contempla 1.938 depósitos. O terceiro maior grupo (amarelo) possui 1.175 depósitos e abrange as pesquisas que se dedicam majoritariamente às inovações sobre a folha do sisal. Também, temos o quarto grupo (laranja), com 517 depósitos e nele encontramos as patentes sobre a fibra dura do sisal, as camadas e tecidos a partir do sisal e correlatos. Por fim, o grupo roxo, com 171 depósitos em pesquisas sobre os fios do sisal.

Outros aspectos importantes destacados são as informações referentes aos cessionários (detentores dos direitos da propriedade intelectual) e aos inventores (pessoas físicas autoras da invenção). Estas informações são consideradas pelo sistema fornecedor como um bom indicador do nível de inventividade dos *players* ativos no mercado (requerente e seus principais co-requerentes).

A figura 7 apresenta os principais cessionários por volume de depósitos de patentes válidas em seus portfólios na área temática analisada. Para facilitar a apresentação dos dados,

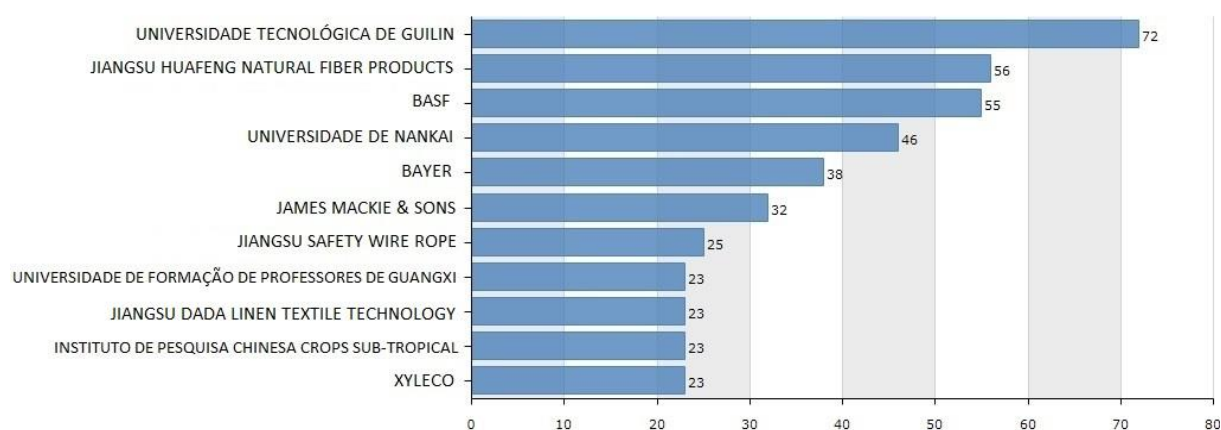




o sistema realiza um agrupamento dos requerentes (por exemplo, uma filial agrupada com a matriz) para melhorar a precisão dessa representação.

Os dados demonstram que entre os 10 principais *players* no mercado em análise, quatro deles são enquadrados como institutos de pesquisa / universidades e 6 como empresas. Ainda, é notório a predominância dos chineses; apenas a BASF (multinacional da indústria química sediada na Alemanha), a também alemã BAYER (que atua nos setores químicos e farmacêuticos), a JAMES MACKIE & SONS (especializada na fabricação de fundição de engenharia de máquinas têxteis, sediada na Irlanda do Norte), e a americana XYLECO (empresa privada de pesquisa especializada em biomassa e etanol celulósico), não são residentes na China.

Figura 7. Número de patentes válidas pelos principais cessionários dos direitos



Fonte: Questel Orbit (2023)

Os dados demonstram que entre os 10 principais *players* no mercado em análise, quatro deles são enquadrados como institutos de pesquisa / universidades e 6 como empresas. Ainda, é notório a predominância dos chineses; apenas a BASF (multinacional da indústria química sediada na Alemanha), a também alemã BAYER (que atua nos setores químicos e farmacêuticos), a JAMES MACKIE & SONS (especializada na fabricação de fundição de engenharia de máquinas têxteis, sediada na Irlanda do Norte), e a americana XYLECO (empresa privada de pesquisa especializada em biomassa e etanol celulósico), não são residentes na China.

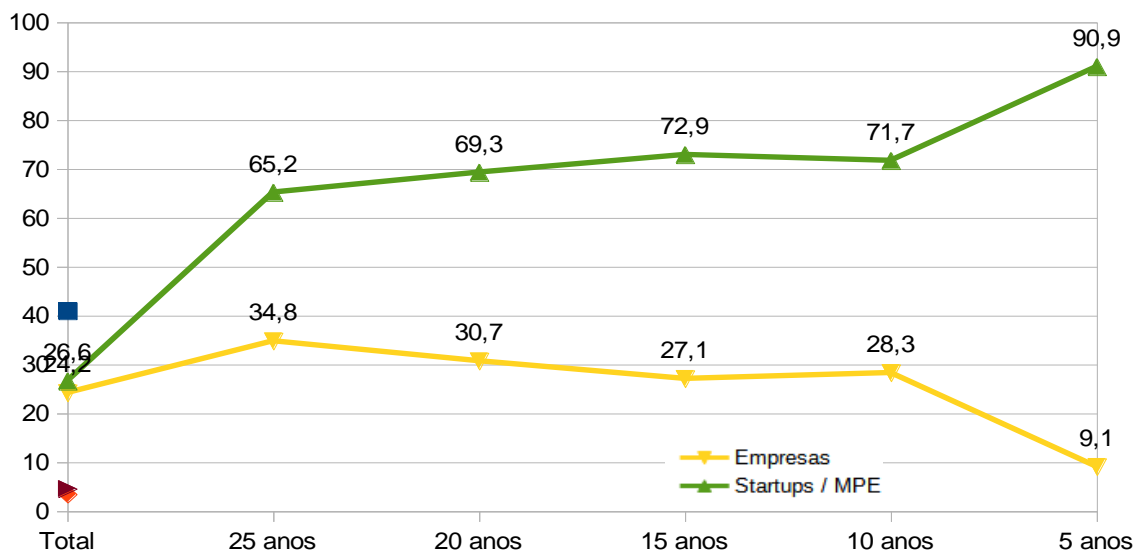
Já com relação aos chineses, temos as empresas JIANGSU HUAFENG com domínio na indústria têxtil, a JIANGSU SAFETY WIRE ROPE, especializada em materiais metalúrgicos e bens de consumo e a JIANGSU DADA LINE TEXTIL TECHNOLOGY, também atuante nas áreas têxtil e de bens de consumo. Todas as três empresas são subsidiárias da *holding* chinesa Suzhou Wuzhong Rongtai Holding Co., Ltd.



É evidente o domínio chinês sobre os demais países, tanto no número de depósitos quanto nos maiores depositantes (cessionários) e inventores. Este fato, coloca a China num elevado patamar que deve ser visto pelos demais desenvolvedores de tecnologias como uma referência.

Por fim, quando se considera uma evolução na linha do tempo sobre os depósitos de patentes é possível evidenciar uma mudança de perfil dos maiores depositantes. Ao analisar toda a documentação disponível no sistema, encontramos uma paridade entre os cessionários classificados como empresas (24,2%) e os classificados como *startup* ou micro e pequenas empresas (26,6%). Os dados podem ser verificados na figura 8.

Figura 8. Evolução do percentual de participação nos depósitos por tipo de cessionários



Fonte: Adaptado de Questel Orbit (2023)

A medida que os documentos são filtrados para anos mais recentes (considerando os últimos 25 anos até os últimos 5 anos de depósito) essa paridade existente entre os tipos de empresas é dissipada, originando um grande avanço das patentes depositadas por *startups* e um declínio acentuado nas patentes depositadas por empresas de maior porte.

No cenário atual apresentado deslumbra-se uma grande oportunidade de crescimento para o nosso país, principalmente na produção e comercialização de produtos acabados, de maior valor agregado, e em setores ainda não explorados aproveitando a grande disponibilidade de matéria-prima local.

Em poucas décadas, a *A. sisalana*, poderá se tornar uma planta essencial para a vida da sociedade, com uma infinidade de aplicações em diversas indústrias. Sua versatilidade e propriedades únicas a transformarão em um recurso valioso e amplamente utilizado, impulsionando avanços e melhorias em diferentes setores no Brasil e no mundo.





A partir das informações apresentadas percebe-se que os estudos das novas tecnologias e as descobertas sobre as potenciais formas de utilização do sisal constituem-se numa mudança sobre o valor que a planta possui. As informações contidas nos documentos de patentes encontrados na busca realizada demonstram vários exemplos de aplicabilidade do produto.

Na indústria química, suas fibras já podem ser utilizadas na fabricação de materiais compósitos de alta resistência, como componentes automotivos e aeroespaciais. Além disso, os extratos de sisal poderão se tornar ingredientes-chave na produção de produtos de limpeza biodegradáveis, substituindo os produtos químicos agressivos (CN107443830); na indústria de energia, a biomassa proveniente da *A. sisalana* já foi descoberta como uma forma de geração de energia renovável. Ainda, o processo de transformação da planta em biogás, já está descoberto e pode ser utilizado tanto para a geração de eletricidade quanto como combustível para veículos (CN113976078; CN113372901; EP2415820; BR102018005222).

No setor agrícola o sisal se tornou um aliado para a produção sustentável, revolucionando a produção de alimentos, promovendo práticas sustentáveis e seguras. As fibras de sisal já são utilizadas na fabricação de redes de proteção para pomares e viveiros, garantindo segurança e saúde das culturas sem o uso excessivo de agrotóxicos, com destaque no setor de química de alimentos (BR102020011132; CN110959859). Também, os resíduos são convertidos em fertilizantes orgânicos, enriquecendo o solo de forma natural (CN113943338; CN105237146; CN112544360).

Quanto a indústria farmacêutica os compostos bioativos do sisal revelaram propriedades medicinais promissoras sendo cada vez mais comprovado um grande potencial terapêutico (CN110959859), sendo utilizada no desenvolvimento de medicamentos inovadores e no combate a doenças, bem como no desenvolvimento de próteses (IN-378544) e extração de substâncias ativas antioxidantes (CN106563043). Também, novos medicamentos foram desenvolvidos para acelerar a cicatrização de feridas, combater infecções e tratar doenças inflamatórias (BR102021021173; BR102020025761), além das aplicabilidades nas áreas de cosmética (BR102017023302).

No setor de construção, já é possível que o sisal seja utilizado como material de construção sustentável, presente em isolamentos térmicos e acústicos, substituindo materiais poluentes (IN202321018654) e na preparação de pavimentações (CN214831604U; CN104610767).

Na indústria de móveis e decoração, o sisal permanece valorizado por sua aparência natural e textura rústica, sendo usado na fabricação de móveis, tapetes e objetos decorativos (DE202019005190; CN103300684B; IN2012CH00385; CN107443830) e também no





desenvolvimento de tecidos mais resistentes e com propriedades a prova de água e de alta densidade (CN107366470; CN107471775; WO2022237749).

Outro ponto a ser destacado se refere à produção e ao beneficiamento eficiente da planta, que requer conhecimentos técnicos específicos. A capacitação dos produtores, trabalhadores rurais e profissionais da indústria é fundamental para garantir práticas adequadas de cultivo, colheita e processamento. Programas de capacitação e assistência técnica ajudam a preencher essa lacuna.

Também tem-se a questão da diversificação de usos. Embora a *A. sisalana* já tenha várias aplicações conhecidas no mundo, é importante explorar e desenvolver novos usos e mercados. As pesquisas de prospecção tecnológica do produto demonstram que os demais países estão muito atrás na exploração desta matéria-prima em relação a China, por exemplo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a realização de uma avaliação técnica das tecnologias patenteadas pode servir de base do estudo de anterioridade no caso de se pretender desenvolver processos e equipamentos para serem usados no Brasil na hipótese de que as patentes desenvolvidas em outros países não tenham sido aqui depositadas. Ainda, a diversificação de produtos derivados do sisal pode abrir oportunidades comerciais e aumentar o valor agregado da planta no nosso país, tornando o cultivo e a produção de sisal uma atividade lucrativa, promovendo o desenvolvimento de regiões anteriormente desfavorecidas.

Apesar de o Brasil ser um dos principais produtores de *A. sisalana*, ainda existem algumas lacunas na produção, beneficiamento e utilização da planta, e, principalmente na geração de maior valor na sua produção e comercialização. Considerando que a maior parte da produção é proveniente de pequenos agricultores familiares na região nordeste do país, e que essas regiões enfrentam desafios de acesso à infraestrutura de transporte e armazenamento, isto poderá afetar a eficiência e a qualidade do processo.

Recomenda-se que trabalhos futuros sejam realizados através de estudos de prospecção tecnológica sobre *A. sisalana* no Brasil com o objetivo de explorar a inovação aplicada neste produto e aproveitar todo o potencial da planta no nosso país. Em primeiro lugar, é importante investigar qual o domínio tecnológico que o Brasil detém e como e por quem as pesquisas se direcionaram ao longo dos anos, projetando um futuro para a produção brasileira. Adicionalmente, é relevante investigar os aspectos econômicos e sustentáveis da cultura do sisal, incluindo análises de viabilidade financeira, impactos ambientais e socialmente





responsáveis. Com base nessas recomendações, espera-se que estes estudos aliados possam subsidiar o conhecimento sobre o tema e impulsionar o desenvolvimento de novas aplicações industriais contribuindo para o crescimento econômico sustentável do Brasil.

REFERÊNCIAS

CHEN, T. **Comprehensive utilization method for mixed planting of castor oil plants and sisal hemp**. Titular: GUANGXI SUBTROPICAL CROPS RESEARCH INSTITUTE GUANGXI SUBTROPICAL AGRICULTURAL PRODUCTS PROCESSING RESEARCH INS. CN112544360. Depositado em: 25.dez.2012.

CHEN, W., CHEN, S., YAO, Z., JIA, Y. **Composite pavement with sisal fiber ECC coated with asphalt layer**. Titular: FUZHOU UNIVERSITY. CN214831604U. Depositado em: 02.dez.2020.

COELHO, G. M. *Prospecção Tecnológica: metodologias e experiências nacionais e internacionais: tendências tecnológicas: nota técnica 14*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, 2003. Projeto CTPETRO.

DEVARAJAN C.; PRESIN, J.K. A.; ANDREWS, A. E. A. **Hybrid reinforced composite material for prosthesis and bone grafting substitutes**. Titular: ST PETERS INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION & RESEARCH. IN-378544. Depositado em: 27.jul.2017.

DEVARAJAN C., KRISHNASWAMY, M.. **Design and fabrication of natural fibre reinforced composite material for plastic replacement**. Titular: DEVARAJAN CHANDRAMOHAN; KRISHNASWAMY MARIMUTHU. IN2012CH00385. Depositado em: 01.fev.2012.

DOS SANTOS, L. *et al.* **Creme anti-inflamatório, analgésico e reparador para pés, contendo extrato de *Agave sisalana* (sisal) e seu uso**. Titular: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO - UNESP. BR102021021173. Depósito: 22.out.2021.

DOS SANTOS, L., KUAE, L. Y., IBE, M. B., TAKAHASHI, M. E. **Método de obtenção de composto de gel anti-inflamatório contendo extrato de *Agave sisalana* Perrine (sisal) encapsulado em quitosana e gel anti-inflamatório resultante**. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO - UNESP. BR102020025761. Depósito: 16.dez.2020.

EMBRAPA. **Prospecção Tecnológica: importância, métodos e experiências da Embrapa Cerrados**. Luciene Pires Teixeira – Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/100348/1/doc-317.pdf>. Acesso em 24 maio 2023.

EMBRAPA. **Cadeia Produtiva do Sisal no Nordeste Brasileiro**. 2022. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/sistemadeproducaoembrapa>. Acesso: 13 maio 2023.

FERRARI, M. *et al.* **Composição cosmética com fração enriquecida em polissacarídeos obtida a partir do resíduo de *Agave sisalana***. Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. BR102017023302. Depósito em: 27.out.2017.

GUIA PARA IPC. **Classificação Internacional de Patentes IPC**. Versão 2020. Disponível em: <http://ipc.inpi.gov.br/classifications/ipc/ipcpub/media/help/pt/guide.pdf>. Acesso em 26 maio 2023.





GUO, J.; TAN, B.; XUE, M.; FAN, X. **Method for preparing sisal hemp modified asphalt from SBS grafted sisal hemp fiber.** Titular: WINBOND CONSTRUCTION INVEST GROUP. CN104610767. Depositado em: 17.jan.2015.

HORNSBY PR, HINRICHSEN E; TARVERDI K. **Preparation and properties of polypropylene composites reinforced with wheat and flax straw fibres: part I fibre characterization.** J Mater Sci 1997; 32: 443–449.

HU, W. **Fertilizer for producing trichoderma harzianum with sisal hemp residue and preparation method of same.** Titular: FOSHAN YANHUI BIOTECHNOLOGY. CN105237146. Depositado em: 02.set.2015.

HUANG, B., WEN, J. **Sisal fiber-based biomass activated carbon as well as preparation method and application thereof.** Titular: SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. CN113976078. Depositado em: 30.set.2021.

HUANG, Z. PENG, S. **Health care product containing agave sisalana and preparation method thereof.** Titular: HUANG ZHENCUI; PENG SHENGLIANG. CN110959859. Depósito: 03.ago.2019.

JADHAY, A. B., *et al.*, **Sisal fibre reinforced cellular lightweight concrete (clc) bricks.** Titular: SHARAD INSTITUTE OF TECHNOLOGY COLLEGE OF ENGINEERING YADRAV. IN202321018654. Depositado em: 19.mar.2023.

KUPFER, D., TIGRE, P. B. *Prospecção Tecnológica.* In: CARUSO, L. A., TIGRE, P. B. (Org.) **Modelo SENAI de prospecção: modelo metodológico.** Montevideo: OIT/CINTERFOR, 2004 (Papeles de la oficina técnica n. 14).

LIU, Y. **Durable sisal hemp cloth.** Titular: NANYANG NORMAL UNIVERSITY JIANGSU SANTAI KNITTING. CN107471775. Depositado em: 24.ago.2017.

LIU, Y. **Environmentally-friendly domestic sisal hemp floor mat.** Titular: NANYANG NORMAL UNIVERSITY JIANGSU SANTAI KNITTING. CN107443830. Depositado em: 28.jul.2017.

LIU, Y. **Production method of sisal hemp or jute blanket.** Titular: JIANGSU HUAFENG NATURAL FIBER PRODUCTS. CN103300684B. Depositado em: 28.mai.2013.

LIU, Y. **Sisal fiber wild camping tent cloth.** Titular: BEECH PLASTIC TECHNOLOGY HENGSHUI. CN107366470. Depositado em: 11.jul.2017. MARSHALL, M. *Method of changing the molecular structure of biomass.* Titular: XYLECO EP2415820. Depósito: 26.out.2002.

QIN, A. *et al.*, **Preparation method of fluorescent double-enhanced sisal fiber carbon quantum dots.** Titular: GUILIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. CN113372901. Depositado em: 27.mai.2021.

QUEIROZ, M. A. A. *et al.* **Aditivo antifúngico para silagens de plantas forrageiras à base de extratos vegetais de sisal (*Agave sisalana* perr.) para preservação do valor nutritivo.** Titular: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL VALE DO SÃO FRANCISCO; UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO. BR102020011132. Depósito: 02.jun.2020

QUEIROZ, A. L. M., *et al.* **Bioprocesso de produção de arabitol a partir do sisal.** Titular: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. BR102018005222. Depositado em: 16.mar.2018.





- QUESTEL ORBIT. **Orbit Intelligence**: Patent Analytics. [S.l.]: Questel, 2018. Disponível em: <https://www.orbit.com/>. Acesso em: 18 maio 2023.
- QUINTELLA, C. M. MEIRA, M., GUIMARÃES, A. K., TANAJURA, A. S., DA SILVA, H. R. G; Prospecção tecnológica como uma ferramenta aplicada em ciência e tecnologia para se chegar à inovação. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 5, p. 406-415, 2011.
- REIS, J.M.L. Sisal fibre polymer mortar composites: Introductory fracture mechanics approach. **Construct Build Mater**, v.37, p. 177–180, 2012.
- SANTOS, L.; NASCIMENTO, N. M. **Gel-creme antioxidante e fotoprotetor contendo extrato de *Agave sisalana* perrine (sisal) e seu uso**, 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/242947>.
- SAHU, P., e GUPTA, M. (2017). Sisal (*Agave sisalana*) fibre and its polymer-based composites: A review on current developments. **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, 36(24), 1759–1780. doi:10.1177/0731684417725584
- SCUDELER, M. A.; OLIVEIRA, M. C. S. C. **A contribuição do sistema de patentes para o desenvolvimento econômico e tecnológico**: uma análise sumária do perfil inovativo do país a partir dos depósitos de patente perante o INPI. 2013. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=1294afe6156ef3b5>. Acesso em: 30 maio 2023.
- SILVA, O. R. R. F. da; BELTRÃO, N. E. de M. (Org.). **O Agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA Algodão, 1999. 205 p.
- SILVA, O. R. R. F. da; SUINAGA, F. A.; COUTINHO, W. M.; CARTAXO, W. V. Cadeia Produtiva. In. ANDRADE, W. **O Sisal do Brasil**. Salvador: Sindifibras, 2006. p. 31-45.
- SILVA, J. L. A.; SILVA, S. I. R. **A economia solidária como base do desenvolvimento local**. e-cadernos CES [Online], 02.2008. Acesso em: 13 maio 2023. URL: <http://journals.openedition.org/eces/1451>. DOI: <https://doi.org/10.4000/eces.1451>
- SOPHIA, H. **Connecting sisal carpet with screw by metal eyelet to attach the sisal carpet to the scratch beam or board**. Titular: SOPHIA HERRMANN. DE202019005190. Depositado em: 20.dez.2019.
- TREJO-TORRES, J. C.; GANN, G. D.; CHRISTENHUSZ, M.J.M.. The Yucatan Peninsula is the place of origin of sisal (*Agave sisalana*, Asparagaceae): historical accounts, phytogeography and current populations. **Bot. sci**, México, v. 96, n.2, p.366-379, jun. 2018. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-42982018000200366&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 28 maio 2023.
- WANG, Z.; HU, D. **Method for extracting anti-oxidative active substances from waste sisal hemp residue**. Titular: GUANGZHOU PINYUE BIOTECHNOLOGY. CN106563043. Depositado em: 02.nov.2016.
- WU, K. **Method for extracting tigogenin from sisal hemp residues and preparing fertilizer from sisal hemp residues**. HUNAN YITIANMEI AGRICULTURAL TECHNOLOGY. CN113943338. Depositado em: 15.jul.2015.
- ZHANG, F., HUANG, B., ZENG, F., YANG, Y. **Method for increasing density of carbon/carbon composite thick plate**. Titular: CENTRAL SOUTH UNIVERSITY. WO2022237749. Depositado em: 13.mai.2021.



Informações do Artigo	Article Information
<p>Recebido em: 26/06/2023 Aceito em: 01/09/2023 Publicado em: 06/09/2023</p>	<p>Received on: 2023/06/26 Accepted in: 2023/09/01 Published on: 2023/09/06</p>
<p>Contribuições de Autoria <u>Resumo:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Introdução:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Referencial teórico:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Análise de dados:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Discussão dos resultados:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Conclusão:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Referências:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Revisão do manuscrito:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Aprovação da versão final publicada:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo</p>	<p>Author Contributions <u>Abstract:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Introduction:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Theoretical Reference:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Data analysis:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Discussion of results:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Conclusion:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>References:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Manuscript review:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo <u>Approval of the final published version:</u> Rodrigo Augusto de Figueiredo</p>
<p>Conflitos de Interesse Declarar não haver nenhum conflito de interesse. Texto sugestivo: Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.</p>	<p>Interest conflicts Declare that there is no conflict of interest. Suggestive text: The authors declare that there is no personal, commercial, academic, political or financial conflict of interest regarding this manuscript.</p>
<p>Como Citar este artigo - ABNT FIGUEIREDO, Rodrigo Augusto. Prospecção tecnológica sobre processos de produção e utilização da <i>Agave sisalana</i>, parte I: um estudo global sobre depósitos de patentes através do sistema Questel Orbit. Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, e071013, jan./dez., 2023. https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.948</p>	<p>How to cite this article - ABNT FIGUEIREDO, Rodrigo Augusto. Prospecção. Technology assessment on production processes and use of <i>Agave sisalana</i>, part I: a prospective of worldwide patent in the Questel Orbit System. Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, e071013, jan./dez., 2023. https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.948.</p>
<p>Licença de Uso A Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional (CC BY4.0). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, mesmo que comercialmente, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.</p>	<p>Use license The Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC BY4.0). This license allows sharing, copying, redistributing the manuscript in any médium or format. In addition, it allows adapting, remixing, transforming and building on the material, even commercially, as long as due credit for authorship and initial publication in this journal is attributed.</p>