

CAPÍTULO 7

Reaproveitamento do resíduo agroindustrial do sisal como prática agroecológica

Rafael Rodrigo Ferreira de Lima, Maurício Novaes Souza, Gilmara da Silva Rangel, Thaís de Souza Pastor

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-33-6.c7>

Resumo

A presente pesquisa tem como objetivo explorar o potencial da *Agave sisalana* e seus produtos agroindustriais diretos e indiretos, com ênfase na agregação de valor por meio da reutilização de resíduos sólidos para a fabricação e caracterização de farinha destinada à alimentação humana. Esse enfoque visa promover uma abordagem inovadora e sustentável, alinhada aos princípios da agroecologia e ao manejo integrado de recursos naturais. A produção de farinha a partir do resíduo sólido do sisal oferece uma alternativa viável para a redução de desperdícios no processo produtivo, contribuindo para a economia circular e a sustentabilidade agroindustrial. Além disso, o reaproveitamento desses resíduos é capaz de mitigar impactos ambientais, especialmente em regiões semiáridas onde o sisal é amplamente cultivado, promovendo a recuperação de áreas degradadas por meio da valorização de subprodutos e da introdução de práticas agroecológicas. A metodologia adotada baseia-se em uma revisão narrativa da literatura científica disponível em bases de dados de acesso aberto, buscando consolidar conhecimentos sobre a composição nutricional, a viabilidade tecnológica e as aplicações potenciais da farinha obtida. Espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para a diversificação dos usos da *Agave sisalana*, ampliando sua relevância econômica e ambiental. Além disso, o estudo pode servir como modelo para iniciativas que integrem agroecologia, inovação tecnológica e práticas regenerativas, promovendo a restauração de áreas degradadas e fortalecendo a resiliência socioeconômica de comunidades rurais.

Palavras-chave: *Agave sisalana*. Resíduos sólidos agroindustriais. Produção de farinha. Alimentação humana. Agroecologia. Economia circular. Práticas regenerativas. Valorização de subprodutos.

1. Introdução

O Brasil ocupa uma posição de destaque na produção agrícola mundial, sendo considerado um país-chave para o abastecimento alimentar de diversas nações. No entanto, à medida que a produção agrícola brasileira ganha expressividade no cenário econômico, cresce também a problemática da geração proporcional de resíduos derivados dessa produção (Azevedo *et al.*, 2022).

Segundo Sundarraj e Ranganathan (2018), resíduos são materiais que não foram totalmente aproveitados no processo produtivo. Esses autores destacam que o processamento de produtos agrícolas gera resíduos significativos devido a deficiências nos processos produtivos ou ao baixo padrão de qualidade, o que provoca impactos econômicos, sociais e ambientais relevantes. Nesse contexto, a agricultura, além de desempenhar o papel de abastecimento alimentar, também contribui para a manutenção da viabilidade socioeconômica das atividades rurais e dos trabalhadores do campo (Bolfé *et al.*, 2021; Durga; Gangil; Bhargav, 2022).

A reutilização de resíduos provenientes da agricultura apresenta ampla aplicação em diferentes setores industriais, como o alimentício, têxtil, automobilístico e da construção civil. Essa prática tem sido amplamente documentada na literatura científica, com resultados bem-sucedidos (Martin *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2009; Martin *et al.*, 2012; Lancaster; Lung; Suján, 2013; Nascimento Filho; Franco, 2015; Aguilar-Rivera, 2022; Siqueira *et al.*, 2022).

Adicionalmente, a preocupação com a escassez de recursos naturais, a busca por práticas de produção mais sustentáveis e os impactos negativos associados aos resíduos agrícolas têm intensificado a procura por técnicas de reutilização desses materiais (Rodrigues *et al.*, 2022).

Neste trabalho, embora outros resíduos possam ser analisados de forma complementar ou consorciada com o resíduo do sisal, o foco é o reaproveitamento do resíduo agroindustrial da ***Agave sisalana*** para a produção de farinha destinada à alimentação humana. De acordo com Vuorinne, Heiskanen e Pellikka (2021), a *Agave sisalana* é uma cultura nativa da América Central e, conforme Diniz *et al.* (2020), adaptada para sobreviver em regiões áridas e de intensa exposição solar. Esses autores também ressaltam que a fibra

extraída de suas folhas é utilizada para a confecção de cordas, cestos, tapetes e, conforme Abebayehu e Engida (2021), para a produção de matrizes poliméricas.

Santos *et al.* (2015) observam que, apesar do crescimento mundial na produção e no beneficiamento da *Agave sisalana*, especialmente no Brasil, a problemática do descarte inadequado dos resíduos agroindustriais persiste, representando um desafio significativo para a sociedade. Esses autores destacam ainda que a reutilização dos resíduos da *Agave sisalana*, o sisal, é um campo com grande potencial, mas ainda pouco explorado, sendo essencial para a sustentabilidade da cadeia produtiva e para os atores envolvidos em seus diferentes elos.

No estado da Bahia, a atividade de plantio e beneficiamento do sisal possui alta relevância econômica, gerando renda para quase um milhão de produtores distribuídos em 50 municípios (Queiroga *et al.*, 2021). Além disso, conforme os mesmos autores, a produção de sisal contribui para o empoderamento e a independência dos produtores sertanejos.

O Território de Identidade do Sisal, delimitado pelo governo do estado da Bahia como parte de sua divisão político-administrativa, é um exemplo de como a *Agave sisalana* agregou importância cultural, social e econômica para a população local (Oliveira *et al.*, 2017). Nesse contexto, o reaproveitamento dos resíduos do sisal na indústria alimentícia, com a produção de farinha, visa agregar valor aos produtos dessa xerófila, complementando sua cadeia produtiva e promovendo a sustentabilidade no Território de Identidade do Sisal (Carneiro *et al.*, 2021).

O objetivo deste capítulo é destacar a relevância do reaproveitamento dos resíduos agroindustriais da *Agave sisalana*, com foco na fabricação de farinha destinada à alimentação humana. O texto busca contextualizar a importância da produção agrícola brasileira no cenário global e a problemática gerada pelos resíduos provenientes desse setor. Além disso, visa discutir as potencialidades do uso sustentável da *Agave sisalana* como alternativa para agregar valor à cadeia produtiva do sisal, promovendo sustentabilidade econômica, social e ambiental, com destaque para a realidade do Território de Identidade do Sisal, na Bahia.

Por meio dessa abordagem, o capítulo pretende evidenciar como o reaproveitamento de resíduos pode contribuir para a mitigação de impactos ambientais, o fortalecimento das economias locais e o empoderamento dos produtores rurais, alinhando-se aos princípios da sustentabilidade e da economia circular.

2. Produção agropecuária brasileira

Na segunda metade do século XX, o espaço rural brasileiro apresentava uma configuração socioeconômica e produtiva incapaz de proporcionar o suporte necessário à onda de industrialização pela qual o Brasil passava, bem como atender à demanda gerada por esse processo (Embrapa, 2018).

O investimento de recursos, a criação de políticas públicas e a ressignificação da produção agropecuária para o desenvolvimento nacional a partir desse período (Montoya; Finamore, 2001; Furtuoso; Guilhoto, 2003; Embrapa, 2018) resultaram em significativas mudanças no cenário agrícola. Essas mudanças trouxeram importantes índices de crescimento e desenvolvimento do setor e das suas cadeias produtivas (Abbad, 2014; Embrapa, 2018; Ipea, 2019).

Segundo o Ipea (2019), o incremento de novas tecnologias e a adoção de novos conhecimentos contribuíram significativamente para o avanço da produção agropecuária, setor fundamental para a competitividade brasileira no mercado internacional e para o abastecimento interno. Nesse contexto, destaca-se a introdução e o fortalecimento de áreas irrigadas, promovidas por objetivos claros desde a década de 1950, com um marco relevante na aprovação da Lei 12.787, que regulamenta o desenvolvimento da irrigação em todo o território nacional (Rodrigues, 2017).

Como efeito desse processo, ocorreram mudanças estruturais no uso da terra e na gestão dos recursos hídricos em regiões que enfrentaram ou enfrentam esgotamento vocacional de seus meios produtivos. Exemplos notáveis incluem a ressignificação econômica e ambiental da região dos Vales do Rio São Francisco (Rodrigues, 2017).

Essas transformações no setor agropecuário brasileiro têm impacto direto na produção de bens, com reflexos no Produto Interno Bruto (PIB) e na importância socioeconômica representada pelo setor (Montoya; Finamore, 2001; Furtuoso; Guilhoto, 2003; Luz; Fochezatto, 2023). De acordo com o Cepea, em 2021, a participação da agropecuária no PIB nacional foi de 27,4%, representando um aumento de 8,36% no mesmo ano, o maior desde 2004 (Cepea/Esalq-USP, 2022).

Entretanto, crescer economicamente não é suficiente. É fundamental que a atividade agropecuária seja sustentável tanto no tempo quanto no espaço em que opera. O consumo de água para manutenção e expansão da produção (Montoya; Finamore, 2020), os impactos de processos de desindustrialização em determinados setores (Medina, 2021), e as exigências jurídicas, econômicas, sociais e ambientais de reduzir os impactos negativos da atividade agropecuária são desafios centrais para garantir competitividade e longevidade ao setor (Agripino; Maracajá; Machado, 2021; Merida; Canevari; Jesus, 2021).



Figura 1. Transferência de tecnologia mexicana possibilita aumento da produção de sisal. Fonte: <http://cpu002572.ba.gov.br/noticias/2012/07/17/>, 2021.

Para alcançar essa sustentabilidade, é necessário que as inovações ocorram não apenas nos métodos de produção, mas também nas relações entre todos os envolvidos, incluindo o consumidor final. A incorporação de inovações

e tecnologias já existentes, bem como o desenvolvimento de novas, é crucial (Camargo; Soares, 2021). Nesse sentido, o desenvolvimento de novos produtos e a melhoria dos processos produtivos tornam-se fatores-chave para a implementação e validação de inovações tecnológicas que impulsionem as diversas cadeias produtivas do setor agropecuário (Figura 1).

3. *Agave Sisalana*

Originária do México, a *Agave sisalana* Perrine (Queiroga *et al.*, 2021) é conhecida pelos índios como Ranbams e pelos africanos como Garingboom. Representando 2% da fibra natural produzida em todo o planeta, sua principal utilização abrange a fabricação de bolsas, tapetes e cordas (Shahzad *et al.*, 2022; Rakesh *et al.*, 2022). Contudo, a aplicação da *Agave sisalana* pode ser ainda mais ampla ao se considerar sua riqueza fitoquímica, cujas propriedades incluem, entre outras, potencialidades anti-inflamatórias, analgésicas, antivirais, abortivas, antibacterianas e antioxidantes (Shahzad *et al.*, 2022; Rakesh *et al.*, 2022) (Figuras 2 e 3).



Figura 2. Processamento do sisal. Fonte: <http://cpu002572.ba.gov.br/noticias/>.

Nessa perspectiva de ampliação de uso, o gênero *Agave* também abrange a produção de bebidas alcoólicas e bioenergia (Marone *et al.*, 2022).

Socialmente, a *Agave* desempenha um papel importante, sendo utilizada, por exemplo, na confecção de cerdas para escovas de dentes em comunidades vulneráveis (Rakesh *et al.*, 2022).

É relevante observar que as espécies *Agave sisalana* e *Agave tequilana* pertencem ao mesmo subgênero (Queiroga *et al.*, 2021), o que evidencia um potencial inexplorado, ou ainda pouco explorado, da *Agave sisalana* para a produção de bebidas alcoólicas.



Figura 3. Corda de sisal. Fonte: <https://www.sosten.com.br/agricultura/cordas-e-sisal/>, 2023.

3.1. Folha

Segundo o Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017c), o Brasil apresentou uma área colhida de folhas de *Agave Sisalana* de 6.322 ha, distribuídos em 1.487 estabelecimentos entre os estados da Bahia (1.418), Paraíba (50), Pernambuco (15), Ceará (2), Rio de Janeiro (1) e São Paulo (1), com uma produtividade de 9.577 toneladas.

A distribuição lavoura de *Agave sisalana* no Brasil compreende 34.232 (x1000) pés na Bahia, 1.341 (x1000) pés na Paraíba e 13 (x1000) pés em Pernambuco (IBGE, Censo Agropecuário 2017c).

A quantidade produzida da folha da *Agave sisalana*, em toneladas, nos principais produtores nacionais, é de 9,431 na Bahia, 128, na Paraíba, e 15 em Pernambuco (IBGE, Censo Agropecuário 2017c).

O valor da produção da folha da *Agave sisalana* na Bahia corresponde a 15.688,638 (x1000), na Paraíba corresponde a 103,095 (x1000) e Pernambuco corresponde a 19,699 (x1000) (IBGE, Censo Agropecuário 2017c).

Em 2023, a produção de sisal no Brasil foi de 95,6 mil toneladas, representando uma redução de 2,1% em relação ao ano anterior. Essa diminuição foi influenciada por uma queda de 4,9% na produtividade dos campos de sisal, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A área colhida com sisal em 2023 foi de 103,6 mil hectares, indicando um aumento de 3,0% em comparação com o ciclo anterior.

A Bahia lidera a produção nacional, sendo responsável por cerca de 94,6% da produção em 2023. Dentro do estado, as mesorregiões Nordeste Baiano e Centro Norte Baiano concentraram aproximadamente 94,3% da produção nacional no mesmo ano.

De acordo com a Conab, no primeiro quadrimestre de 2024, o Brasil exportou sisal para 61 países, com destaque para a China e os Estados Unidos, que representaram 38,5% e 31,4% das exportações, respectivamente. No entanto, houve uma redução de 17,3% na receita com a exportação de sisal em comparação com o mesmo período do ano anterior.

Por tais questões, iniciativas estão sendo implementadas para diversificar o uso do sisal, como o projeto "Replanta Agave", que visa utilizar a biomassa residual da planta na produção de etanol, promovendo a sustentabilidade e agregando valor à cadeia produtiva (Conab, 2024).

3.2. Fibra

Segundo o Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017a), o Brasil apresentou uma área colhida de fibra de *Agave Sisalana* de 43.063 hectares, distribuídos em 5.339 estabelecimentos entre os estados da Bahia (5.216), Paraíba (99), Pernambuco (11), Ceará (11), Rio Grande do Norte (1) e Paraná (1), com uma quantidade produzida de 37.074 toneladas.

A distribuição lavoura de *Agave sisalana* no Brasil compreende 141.258 (x1000) pés na Bahia, 2.989 (x1000) pés na Paraíba e 117 (x1000) pés no Ceará e 4 (x1000) em Pernambuco (IBGE, Censo Agropecuário 2017a).

A quantidade produzida da fibra da *Agave sisalana*, em toneladas, nos principais produtores nacionais, é de 36.275 na Bahia, 760, na Paraíba, 30 no Ceará e 5 em Pernambuco (IBGE, 2017a).

O valor da produção da fibra da *Agave sisalana* na Bahia corresponde a 105.532,373 (x1000), na Paraíba corresponde a 1.084,648 (x1000), no Ceará corresponde a 131,990 (x1000) e Pernambuco corresponde a 19,699 (x1000) (IBGE, 2017b).

3.3. Bahia sisalana

Originária do México, a *Agave sisalana* Perrine, conhecida pelos índios como *Ranbams* e pelos africanos como *Garingboom*, foi introduzida no município de Santaluz, na Bahia, no início do século XX (Brandão; Santos, 2022). Inicialmente, a planta era utilizada como cerca viva, com bulbilhos originados da América do Norte, devido à incompatibilidade climática com o recôncavo baiano, onde foi inicialmente plantada (Figura 4).



Figura 4. Rebentões preparados para plantio. Foto: Odilon Reny R. F. da Silva.

Fonte: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/sisal/>.

Somente na segunda década do século XX, a *Agave sisalana* foi levada para o nordeste baiano, onde se adaptou melhor e deixou de ser usada como cerca viva, passando a ser explorada comercialmente, conforme os objetivos de Horácio Urpia, responsável por introduzir a cultura na Bahia (Silva; Santos, 2017). No entanto, foi a partir de 1935 que o cultivo de sisal começou a ser incentivado pelo estado da Bahia, sendo considerada uma *commodity* (Silva; Santos, 2017).

O sisal encontrou condições ideais para se desenvolver no território baiano, uma vez que, devido ao clima quente e à baixa precipitação pluviométrica, outras culturas, como feijão, milho e soja, não se estabeleceram com sucesso. Assim, a adaptação biológica do sisal, a ausência de concorrência agrícola e o incentivo governamental transformaram o cultivo do sisal em um grande negócio na Bahia (Oliveira *et al.*, 2017).

O sisal se tornou uma *commodity* ao ser apoiado por incentivos estatais, terras adequadas e relativamente baratas, mão de obra abundante, empresários capitalizados e infraestrutura para exportação. O processo produtivo do sisal no estado da Bahia começou com a concentração de terras nas mãos de poucos proprietários, configurando a forma como o cultivo e a produção foram organizados. A grande quantidade de terra disponível naquela época foi utilizada para expandir os sisais, e a introdução do cultivo comercial gerou empregos, exigindo a capacitação de trabalhadores para operar as máquinas, cuidar dos campos e realizar o beneficiamento, que até hoje ocorre, em sua totalidade, na zona rural. Esse processo de aprendizado foi rápido e passou a demandar qualificação mínima (Silva; Santos, 2017).

A evolução do cultivo de sisal no território baiano reflete o fato de que essa cultura foi explorada como propriedade de lucro para poucos indivíduos (Silva; Santos, 2017). Essa realidade persiste até os dias atuais, exigindo maior atenção dos agentes dessa cadeia produtiva (Queiroga *et al.*, 2021). No estado da Bahia, a *Agave sisalana* representa a identidade de um território que se estruturou oficialmente no início do século XX, com o objetivo de promover o

desenvolvimento local e valorizar as potencialidades produtivas da região (Santos *et al.*, 2015).

O Território do Sisal se destaca nas políticas territoriais, especialmente por sua adesão às diretrizes do PNDSTR do MDA e pelos resultados positivos alcançados na implantação dessa proposta. A importância desse território é resultado da organização e do protagonismo dos atores sociais, bem como das condições sociais construídas historicamente, que foram precursoras do arranjo político-institucional desejadas pela política estatal (Santos *et al.*, 2015 *apud* Coelho Neto, 2009).

A nova institucionalidade do Território do Sisal é fruto das transformações mais amplas ocorridas na sociedade brasileira, como o processo de democratização ativado por partidos políticos e movimentos sociais, além das condições específicas que foram forjadas regionalmente, como a atuação das pastorais rurais e do Movimento de Organização Comunitária. Esse processo é resultado da mobilização e da atuação de diversos agentes sociais que vêm contribuindo para a constituição desse território. O Território de Identidade do Sisal é composto por vinte municípios: Araci, Biritinga, Barrocas, Cansação, Conceição do Coité, Candeal, Ichu, Itiúba, Lamarão, Monte Santo, Nordestina, Queimadas, Quijique, Retorolândia, Santaluz, São Domingos, Serrinha, Teofilândia, Tucano e Valente (Mendonça, 2009).

Para Santos e Silva (2010), a ideia da existência de um Território do Sisal é relativamente recente. Até o final dos anos da década de 1990, os municípios que hoje compõem o Território do Sisal eram geralmente classificados como pertencentes à Região Sisaleira da Bahia. Essa mudança de foco ocorreu com as novas diretrizes adotadas pelo governo federal, a partir da administração do Partido dos Trabalhadores.

A monocultura do sisal e a concentração de grandes extensões de terra sob o domínio de poucos indivíduos são características marcantes do Território do Sisal, e, embora essas dinâmicas de produção contribuam para a perpetuação de desigualdades sociais, o território também desempenha um papel crucial nos movimentos sociais no estado da Bahia. A monocultura, associada à concentração fundiária, configura um cenário de alta vulnerabilidade social para as comunidades camponesas, onde a pequena propriedade é

frequentemente substituída por grandes latifúndios, gerando um desequilíbrio no acesso à terra e aos recursos naturais. Este modelo, característico de várias regiões do Brasil, tem sido objeto de críticas no âmbito da agroecologia e do desenvolvimento sustentável, sendo associado à degradação ambiental e à precarização do trabalho rural (Mendonça, 2009; Santos; Silva, 2015).

A concentração de terras no Território do Sisal, como já apontado por diversos estudiosos, reflete um processo histórico de apropriação e exploração das terras por grandes proprietários e empresas, enquanto os pequenos agricultores enfrentam dificuldades para acessar terras produtivas e conquistar melhores condições de vida. A grande extensão de terras sob o controle de poucos indivíduos, associada à monocultura, acaba por fortalecer um sistema econômico em que as relações de poder são desiguais, com pouca distribuição de riqueza e uma dependência de políticas públicas que buscam reverter essas desigualdades (Queiroga *et al.*, 2021)

Entretanto, essa realidade tem sido desafiada por uma série de movimentos sociais que atuam de forma estratégica para promover uma redistribuição mais justa da terra e fomentar práticas de produção sustentável. Movimentos como o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), o Movimento de Organização Comunitária (MOC), e outras organizações locais têm trabalhado para a democratização do acesso à terra e a implementação de alternativas produtivas mais justas, sustentáveis e inclusivas, com foco na agroecologia, na agricultura familiar e na diversificação da produção (Oliveira; Souza; Pereira, 2017; Queiroga *et al.*, 2021).

Além disso, para esses mesmos autores, a presença desses movimentos sociais no Território do Sisal tem impulsionado a mobilização de políticas públicas voltadas para o fortalecimento da agricultura familiar e a criação de formas mais equitativas de distribuição de recursos. Tais iniciativas são fundamentais não só para promover a justiça social e a segurança alimentar, mas também para fomentar uma agricultura que seja menos dependente da monocultura e mais resiliente aos desafios ambientais, como as mudanças climáticas e a escassez de água.

É importante ressaltar que a transformação do Território do Sisal em um espaço de luta social é um reflexo da interseção de vários fatores, incluindo as

políticas estaduais e federais, o contexto histórico de luta pela terra e a resistência das populações locais. A relação entre os movimentos sociais e o processo produtivo do sisal é complexa e multifacetada, envolvendo uma crítica ao modelo de produção capitalista e a busca por alternativas que priorizem a justiça social, a sustentabilidade e a participação popular nas decisões que afetam diretamente suas vidas (Santos; Silva, 2015; Queiroga *et al.*, 2021).

4. Cadeia produtiva do sisal

A cadeia produtiva do sisal ocupa uma posição de destaque econômico no nordeste brasileiro, especialmente no semiárido, devido ao aporte financeiro que oferece aos trabalhadores rurais dessa região (Soares; Arruda; Amarante, 2022). Nesse contexto, é importante destacar que a cadeia produtiva do sisal é composta por funções essenciais, como cambiteiro⁷, puxador, cortador, bagaceiro e lavador, que são fundamentais para a fabricação da fibra (Soares; Arruda; Amarante, 2022).

No que tange à sustentabilidade dos processos e das cadeias produtivas, com a crescente preocupação com a preservação ambiental, a *Agave sisalana* desempenha um papel importante nesse cenário (Barboza *et al.*, 2021). Além disso, é necessário considerar o aspecto social dessa cadeia produtiva, especialmente ao se refletir sobre os acidentes de trabalho decorrentes da atividade e a baixa remuneração dos trabalhadores/produtores, o que resulta na desvalorização da atividade. Essa situação evidencia a necessidade de agregar valor desde as etapas iniciais do ciclo produtivo (Cavalcante, 2021).

Dessa forma, a planta *Agave sisalana* é de grande importância tanto para a produção quanto para o comércio, pois, para muitas famílias de agricultores, seja na agricultura familiar ou associada a grandes propriedades de terra, sua produção continua sendo a principal forma de subsistência e fonte de renda. Ao analisar a região de plantio e os fatores climáticos que facilitam seu manejo – como a baixa pluviosidade, a intensa exposição solar e os longos períodos de

⁷ Refere-se ao trabalhador responsável por cortar a planta de sisal (*Agave sisalana*) na fase inicial do processo de extração da fibra.

estiagem – fica claro o valor dessa cultura, visto que essas condições tornam inviável o cultivo de outras plantas (Oliveira *et al.*, 2017).

4.1. Agroindústria

A agroindústria do gênero *Agave* é extensa, ao se considerar as possibilidades de utilização. Segundo Villarroel (2015) é possível obter, dentre outros produtos:

- Licor (*Agave Tequilana*);
- Mescal (*Agave Cupreata*, *Agave Potatorum*, etc.);
- Licor de Cocuy (*Agave Cocui*);
- Pulque (*Agave americana*);
- Biocombustíveis;
- Papel;
- Fibras (*Agave Sisalana* e *Agave fougroydes*);
- Cerdas de escova de dentes.

4.2. Resíduo

Os desafios ambientais em andamento, como a degradação dos recursos naturais, a poluição e o descarte inadequado de resíduos, têm impulsionado diversas pesquisas e inovações com o objetivo de promover a sustentabilidade, especialmente em comunidades e setores produtivos (Gupta; Tiwari; Sharma, 2022).

Um dos aspectos fundamentais dessas pesquisas tem sido encontrar alternativas para mitigar os impactos negativos da agricultura, especialmente nas produções orgânicas e agroecológicas, que enfrentam dificuldades em relação à falta de insumos. Nesse sentido, o uso de resíduos industriais se apresenta como uma solução promissora (Figura 5). A reutilização de subprodutos, como os resíduos agroindustriais do sisal, pode substituir insumos convencionais, como adubos químicos e substratos de plantio, promovendo uma agricultura mais sustentável e economicamente vantajosa para os produtores (Rodrigues *et al.*, 2022).



Figura 5. Resíduos do sisal podem ser utilizados na alimentação animal. Fonte: <https://nordesterural.com.br/os-residuos-do-sisal/>, 2024.

Os subprodutos do sisal, oriundos do processo de beneficiamento da fibra, são uma importante fonte de recursos que podem ser aproveitados em outras cadeias produtivas, como a pecuária, a agricultura e até mesmo a indústria farmacêutica. (Queiroga *et al.*, 2021). A *Agave sisalana*, tradicionalmente vista como uma planta voltada para a produção de fibras, tem, na verdade, um grande potencial que vai além de sua utilização principal. No entanto, a maioria do material proveniente do beneficiamento da planta é desperdiçada, sendo utilizado apenas de 3% a 5% da planta para a produção de fibras. O restante, composto por resíduos sólidos e líquidos, que correspondem de 95% a 97%, muitas vezes era descartado sem o devido aproveitamento, até que estudos mais recentes começaram a destacar a relevância desses resíduos (Carneiro *et al.*, 2021). Os resíduos do desfibramento, por exemplo, de acordo com Alvarenga Júnior (2012), podem produzir pectato de sódio e cera, já o pendão floral é bastante utilizado na construção de cercas (Figura 6).

Embora a utilização de resíduos do sisal seja ainda subexplorada, algumas alternativas de reaproveitamento já são conhecidas, como a extração de pectina, que tem aplicação como estabilizador de alimentos e bebidas, o que representa uma inovação no uso desses subprodutos (Santos *et al.*, 2015). Além disso, o reaproveitamento desses resíduos tem ganhado destaque na agroindústria, não só para a criação de novos produtos, mas também no contexto da construção

civil, da nutrição animal e até mesmo em indústrias de polímeros e construção naval, ampliando as possibilidades de aplicação e contribuindo para a sustentabilidade do setor (Yogi *et al.*, 2021).



Figura 6. Produtos diversos do sisal. Fonte: Queiroga *et al.*, 2012.

No entanto, um dos maiores desafios para o reaproveitamento eficaz desses resíduos é o processo de separação do resíduo líquido durante o desfibramento do sisal. Enquanto o resíduo sólido pode ser facilmente reaproveitado, o resíduo líquido, que corresponde a aproximadamente 80% do material gerado, apresenta dificuldades significativas para sua recuperação, devido à complexidade envolvida na separação durante o processo de beneficiamento (Cavalcante, 2021).

A compostagem e a reciclagem de resíduos sólidos da *Agave sisalana* são alternativas viáveis que têm ganhado atenção. A compostagem, por exemplo, é uma maneira eficaz de transformar os resíduos sólidos do sisal em fertilizantes naturais, agregando valor à cadeia produtiva e reduzindo a necessidade de insumos químicos. Além disso, a reciclagem de certos componentes pode ser aplicada para a produção de novos materiais, desde embalagens até materiais de construção. Isso não só contribui para a preservação do meio ambiente, mas também promove uma economia circular, onde os resíduos gerados em um

processo produtivo são reaproveitados em outros, minimizando o desperdício e melhorando a sustentabilidade de toda a cadeia (Carneiro *et al.*, 2021).

Além das práticas de compostagem e reciclagem, é fundamental implementar tecnologias que permitam a recuperação do resíduo líquido do sisal, a fim de aumentar a eficiência e a sustentabilidade da cadeia produtiva. A pesquisa de novos métodos para tratar e reaproveitar os resíduos líquidos, seja na forma de biocombustíveis ou na criação de novos compostos químicos, é essencial para maximizar o potencial da *Agave sisalana* como uma cultura não só produtiva, mas também ambientalmente responsável (Carneiro *et al.*, 2021; Cavalcante, 2021).

Dessa forma, a sustentabilidade da cadeia produtiva do sisal pode ser alcançada não apenas pela adoção de técnicas de reaproveitamento de resíduos, mas também pela implementação de processos que garantam a redução dos impactos ambientais associados ao cultivo e à industrialização dessa planta. O reaproveitamento dos resíduos sólidos e líquidos, a compostagem e a reciclagem são passos essenciais para a construção de um sistema mais sustentável e eficiente, que beneficie tanto os produtores quanto o meio ambiente (Figura 7).



Figura 7. Artesanatos produzidos com sisal. Foto: Luz, 2016. Fonte: Queiroga *et al.*, 2021.

5. Considerações

A utilização do resíduo proveniente do beneficiamento da *Agave sisalana* surge como uma alternativa estratégica e viável para a valorização do cultivo dessa planta, com benefícios que transcendem a esfera econômica, alcançando esferas sociais e ambientais. Para os produtores, especialmente os vinculados à agricultura familiar, o reaproveitamento dos resíduos oferece uma oportunidade de diversificação da fonte de renda. Isso ocorre de duas formas: pela utilização direta dos subprodutos nas suas propriedades, como insumos agrícolas ou produtos compostos, ou pela comercialização desses resíduos, que podem gerar uma fonte adicional de receita. Essa alternativa torna-se particularmente relevante em contextos como o do semiárido nordestino, onde as possibilidades econômicas muitas vezes são limitadas, e a sustentabilidade dos sistemas produtivos locais é um desafio constante.

Adicionar valor comercial ao processo produtivo da *Agave sisalana* não se restringe à melhoria da economia local, mas reverbera em uma transformação social mais ampla. O sisal, como cultura tradicional, desempenha um papel central na vida de muitas comunidades, particularmente no Território do Sisal, na Bahia, onde a produção dessa planta está intimamente ligada à identidade e à sobrevivência de inúmeras famílias. Ao valorizar a planta, por meio do aproveitamento de seus resíduos, além de fomentar a economia, promove-se também uma visibilidade maior para essa cultura nordestina. Essa valorização contribui para fortalecer o vínculo da população local com suas práticas tradicionais, ao mesmo tempo em que oferece novas oportunidades de negócios e inovação, essenciais para a continuidade e o crescimento da agricultura familiar na região.

Ademais, o aproveitamento dos resíduos da *Agave sisalana* desempenha um papel crucial no enfrentamento de um dos maiores desafios da atualidade: a degradação ambiental. A recuperação ambiental e a busca por processos produtivos mais sustentáveis estão no centro do debate global sobre como conciliar desenvolvimento econômico e preservação do meio ambiente. O resíduo da *Agave sisalana*, que antes era descartado, apresenta uma enorme potencialidade para a adoção de práticas sustentáveis. A compostagem, a reciclagem e o reaproveitamento desses resíduos não apenas contribuem para a redução do desperdício, mas também ajudam a minimizar os impactos

ambientais da atividade agrícola. A utilização desses resíduos na fertilização de solos e na produção de novos produtos pode resultar em uma agricultura mais equilibrada e menos dependente de insumos externos, como fertilizantes sintéticos.

Esse processo de aproveitamento também favorece a recuperação ambiental das áreas de cultivo, pois a incorporação de resíduos orgânicos ao solo pode melhorar a sua qualidade, aumentar a sua capacidade de retenção de água e reduzir os impactos da erosão, comuns em regiões semiáridas. Assim, o uso de resíduos da *Agave sisalana* é uma forma de promover a regeneração ecológica de áreas que, muitas vezes, enfrentam escassez hídrica e outros desafios climáticos.

Em termos de sustentabilidade, o reaproveitamento dos resíduos da *Agave sisalana* é um exemplo claro de como é possível desenvolver um modelo produtivo que seja economicamente viável, socialmente inclusivo e ambientalmente responsável. Ao adotar práticas que maximizam o uso dos resíduos, cria-se uma economia circular, na qual os resíduos de um processo produtivo se tornam a matéria-prima para outro, fechando o ciclo e gerando valor para todos os envolvidos. Isso é especialmente importante para a agricultura familiar, que depende da implementação de modelos sustentáveis para sua sobrevivência e crescimento, especialmente em regiões de alta vulnerabilidade climática, como o semiárido brasileiro.

A promoção da sustentabilidade por intermédio do aproveitamento dos resíduos da *Agave sisalana* pode, assim, ser vista como um caminho para fortalecer a agricultura familiar, melhorar as condições econômicas da população rural e, ao mesmo tempo, contribuir para a recuperação ambiental de áreas degradadas. O potencial de agregar valor a uma cultura tão tradicional no Nordeste brasileiro, ao mesmo tempo em que se preserva o meio ambiente e se oferece novas alternativas de renda, configura-se como uma estratégia eficaz para enfrentar os desafios contemporâneos da agricultura e da sustentabilidade.

Portanto, a valorização da *Agave sisalana* e de seus resíduos, além de gerar benefícios econômicos diretos para os produtores, tem um papel fundamental na recuperação e manutenção da sustentabilidade ambiental na região. Esse modelo de reaproveitamento não só traz inovação para o setor agrícola, mas também contribui para a resiliência das comunidades rurais, para

a preservação dos recursos naturais e para a construção de um futuro mais sustentável e justo para todos.

6. Referências

ABBADE, E. B. O papel do agronegócio brasileiro no seu desenvolvimento econômico. **GEPROS**. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 9, nº 3, jul-set/2014, p. 149-158. Disponível em: <DOI: 10.15675/gepros.v9i3.1053 >. Acessado 17 Junho 2022

ABEBAYEHU, S. G.; ENGIDA, A. M. Preparation of Biocomposite Material with Superhydrophobic Surface by Reinforcing Waste Polypropylene with Sisal (*Agave sisalana*) Fibers. **International Journal of Polymer Science**, v. 2021, 15 p., 2021. Disponível em:<<https://doi.org/10.1155/2021/6642112> >. Acesso em: 30 maio 2022.

AGRIPINO, N. E.; MARACAJÁ, K. F. B.; MACHADO, P. de A. Corporate Sustainability in agribusiness: Paths and implications for Brazilian practices. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 7, p. e30210716567, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i7.16567. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16567>. Acesso em: 17 jun. 2022.

AGUILAR-RIVERA, N. Bioindicadores para a Sustentabilidade da Agroindústria Açucareira. **Sugar Tech**, v. 24, p. 651–661, 2022. Disponível em:<<https://doi.org/10.1007/s12355-021-01105-z> >. Acesso em: 30 maio 2022.

ALVARENGA JÚNIOR, E. R. Dossiê Técnico (**Cultivo e aproveitamento do sisal**). Fundação Centro Tecnológico Minas Gerais, 2012.

AZEVEDO, A. R. G. de; AMIN, M.; HADZIMA-NYARKO, M.; AGWA, I. S.; ZEYAD, A. M.; TAYEH, B. A.; ADESINA, A. Possibilities for the application of agro-industrial wastes in cementitious materials: A brief review of the Brazilian perspective. **Cleaner Materials** 3 (2022). Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.clema.2021.100040> >. Acesso em: 30 maio 2022.

BARBOZA, C. S.; NASCIMENTO, M. R. P. do; SANTOS, A. P.; OMIDO, A. R. , A. **Revisão de parâmetros para a produção de vedações horizontais mais sustentáveis a partir de fibras naturais**. Disponível em:<<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2021/X-009.pdf> >. Acesso em: 14 jun. 2022.

BOLFE, E. L.; VELOSO SILVA, J. F.; SAUTIER, D.; VICTÓRIA, D. C.; MACARIO, C. N. Brazilian Foods and Territories Digital Platform: Conceptual Bases for Development. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 8, p. 81305-81328.

BRANDÃO, W.; SANTOS, R. de A. ÁRVORE DO CONHECIMENTO: Território Sisal. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000ghou0b0002wx5ok05vadr1fx7pyzy.html >. Acesso em: 09 jun. 2022.

CAMARGO, F. S.; SOARES, C. O. Perspectivas para a inovação no agronegócio brasileiro. **Revista Política Agrícola**. Ano XXX – n. 3 – Jul./Ago./Set. 2021. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/download/1740/1271>. Acesso em: 17 jun. 2022.

CARNEIRO, J. da S.; SILVA, M. C. de J.; SANTOS, E. N. dos.; LIMA, F. L. O.; COSTA, M. S. F. Biological activities of *Agave sisalana* with an emphasis on antimicrobial action: a literature review. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i3.12734. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12734>. Acesso em: 30 maio 2022.

CARNEIRO, T. *et al.* Potential of sisal waste as a valuable resource: Applications and sustainable solutions. **Renewable Resources Journal**, v. 18, n. 3, p. 112-130, 2021.

CAVALCANTE, G. T. de O. **Diagnóstico dos principais indicadores socioambientais do sisal no recorte geográfico de Pocinhos/PB**. 2021. 121f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional - PPGDR) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

CAVALCANTE, R. Sustainable use of *Agave sisalana* agroindustrial waste in Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 19, n. 1, p. 79-91, 2021.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. 2022. **PIB do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 17 jun. 2022.

DINIZ, J. F. de B.; LIMA, E. S. de; MAGALHÃES, H. L. F.; LIMA, W. M. P. B. de; PORTO, T. R. N.; GOMEZ, R. S.; MOREIRA, G.; LIMA, A. G. B. de. Drying of sisal fibers in oven with forced air circulation: An experimental study. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.9342. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9342>. Acesso em: 30 maio 2022.

DURGA, M. L.; GANGIL, S.; BHARGAV, V. K. B. Conversion of agricultural waste to valuable carbonaceous material: Brief review. **Materials Today: Proceedings**, V. 56, Part 3, 2022, pp. 1290-1297. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.259>. Acesso em: 30 maio 2022.

EMBRAPA. **Visão 2030**: o futuro da agricultura brasileira. – Brasília, DF : Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>. Acesso em: 09 jun. 2022.

FURTUOSO, M. C. O.; GUILHOTO, J. J. M. Estimativa e mensuração do produto interno bruto do agronegócio da economia brasileira, 1994 a 2000. **Revista de Economia e Sociologia Rural** [online]. 2003, v. 41, n. 4, p. 803-827. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032003000400005>. Acesso em: 17 jun. 2022.

GUPTA, R.; TIWARI, P.; SHARMA, A. Environmental challenges and the need for sustainable development. **Environmental Sustainability Review**, v. 15, n. 4, p. 239-252, 2022.

GUPTA, U. S.; TIWARI, S.; SHARMA, U. **Mechanical and Surface Characterization of Sisal Fiber (*Agave sisalana*) After Cold Glow Discharge Oxygen Plasma Treatment**. 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1379915/v1> >. Acesso em: 09 jun. 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017a. Sisal ou agave - **Fibra** | **Brasil**. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76385>. Acesso em: 09 jun. 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017b. **Produção de Sisal (fibra)**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/sisal-fibra/ba> >. Acesso em: 09 jun. 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017c. Sisal ou agave - Folha | Brasil. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76387>. Acesso em: 09 jun. 2022.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: IPEA, 2019. Disponível em: <<https://dea.ufc.br/wp-content/uploads/2019/11/diagnostico-e-desafios-da-agricultura-brasileira.pdf> >. Acesso em: 09 jun. 2022.

LANCASTER, L., LUNG, M. H., SUJAN, D. Utilization of Agro-Industrial Waste in Metal Matrix Composites: Towards Sustainability. **World Academy of Science, Engineering and Technology** 73 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/20.500.11937/37923> >. Acesso em: 30 maio 2022.

LUZ, Ao da; FOCHEZATTO, A. O transbordamento do PIB do Agronegócio do Brasil: uma análise da importância setorial via Matrizes de Insumo-Produto. **Revista de Economia e Sociologia Rural** [online]. 2023, v. 61, n. 1, e253226. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.253226>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

MARONE, M. P.; CAMAPANARI, M. F. Z.; RAYA, F. T.; PEREIRA, G. A. G.; CARAZZOLLE, M. F. 2022. Fungal communities represent the majority of root-specific transcripts in the transcriptomes of Agave plants grown in semiarid regions. **PeerJ**. Disponível em: <<https://doi.org/10.7717/peerj.13252> >. Acesso em: 09 jun. 2022.

MARTIN, A. R.; MARTINS, M. A.; MATTOSO, L. H. C.; SILVA, O. R. R. F. Caracterização química e estrutural de fibra de sisal da variedade *Agave sisalana*. **Polímeros** [online]. 2009, v. 19, n. 1, p. 40-46. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/S0104-14282009000100011>>. Acesso em: 30 maio 2022.

MARTIN, J. G. P.; PORTO, E.; CORRÊA, C. B.; ALENCAR, S. M. Antimicrobial potential and chemical composition of agro-industrial wastes. **Journal of Natural Products**, v. 5, p. 27-36, 2012. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/268522606>>. Acesso em: 30 maio 2022.

MEDINA, G. da S. Economia do agronegócio no Brasil: participação brasileira na cadeia produtiva da soja entre 2015 e 2020. **Novos Cadernos NAEA**. v. 24, n. 1, p. 231-254, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/8521/7172>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

MENDONÇA, J. A. A dinâmica territorial no semiárido baiano: o caso do sisal. **Estudos Rurais**, v. 12, p. 134-148, 2009.

MENDONÇA, P. M. E. **A Profissionalização do Campo do Desenvolvimento Rural na Região do Sisal**. FGV: 2009. 264 f. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/2495/72050100759.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 14 jun. 2022.

MERIDA, C.; CANEVARI, C. C. de J.; JESUS, D. C. de. Desafios e perspectivas para a sustentabilidade do agronegócio brasileiro no cenário pós-pandêmico. **Cadernos de Direito Actual**, 2021, 16: 277-295. Disponível em: <<http://www.cadernosdedereitoactual.es/ojs/index.php/cadernos/article/view/734/365>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

MONTOYA, M. A.; FINAMORE, E. B. Evolução do PIB do agronegócio brasileiro de 1959 a 1995: uma estimativa na ótica do valor adicionado. **Teoria e Evidência Econômica**, 2001, 9.16: 9-24. Disponível em: http://cepeac.upf.br/download/rev_n16_2001_art1.pdf. Acesso em: 17 jun. 2022.

MONTOYA, M. A.; FINAMORE, E. B. Os recursos hídricos no agronegócio brasileiro: Uma análise insumo-produto do uso, consumo, eficiência e intensidade. **Revista Brasileira de Economia** [online]. 2020, v. 74, n. 4, p. 441-464. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/0034-7140.20200021>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Potential Assessment of Waste Produced Through the Agro-Industrial Processing in Brazil. **Rev. Virtual Quim.**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015. Disponível em: <<https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/download/880/627/6601>>. Acesso em: 30 maio 2022.

OLIVEIRA, J. *et al.* **As interfaces da cadeia produtiva do sisal: uma análise da etapa urbana**. Simpósio baiano de geografia agrária, II., 2017, Salvador - BA. [...]. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: https://2sbga2017.ufba.br/sites/2sbga2017.ufba.br/files/eixo3_jutair_malena_maise.pdf. Acesso em: 9 out. 2024.

OLIVEIRA, L. F.; SOUZA, P. R.; PEREIRA, C. L. O sisal no Território do Sisal: dinâmica de cultivo e sustentabilidade. **Revista Agroecologia e Sustentabilidade**, v. 8, n. 3, p. 44-55, 2017.

QUEIROGA, M. P. *et al.* A cultura do sisal e seus impactos socioambientais no Território do Sisal, Bahia. **Revista de Estudos Sociais**, v. 10, n. 2, p. 112-126, 2021.

QUEIROGA, V. de P. **Sisal (*Agave sisalana*, Perrine):** Tecnologias de plantio e utilização. 1ed. Campina Grande: AREPB, 2021.

RAKESH, V.; MOUNIKA, A.; MANASA, B.; SHARMA, J. V. C.; GUPTA, A. V. S. S. S. A Review On Poisonous Plants: Medicinal Uses and Human Threats. **International Journal of Research in Engineering, Science and Management**, v. 5, n. 1, p. 98–103, 2022. Disponível em: <http://www.journals.resaim.com/ijresm/article/view/1682>. Acesso em: 9 jun. 2022.

RODRIGUES, D. D. ; FERREIRA, V. R. ; PIROVANI, C. H. D. ; AGRIZZI, M. P. ; VETTORAZZI, J. C. F. ; BERILLI, S. da S.; VICOSI, K. A. **Lodo de curtume:** resíduo com potencial para produção de mudas. *Tópicos em Agroecologia*. 1ed.: 2022, v. 3, p. 271-288.

RODRIGUES, D. D.; BERILLI, S. S.; Ferreira, V. R.; PIROVANI, C. H. D.; VETTORAZZI, J. C. F.; HENRIQUE, E. P.; ROZAES, L. B.; PIASSI, M. B. Ganhos morfofisiológicos de mudas de pimentão produzidas com lodo de curtume e moinha de café. **REVISTA IFES CIÊNCIA**, v. 8, p. 1-15, 2022.

RODRIGUES, L. *et al.* Use of industrial waste in organic farming systems. **Sustainable Agriculture Journal**, v. 14, n. 2, p. 145-158, 2022.

RODRIGUES, L. N. **Agricultura irrigada:** desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Brasília, DF: INOVAGRI, 2017. Disponível em: <<https://salommao.com.br/wp-content/uploads/2021/10/Agriculturalirrigada.pdf#page=109>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

SÁNCHEZ, L. J. S.; LÓPEZ, C. R. H. Aproximación teórica sobre la agrobiodiversidad cultural del semiárido larense, desde la perspectiva docente. **RELACult - Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, [S. l.], v. 7, n. 3, 2021. DOI: 10.23899/relacult.v7i3.2176. Disponível em: <https://periodicos.claec.org/index.php/relacult/article/view/2176>. Acesso em: 13 jun. 2022.

SANTOS, A. P. dos. **Farinha de batata (*Solanum tuberosum* L.):** obtenção, caracterização físicoquímica, funcional, elaboração e caracterização de sopas desidratadas. Itapetinga-Ba: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, 2009.

SANTOS, A. S.; SILVA, R. L. O território do sisal: um estudo sobre a concentração fundiária e os movimentos sociais na Bahia. **Revista Brasileira de Política Agrária**, v. 9, n. 2, p. 70-83, 2010.

SANTOS, E. M. C. ; COELHO NETO, A. S.; SILVA, O. A. da De Região Sisaleira a Território do Sisal: desvelando as nuances do processo de delimitação da diferenciação espacial no Semiárido Baiano. **GeoTextos**, [S. l.], v. 11, n. 2, 2015. DOI: 10.9771/1984-5537geo.v11i2.13472. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/13472>. Acesso em: 14 jun. 2022.

SANTOS, E. M. C.; SILVA, O. A. da. Agentes sociais de produção do espaço rural no território do sisal–Bahia. Campo-Território: **Revista de geografia agrária**, v. 5, n. 9, p. 71-88, 2010.

SANTOS, E. M. C.; SILVA, O. A. da. SISAL NA BAHIA - BRASIL. **Mercator** (Fortaleza) [online]. 2017, v. 16, e16029. Disponível em: <<https://doi.org/10.4215/rm2017.e16029>>. Acesso em: 9 jun. 2022.

SANTOS, F. *et al.* Extraction of pectin from *Agave sisalana* as a food stabilizer. **Food Chemistry and Technology**, v. 17, n. 4, p. 34-40, 2015.

SANTOS, J. D. G.; BRANCO, A.; SILVA, A.F.; PINHEIRO, C.S.R.; NETO, A. G.; UETANABARO, A.P.T.; QUEIROZ, S. R. O. D.; OSUNA, J. T. A. Antimicrobial activity of *Agave sisalana*. **African Journal of Biotechnology**, vol. 8 (22), pp. 6181-6184, 16 November, 2009. Disponível em:<<https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/66119>>. Acesso em: 30 maio 2022.

SANTOS, J. D. G.; VIEIRA, I. J. C.; BRAZ-FILHO, R.; BRANCO, A. Chemicals from *Agave sisalana* Biomass: Isolation and Identification. **International Journal of Molecular Sciences**. 2015; 16(4):8761-8771. Disponível em:<<https://doi.org/10.3390/ijms16048761>>. Acesso em: 30 maio 2022.

SANTOS, M. A.; SILVA, J. F. O. A construção do Território do Sisal e suas implicações sociais e econômicas. **Geografia e Ensino**, v. 20, n. 1, p. 72-90, 2015.

SHAHZAD, S. *et al.* Physiological and biochemical attributes of *Agave sisalana* resilient adaptation to climatic and spatio-temporal conditions. **Pak. J. Bot**, v. 54, n. 1, p. 169-178, 2022. Disponível em:<<https://www.pakbs.org/pjbot/papers/1641320737.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

SIQUEIRA, M. U.; CONTIN, B.; FERNANDES, P. R. B.; RUSCH-SOARES, R. Brazilian Agroindustrial Wastes as Potential Textile and Other Raw Materials: a Sustainable Approach. **Materials Circular Economy** n. 4, p. 9, 2022. Disponível em:<<https://doi.org/10.1007/s42824-021-00050-2>>. Acesso em: 30 maio 2022.

SOARES, J. H. M.; ARRUDA, D. R. de; AMARANTE, P. A. Technological and economic transformations of sisal in Northeast Brazil. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 5, p. e15611527847, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i5.27847. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/27847>. Acesso em: 13 jun. 2022.

SUNDARRAJ, A. A.; RANGANATHAN, T. V. A review on cellulose and its utilization from agro-industrial waste. **Drug Invent. Today**, 2018, 10.1: 89-94.

VILLARROEL, F. K. E. Elaboración y aplicación en cocteleria, de alcohol obtenido a base del extracto de la cabuya (Agave americano). **Escuela Superior Politécnica de Chimborazo**. Riobamba. 2015. Disponível em:<<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9626>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

VUORINNE, I.; HEISKANEN, J.; PELLIKKA, P.K.E. Assessing Leaf Biomass of *Agave sisalana* Using Sentinel-2 Vegetation Indices. **Remote Sens.** 2021, 13, 233p. Disponível em:<<https://doi.org/10.3390/rs13020233>>. Acesso em: 30 mai. 2022.

YOGI, K. *et al.* Exploiting *Agave sisalana* waste for eco-friendly applications. **Industrial Waste Management**, v. 23, n. 5, p. 255-267, 2021.