

## Aplicação industrial de óleos vegetais em biocombustível: um estudo prospectivo e análise de sinais para apontar tendências de mercado

Ana Cristina dos Santos<sup>1</sup>

Sérgio Saraiva Nazareno dos Anjos<sup>2</sup>

Melissa Braga<sup>3</sup>

Natália Moreno Viana<sup>4</sup>

Itânia Pinheiro Soares<sup>5</sup>

### RESUMO

No atual cenário da bioeconomia, a aplicação de óleos vegetais como matéria-prima renovável tem se diversificado nas mais diferentes áreas científicas e tecnológicas. Em alguns casos, o óleo vegetal se tornou o substituto de fontes não renováveis na geração de tecnologias. Tal questão se mostra relevante, com o uso de óleos vegetais para geração de energia e combustível, com uma grande diversidade de fontes e alinhada a condições edafoclimáticas de cada país. Nesse cenário, o objetivo deste estudo é apresentar a evolução tecnológica da aplicação industrial de óleos vegetais para produção de combustíveis num período de dez anos (2008–2017) e apontar as tendências de mercado. Por meio do levantamento de documentos patentários de 18 espécies oleaginosas, fez-se a aplicação da metodologia de captação de sinais para análise de tendências tecnológicas. Ao final, mostrou-se que a área de “energia e combustíveis” não teve evolução gradativa, na contramão de uma proposta mundial de migração para tecnologias geradas a partir de fontes renováveis.

**Termos para indexação:** energia e combustíveis, oleoquímica, patentometria.

### Industrial application of vegetable oil in biofuel: a prospective analysis and signal analysis to point out market trends

### ABSTRACT

In the current bioeconomy scenario, the application of vegetable oils as renewable raw material has been diversified in the most different scientific and technological areas. In some cases, vegetable oil has become the substitute for non-renewable sources in the generation of technologies. This issue is relevant, since vegetable oils are used for energy and fuel production, with a wide variety of sources and in line with the edaphoclimatic conditions of each country. In this scenario, the objective of this study is to present the technological evolution of the industrial application of vegetable oils for production of fuels in a ten-year period (2008–2017) and to point out market trends. From patent

### Ideias centrais

- Óleo vegetais tem tido aplicação concentrada na área de Ciência dos polímeros e com pouca representatividade na área de energia e combustíveis.
- A diversificação de espécies oleaginosas para gerar tecnologia associadas a óleo vegetal tem sido uma alternativa à soja.
- Na área de energia e combustíveis, o desenvolvimento tecnológico apresenta tendência para geração de composições lubrificantes.

Recebido em  
14/10/2021

Aprovado em  
03/05/2022

Publicado em  
27/07/2022



This article is published in Open Access under the Creative Commons Attribution licence, which allows use, distribution, and reproduction in any medium, without restrictions, as long as the original work is correctly cited.

<sup>1</sup> Administradora e jornalista, mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, analista da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF. E-mail: anacristina.santos@embrapa.br

<sup>2</sup> Farmacêutico clínico e administrador, doutorando em Ciências Ambientais, analista da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF. E-mail: sergio.saraiva@embrapa.br

<sup>3</sup> Química, doutora em Tecnologias Química e Biológica, analista da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF. E-mail: melissa.braga@embrapa.br

<sup>4</sup> Graduanda em Gestão de Agronegócios, estagiária da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF. E-mail: nataliamviana@gmail.com

<sup>5</sup> Química, doutora em Química Analítica, pesquisadora da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF. E-mail: itania.soares@embrapa.br

documents of 18 oilseed species, the signal methodology was applied for technological trend analysis. In the end, it was shown that the “energy and fuels” area didn’t have a gradual evolution, against a worldwide proposal for migration to technologies generated from renewable sources.

**Index terms:** energy and fuels, oil chemistry, patentometrics.

## INTRODUÇÃO

Alinhada ao contexto da bioeconomia, a aplicação de óleos vegetais como matéria-prima renovável tem se diversificado nas mais diferentes áreas do conhecimento. No caso específico do mercado de biocombustíveis, espécies como a palma de óleo, soja e *rapeseed*/colza/canola<sup>6</sup> têm desempenhado um papel fundamental na produção de biodiesel. Essas três oleaginosas responderam por 38%, 25% e 15%, respectivamente, de participação como matéria-prima na produção mundial de 46,5 milhões de toneladas desse produto em 2020 (Ufop, 2021).

Dessas oleaginosas, a soja é a principal matéria-prima para a produção do biodiesel no Brasil, pois as palmeiras nativas brasileiras como macaúba e babaçu, embora detenham alto teor de óleo (30%, em média), são espécies essencialmente extrativistas, de importância mais restrita à agricultura familiar e comunidades tradicionais. Tais espécies apresentam ampla variabilidade genética e produtividade heterogênea. A falta de dados fitotécnicos, de dados sobre pragas agrícolas e ausência de cultivares comerciais que atendam a demandas de mercado também são fatores que comprometem o estabelecimento em escala comercial (Anjos & Santos, 2019). Dois dos fatores necessários para tornar a cadeia produtiva de nativas mais competitiva são: i) investimento em tecnologia no processo produtivo para melhorar o rendimento de óleo; e ii) qualificação e remuneração compatíveis com a função de mão de obra para aumentar a atividade de extração (Boletim da Sociobiodiversidade, 2017).

O mercado dos óleos, entretanto, não se restringe ao mercado de biocombustíveis, estendendo-se para aplicações em cosméticos, fármacos, higiene e limpeza, polímeros, tintas, entre outros usos, cuja funcionalidade pode agregar maior valor à matéria-prima. A fonte vegetal do óleo determina sua composição química e, consequentemente, sua aplicação. Fatores como domínio tecnológico, escala de produção, logística e origem da espécie, entretanto, também podem determinar seu uso principal (Calvelli Germiniani et al., 2017).

O óleo da mamona, por exemplo, tem aplicação nas indústrias de polímeros, automobilística e aeroespacial. Já a palma de óleo é considerada a mais produtiva das oleaginosas e se destaca em várias indústrias, principalmente na de alimentação. Sua alta produtividade – 4 a 5 t/ha – a tornou uma das principais fontes de óleo vegetal no mundo (Souza Junior et al., 2017).

A soja é uma das commodities de maior relevância do mercado internacional, e sua importância aumenta com sua presença na formulação de diversos produtos, como óleo comestível, biocombustíveis e ração animal (Campeão et al., 2020). No Brasil, a soja apresentou 80% de crescimento em produção agrícola e 60% em óleo no período de 2008 a 2019 (Estados Unidos, 2020). Como o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de soja, o crescimento pode ser justificado por uma demanda cada vez maior para aplicação no mercado oleoquímico.

Apesar da alta representatividade da soja, há um viés na destinação dos grãos de soja para processamento ou exportação, a depender da balança comercial (Guiducci & Laviola, 2019) e de fatores bióticos e abióticos imprevisíveis. Esse cenário torna-se um estímulo à diversificação de fontes de óleos para diminuir a dependência da sojicultura na produção de biocombustíveis.

<sup>6</sup>*Rapeseed* é um termo genérico que abrange espécies oleaginosas do gênero *Brassica* (Ton et al., 2020), entre elas espécies de colza como *Brassica oleraceae* e *Brassica rapa*, com alto teor de ácido erúico (De Mori et al., 2014; Ton et al., 2020; Guimarães et al., 2022). A canola, por sua vez, também é do mesmo gênero, mas representa uma variedade melhorada geneticamente com teor de ácido erúico abaixo de 2% (Wanasundara et al., 2016). Para este estudo e para agregar espécies similares com o mesmo fim, canola, colza e *rapeseed* foram agrupados em uma só denominação: RCC.

Para ampliar a oferta de matérias-primas, ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) têm dedicado esforços ao melhoramento genético das espécies consolidadas e exóticas e ao estímulo a atividades científicas e tecnológicas com espécies nativas. Sob esses aspectos, alguns fatores são levados em consideração, destacadamente disponibilidade da biomassa, produtividade agrícola, competição por alimentos e inclusão produtiva (Quintella et al., 2009; Quintero et al., 2012).

A vocação de uma oleaginosa para o mercado de combustíveis depende ainda de aspectos como viscosidade, densidade, acidez e estabilidade oxidativa do óleo. Essas características influenciam diretamente na viabilidade técnica e econômica do processo de transformação dele em combustível (Nogueira, 2010). Por outro lado, considerando-se a utilização de óleos vegetais para produção de diesel renovável (diesel verde) e bioquerosene, as características físico-químicas do óleo já não exercem a mesma influência, uma vez que se utiliza de processo de produção diferente e que gera produtos diferentes daqueles obtidos no processo de transesterificação (Machado, 2020).

Nesse cenário de oportunidades, a gestão institucional de PD&I precisa considerar distintos fatores para escolher em que área investir. Assim, tendências tecnológicas mapeadas e estruturadas por meio da detecção de sinais podem contribuir para subsidiar tomada de decisão para promover a inovação.

Em uma abordagem sistêmica sobre cenários para tomada de decisões em PD&I, Salles Filho (não publicado)<sup>7</sup> propõe uma discussão a respeito de decisões tomadas sobre condições de incertezas considerando os limites de informação e perspectivas de tomadores de decisões, gestores e formadores de opinião. Nesse aspecto, os métodos de prospecção tecnológica podem contribuir para diminuir as incertezas em situações de decisão. A patentometria representa um método cuja informação remete a evidências em termos de informações tecnológicas, transformando-as em dados sistemáticos e de valor estratégico para uma organização (Popper, 2009; Morais & Garcia, 2014).

Assim, o mapeamento de informações patentárias permite visualizar o desenvolvimento tecnológico por áreas tecnológicas. Essa possibilidade suscitou o interesse em investigar o desenvolvimento tecnológico recente associado a óleos vegetais de importância agrícola e econômica, destacadamente relacionado a combustíveis. O objetivo deste estudo é apresentar a evolução tecnológica da aplicação industrial de óleos vegetais nessa área entre os anos de 2008 e 2017 no cenário internacional e, com base nessas informações, apontar as tendências tecnológicas futuras acerca dos óleos vegetais.

## METODOLOGIA

Os critérios de seleção das espécies foram os respectivos teores de óleo, acima de 20%, a relevância agrícola mundial e o potencial de mercado das espécies selecionadas, sejam elas exóticas ou nativas brasileiras, no cenário internacional. Com isso, as espécies inseridas neste estudo, em ordem alfabética, são: algodão, amendoim, babaçu, camelina, coco, crambe, gergelim, girassol, licuri, linhaça, macaúba, mamona, milho, oliva, palma de óleo, pinhão-manso, RCC e soja.

A estratégia de busca foi elaborada para recuperar o maior número possível de documentos de patentes, entre os anos de 2008 e 2017, independentemente da área tecnológica. Os termos relacionados a matérias graxas, como óleos vegetais, ceras, foram associados a nomes comuns e científicos das oleaginosas, conforme Tabela 1. A busca de documentos patentários foi realizada no campo “Tópico” da base de dados *Derwent Innovations Index (DII)* (Clarivate Analytics, 2018), em agosto de 2018.

<sup>7</sup>SALLES FILHO, S.L.M. **Seleção, priorização e decisão na formação de portfólios de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação**: principais abordagens e desafios. [S.l.: s.n.], 2015. Não publicado.

**Tabela 1.** Estratégia de busca para levantamento de publicações patentárias de óleos e gorduras vegetais, no período de 2008 a 2017.

| Nome comum da planta | Estratégia de busca (termos associados)                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                               |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|                      | Nomes comum e científico da fonte do óleo                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Óleos e gorduras              |
| Algodão              | “cotton seed” OR “ <i>Gossypium L.</i> ” OR “ <i>Gossypium spp.</i> ” OR cottonseed                                                                                                                                                                                                                                         |                               |
| Amendoim             | peanut or “ <i>Arachis hypogaea</i> ” OR “ <i>Arachis hypogaea L.</i> ” OR “ <i>A. hypogaea</i> ” OR “ <i>Arachis h.</i> ”                                                                                                                                                                                                  |                               |
| Babaçu               | “ <i>Attalea speciosa</i> ” or “ <i>A. speciosa</i> ” or “ <i>Orbignya phalerata</i> ” or “ <i>O. phalerata</i> ” or babaçu or babassu                                                                                                                                                                                      |                               |
| Camelina             | camelina OR “gold-of-pleasure” OR “false flax” OR “ <i>Camelina sativa</i> ” OR “ <i>Camelina s.</i> ” or “ <i>C. sativa</i> ”                                                                                                                                                                                              |                               |
| Coco                 | “coconut” OR “ <i>Cocos nucifera</i> ” OR “ <i>C. nucifera</i> ” OR “ <i>Cocos n.</i> ”                                                                                                                                                                                                                                     |                               |
| Crambe               | “crambe” OR “ <i>Crambe abyssinica Hoechst</i> ” OR “ <i>Crambe abyssinica</i> ” OR “ <i>C. abyssinica</i> ”                                                                                                                                                                                                                |                               |
| Gergelim             | sesame OR “sesameseed” OR “sesame seed” OR “ <i>Sesamum indicum</i> ” OR “ <i>S. indicum</i> ” OR “ <i>Sesamum i.</i> ”                                                                                                                                                                                                     |                               |
| Girassol             | sunflower OR sunflowerseed OR “sunflower seed” OR “ <i>Helianthus annuus</i> ” OR “ <i>H. annuus</i> ”                                                                                                                                                                                                                      |                               |
| Licuri               | “ <i>Syagrus coronata</i> ” or “ <i>S. coronata</i> ” or Licuri                                                                                                                                                                                                                                                             | AND                           |
| Linhaça              | “flaxseed” OR “flax seed” OR “ <i>Linum usitatissimum</i> ” OR “ <i>Linum usitatissimum L.</i> ”                                                                                                                                                                                                                            | oil* OR “fatty acid*” OR fat* |
| Macaúba              | “ <i>Acrocomia aculeata</i> ” or “ <i>A. aculeata</i> ” or macauba or “macaw palm”                                                                                                                                                                                                                                          |                               |
| Mamona               | castor OR “ <i>Ricinus communis</i> ” OR “ <i>Ricinus communis L.</i> ” OR “ <i>R. communis</i> ”                                                                                                                                                                                                                           |                               |
| Milho                | “corn” OR “ <i>Zea mays</i> ” OR “ <i>Z. mays</i> ”                                                                                                                                                                                                                                                                         |                               |
| Oliva                | olive OR “ <i>Olea europaea</i> ” OR “ <i>O. europaea</i> ”                                                                                                                                                                                                                                                                 |                               |
| Palma de óleo        | “ <i>Elaeis guineensis</i> ” OR “ <i>Elaeis g.</i> ” OR “ <i>E. guineensis</i> ” OR “Oil Palm”                                                                                                                                                                                                                              |                               |
| Pinhão-manso         | “pinhao-manso” OR “pinhão manso” OR “ <i>Jatropha curcas</i> ” OR “ <i>J. curcas</i> ” OR “ <i>Jatropha</i> ”                                                                                                                                                                                                               |                               |
| RCC <sup>1</sup>     | “ <i>Brassica juncea</i> ” OR “ <i>B. juncea</i> ” OR “ <i>Brassica juneca</i> ” OR “ <i>B. juneca</i> ” OR “ <i>Brassica j.</i> ” OR “ <i>Brassica rapa</i> ” OR “ <i>Brassica r.</i> ” OR “ <i>B. rapa</i> ” OR “ <i>Brassica napus</i> ” OR “ <i>Brassica n.</i> ” OR “ <i>B. napus</i> ” OR canola OR colza OR rapeseed |                               |
| Soja                 | soy OR soybean OR “ <i>Glycine max L.</i> ”                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                               |

Os documentos recuperados por espécie foram agrupados por área tecnológica pela própria base *DII*. Com os dados organizados, foram aplicados dois critérios de exclusão de espécies. O primeiro foi a seleção de espécies com no mínimo um documento recuperado por ano e com quantidade maior ou igual a 10% de documentos de patentes categorizados na área “energia e combustíveis”, em comparação com a quantidade total. A seleção foi determinada ainda com normalização de valores, relacionando-se cada área tecnológica pela área química, uma vez que essa área do conhecimento predomina na classificação de todos os documentos de patentes e de todas as espécies incluídas no estudo.

A detecção de sinais entre documentos recuperados é uma ferramenta usada em estudos de futuro que antecipam ou apontam tendências que podem ser estrategicamente importantes ou eventos altamente improváveis, repentinos e inesperados com consequências generalizadas e de grande alcance (Heinonen & Hiltunen, 2012; Ahlqvist & Uotila, 2020). Esses sinais são indexadores em estudos de futuro que indicam tendências de crescimento, declínio ou saturação, que permitem diagnosticar mudanças de foco do mercado em análise e fenômenos emergentes ou imergentes (Yoon, 2012; Braga, 2022), além de ser um mecanismo competitivo de identificação de oportunidades de novos negócios (Yoon, 2012).

Por meio dessa técnica, e selecionados os documentos, montou-se uma matriz da Classificação Internacional de Patentes (CIP) de todos os documentos de patente recuperados até as subclasses (4 dígitos) no período de 10 anos e calculou-se a taxa de crescimento por meio da Equação 1, adaptada de Yoon (2012):

$$Y = \left( \frac{FT_j}{N_j} \right) \times \{1 - tw \times (n - j)\} \text{ (Equação 1)}$$

em que

$Y$  = taxa de crescimento considerando-se o tempo da citação;

$FT_j$  = número de vezes que a CIP ocorreu em determinado ano;

$N_j$  = número de novos documentos de patente no período;

$tw$  = taxa de desenvolvimento tecnológico;

$n$  = último ano da análise (2017)

$j$  = ano da análise, compreendido entre 2008 e 2017

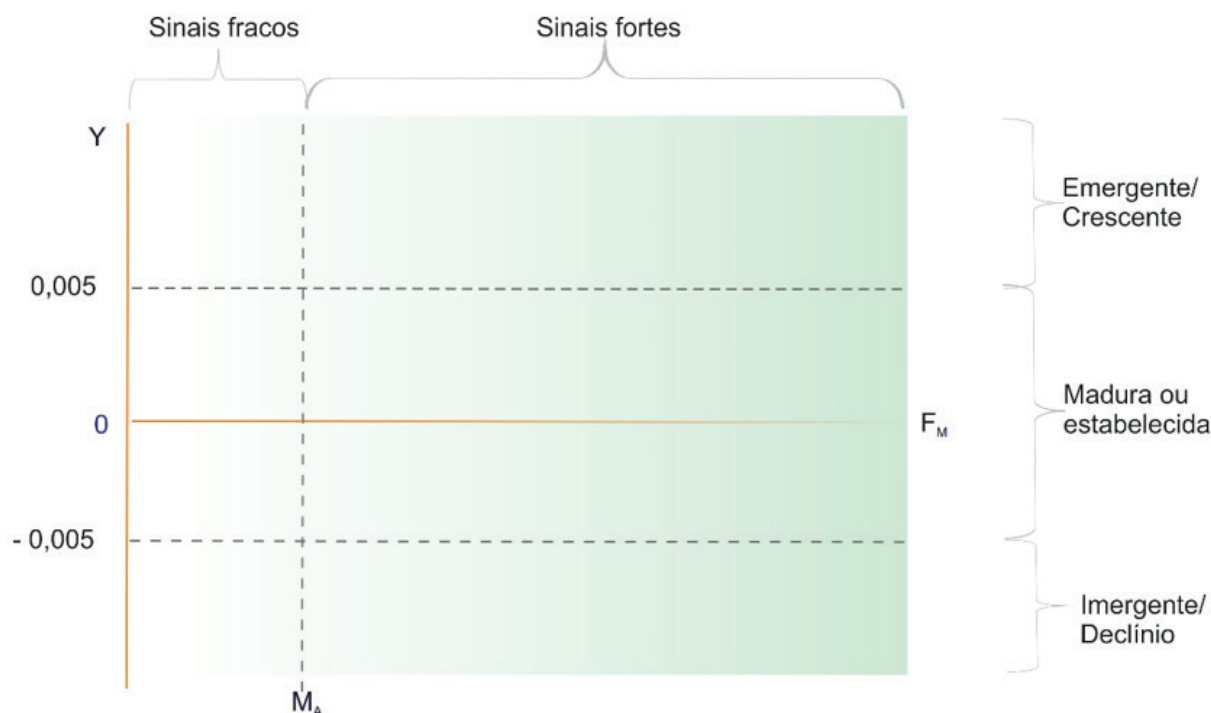
A constante “ $tw$ ” representa a evolução temporal das espécies selecionadas. Quanto maior esse número, menor será a taxa de crescimento que leva em conta o tempo de citação e, assim, menos representativa será a CIP. Neste estudo, optou-se pelo valor de 0,005 dada a baixa dinamicidade do mercado de biodiesel, ligada à diversificação ainda incipiente de matérias-primas para suprir a demanda (ANP, 2020). A opção pelo biodiesel é devida à sua expressividade de produção mundial.

Com base nesse cálculo, aplicou-se o segundo critério de exclusão: CIPs de quatro dígitos com incidência média de documentos patentários maior ou igual a 30, em números absolutos. Os resultados foram apresentados em um gráfico de dispersão, em que o eixo das ordenadas representa  $Y$  (taxa de crescimento) da Equação 1, e o eixo das abscissas, a frequência média das CIPs no período do estudo, conforme modelo apresentado na Figura 1.

No gráfico de dispersão, Braga (2022) instrui que o valor do eixo das abscissas apresenta o grau antecipatório, e o eixo das ordenadas, estágio de desenvolvimento tecnológico. A combinação dessas informações posiciona o dado em uso em partes diferentes do gráfico que permitem inferir tendências de crescimento com base na localização do dado como “sinal fraco”, sendo sintoma de possíveis mudanças no futuro do mercado-alvo (Nicolaidou et al., 2021), sejam eles emergentes ou crescentes; ou maduros ou estabelecidos; ou imergentes ou em declínio. Em sentido contrário, um “sinal forte” representa uma alta incidência de um dado, o que representa a alta ocorrência de uma informação e que denota falha estratégica e menor grau de previsibilidade de mudanças no mercado em análise (Thorleuchter & Van den Poel, 2013).

Ao posicionarem-se as CIPs em um gráfico de dispersão, a média das médias do quantitativo de documentos recuperados pode ser considerada como uma linha de corte vertical, chamada de “ $M_A$ ”, paralela à taxa de crescimento  $Y$ . As CIPs posicionadas abaixo da taxa de crescimento negativa são identificadas como imergentes. Aquelas posicionadas acima da taxa de crescimento positiva são emergentes ou crescentes. Aquelas presentes entre as taxas de crescimento positiva e negativa são maduras ou estagnadas. Já as CIPs posicionadas anteriormente ao eixo  $M_A$  são consideradas sinais fracos, enquanto as posteriores ao eixo  $M_A$  são sinais fortes.

As CIPs identificadas como emergentes ou crescentes caracterizam tecnologias em evolução. De maneira oposta, as CIPs posicionadas como imergentes são interpretadas como tecnologias em declínio e que não estão sendo abrangidas para novos pedidos de patentes. As CIPs posicionadas entre as áreas emergente e de declínio representam as tecnologias estagnadas ou maduras, ou seja, com quantidade constante de documentos publicados no período estudado.



**Figura 1.** Representação da análise feita dos dados das CIPs tratadas matematicamente.

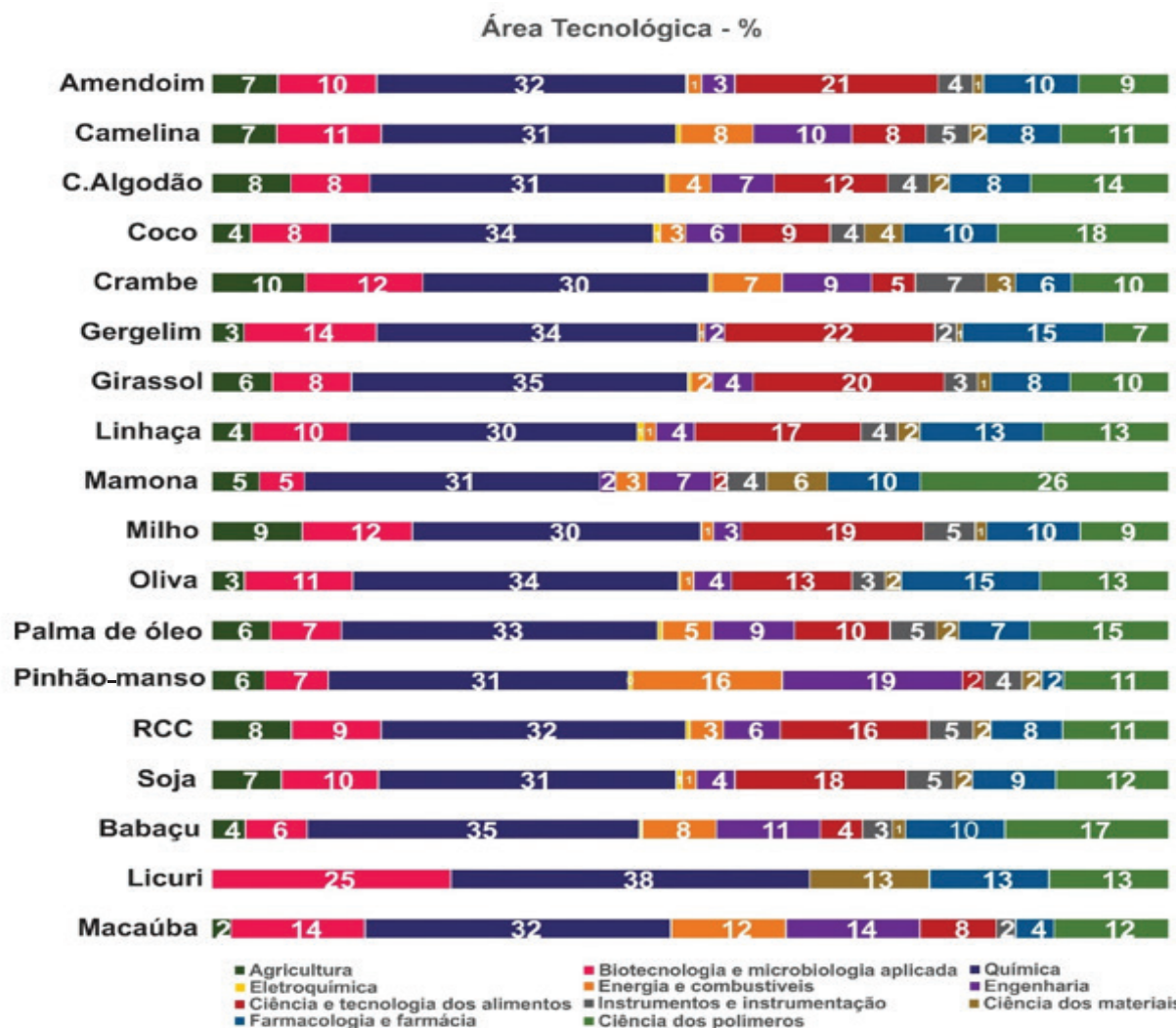
Fonte: adaptado de Braga (2022).

A matriz de CIPs de 4 dígitos em função dos anos foi elaborada por meio do tratamento dos dados brutos obtidos da base de dados DII no software Vantage Point® (Search Technology) para organização e sistematização.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os documentos de patentes associados a óleos vegetais, recuperados na busca para o período de 2008 a 2017, foram categorizados em áreas tecnológicas na própria base *DII*, e o resultado está apresentado na Figura 2, para cada uma das 18 espécies. Convém o esclarecimento de que um documento de patente pode contemplar uma ou mais áreas tecnológicas. Assim, a soma dos percentuais dessa figura não totaliza 100%.

A área “química” predomina para todas as espécies, o que significa que os óleos vegetais têm tido aplicação industrial concentrada na oleoquímica. “Ciência dos polímeros” tem o segundo maior quantitativo de documentos classificados. Na área “energia e combustíveis”, não há destaque de documentos recuperados em nenhuma das espécies. Com esses resultados pode-se inferir que, mesmo havendo diversificação de espécies para obtenção de óleo vegetal, percebe-se que o volume de documentos de patentes na área “energia e combustíveis” é pouco representativo. O fato pode estar relacionado ao nível de amadurecimento do setor em estudo quanto à aplicação dos óleos vegetais.



**Figura 2.** Distribuição, em porcentagem, dos documentos de patente por óleos de espécies vegetais e por área de conhecimento da base *DII*.

A Tabela 2 apresenta o quantitativo de documentos de patente recuperados por ano e por espécie, sendo as fontes crambe e macaúba destacadas pela ausência de documentos em no mínimo um ano.

**Tabela 2.** Total de documentos recuperados, por espécie e por ano.

| Biomassa/Ano  | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Algodão       | 53   | 53   | 51   | 60   | 59   | 47   | 116  | 128  | 91   | 133  |
| Babaçu        | 5    | 13   | 16   | 5    | 4    | 7    | 8    | 7    | 6    | 8    |
| Camelina      | 2    | 13   | 13   | 5    | 11   | 16   | 19   | 13   | 10   | 5    |
| Coco          | 88   | 85   | 91   | 79   | 97   | 104  | 126  | 149  | 125  | 157  |
| Crambe        | 4    | 11   | 5    | 7    | 3    | 5    | 4    | 4    | 2    | 0    |
| Girassol      | 102  | 107  | 109  | 78   | 78   | 95   | 97   | 100  | 97   | 77   |
| Macaúba       | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 3    | 2    |
| Mamona        | 102  | 135  | 153  | 120  | 187  | 237  | 325  | 405  | 347  | 367  |
| Palma de óleo | 79   | 91   | 75   | 83   | 65   | 94   | 84   | 77   | 81   | 47   |
| Pinhão-manso  | 44   | 62   | 68   | 53   | 46   | 51   | 41   | 37   | 41   | 23   |
| RCC           | 153  | 162  | 126  | 132  | 132  | 146  | 176  | 197  | 162  | 162  |
| Soja          | 168  | 186  | 179  | 177  | 182  | 234  | 374  | 394  | 408  | 393  |

Complementarmente, a Tabela 3 apresenta o número total de documentos patentários recuperados, e o número de documentos que contemplam a área “energia e combustíveis”, com respectivo percentual dessa área, pela relação de cada área pela área “química”.

**Tabela 3.** Total de documentos recuperados e de documentos associados à área tecnológica de energia e combustíveis, em ordem decrescente.

| Espécie oleaginosa fonte do óleo vegetal | Total de documentos recuperados entre 2007 e 2018 | Área: relação energia e combustíveis/química (percentual do total) |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Pinhão-manso                             | 2.975                                             | 467 (50%)                                                          |
| Macaúba                                  | 50                                                | 6 (38%)                                                            |
| Camelina                                 | 1.140                                             | 107 (25%)                                                          |
| Crambe                                   | 612                                               | 45 (25%)                                                           |
| Babaçu                                   | 1.022                                             | 79 (22%)                                                           |
| Palma de óleo                            | 12.991                                            | 681 (16%)                                                          |
| Algodão (caroço)                         | 23.906                                            | 1.050 (14%)                                                        |
| RCC                                      | 44.739                                            | 1.558 (11%)                                                        |
| Mamona                                   | 72.411                                            | 2.375 (11%)                                                        |
| Coco                                     | 40.778                                            | 1.096 (8%)                                                         |
| Girassol                                 | 42.763                                            | 940 (6%)                                                           |
| Soja                                     | 179.490                                           | 2.691 (5%)                                                         |
| Amendoim                                 | 53.781                                            | 761 (4%)                                                           |
| Linhaça                                  | 7.768                                             | 101 (4%)                                                           |
| Milho                                    | 111.738                                           | 1.322 (4%)                                                         |
| Oliva                                    | 46.055                                            | 623 (4%)                                                           |
| Gergelim                                 | 57.633                                            | 324 (2%)                                                           |
| Licuri                                   | 8                                                 | 0 (0%)                                                             |

Como resultado do critério de exclusão (abaixo de 10% de documentos patentários na área de energia e combustíveis e com menos de um documento recuperado por ano), macaúba, crambe, coco, girassol, soja, amendoim, linhaça, milho, oliva, gergelim e licuri foram eliminados. Mesmo com a relevância da soja no mercado de combustíveis, conforme cita Ufop (2017), os documentos recuperados reforçam a percepção do aumento de atividades que envolvem a diversificação de matérias-primas e diminuição da dependência da soja. Tal fato fica evidente com a representatividade baixa dessa biomassa neste estudo, com apenas 5% de documentos recuperados.

Para as demais espécies (pinhão-manso, camelina, babaçu, algodão, palma de óleo, RCC e mamona), aplicou-se o segundo critério de exclusão. Em uma matriz obtida do cruzamento dos anos de depósito das patentes com as CIPs de 4 dígitos mais recorrentes, calculou-se a média de documentos depositados para cada classificação. Espécies que não apresentaram pelo menos uma CIP com média aritmética de 30 documentos foram excluídas da análise gráfica por falta de representatividade de dados. Por esse critério, babaçu, camelina e pinhão-manso foram excluídos. Por fim, o estudo sobre sinais fracos foi conduzido com quatro espécies: algodão, mamona, palma de óleo e RCC. Quanto às CIPs posicionadas entre 0,005 e -0,005, não foram contextualizadas neste estudo porque são áreas tecnológicas que apresentam estagnação ou maturidade, não sendo o foco dessa abordagem.

A Figura 3a apresenta o gráfico de dispersão das CIPs 4 dígitos em documentos patentários recuperados de tecnologias geradas a partir da aplicação de óleo de RCC. Com relação às CIPs classificadas na área “energia e combustíveis”, as C10M (composições lubrificantes) a partir desse óleo aparecem como sinal forte emergente, o que remete ao uso do óleo como aditivo para melhorar

as propriedades físico-químicas do lubrificante. A posição dessa CIP no gráfico de dispersão indica que o uso de óleo de RCC para lubrificantes é uma tecnologia consolidada.

Ao analisar o posicionamento das CIPs C10G (hidrocarbonetos) e C10L (combustíveis líquidos carbonatados) no gráfico da RCC (Figura 3a), ambas se apresentam como sinais fortes imergentes. Essas CIPs remetem à obtenção de combustíveis por processos de craqueamento de óleo ou por transesterificação. Remetem também a processos de obtenção de combustível por hidrogenação, a exemplo da tecnologia *Hydrotreated Vegetable Oil* (HVO), ou óleo vegetal hidratado, também conhecido como diesel renovável ou diesel verde. A representação gráfica indica movimento desfavorável, denotando rápida involução de tecnologias representadas nessas CIPs, como obtenção de combustível por hidrogenação do tipo *Hydrotreated Vegetable Oil* (HVO) ou óleo vegetal hidratado, também conhecido como diesel renovável ou diesel verde, relacionadas a esses processos.

Ainda sobre óleo de RCC, as CIPs A01N, A23D, A23L e A61K são sinais fracos emergentes para uso do óleo de RCC e que se desviam da aplicação proposta no tema energia e combustíveis. A CIP A01N-025/04, por exemplo, sinaliza o uso do óleo na obtenção de substâncias de ação biocida, de controle de insetos ou reguladores de crescimento vegetal contendo géis ou soluções dispersantes como solventes, diluentes ou carreadores do princípio ativo. A CIP A61K-009/00 remete a soluções para uso médico, odontológico ou de higiene pessoal com excipientes e veículos específicos como pó, aerossol ou supositório, entre outros. Assim, a A01N está associada ao mercado de agroquímicos, e A61K, ao setor cosmético.

Guiducci et al. (2020) ressaltam que o uso de RCC é mais difundido na produção de óleo comestível no cenário brasileiro, com potencial de expansão para uso da cadeia de biodiesel como já ocorre na Europa. Tal apontamento reforça a presença das CIPs A23D e A23L como sinais fracos emergentes para RCC, pois remetem ao consumo do óleo de RCC como alimentos, na forma de óleo comestível e margarina (A23D-009/02) e na preparação de alimentos dietéticos e com qualidades nutricionais modificadas (A23L-033/00).

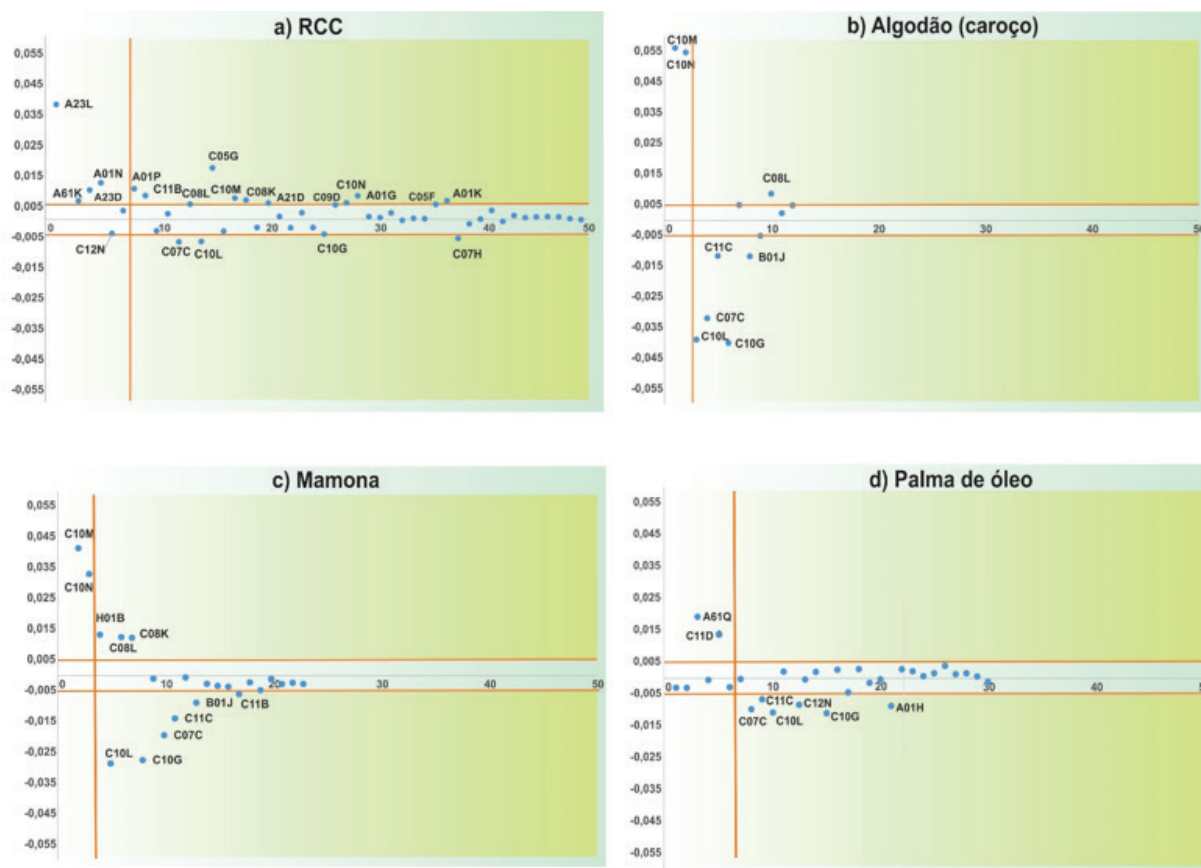


Figura 3. Gráficos de dispersão das CIPs de 4 dígitos.

As CIPs C10M e C10N (indexação de composições lubrificantes) para caroço de algodão e mamona (Figuras 3b e 3c, respectivamente) aparecem como sinais fracos emergentes, o que pode indicar a evolução do mercado tecnológico de lubrificante à base de óleo dessas espécies a longo prazo. Tal constatação é reforçada pela presença de CIPs como C10M-169/04 (lubrificantes contendo misturas de soluções e de aditivos), C10N-030/06 (lubrificante resistente a alta pressão) e C10N-030/12 (lubrificante resistente a corrosão). A presença das CIPs C10M-173/00 e C10M-173/02 reforça o desenvolvimento de lubrificantes que contenham umidade acima de 10% e que não tenham óleos minerais ou graxas na composição, indicando a busca de ingredientes para desenvolvimento de lubrificantes.

A mamona é rica em ácido ricinoleico, o que caracteriza a alta viscosidade e a alta densidade do óleo, o que pode explicar a alta taxa de imergência e rápida involução da CIP C10L, e forte emergência da CIP C10N para essa espécie (Figura 3c). Tais características físico-químicas tornam esse óleo inadequado para produção de biodiesel por não atender às especificações da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (Pinho & Suarez, 2017). A presença da CIP C10N-030/02, que se refere ao índice de viscosidade de uma solução lubrificante, indica que alta viscosidade do óleo de mamona permite seu aproveitamento para produção de biolubrificantes com redução de desgaste e atrito e resistência a altas amplitudes térmicas (Starling, 2016), com aplicabilidade na indústria automobilística e aeroespacial (Heberlê, 2018).

O óleo de caroço de algodão tem propriedades similares às do óleo mineral e também se mostra uma alternativa estratégica para produção de biolubrificantes por ter baixa volatilidade, alta viscosidade, alta temperatura de ebulição, biodegradabilidade e compatibilidade com a pele humana, o que reduz sua toxicidade cutânea (Masripan et al., 2020). No entanto, substâncias como o gossípol se tornam impurezas no óleo e exigem um tratamento específico que eleva os custos de produção de biodiesel (Beltrão & Oliveira, 2008; Cavalcante Filho et al., 2019). Com isso, torna-se estratégico seu uso em outras cadeias, como a de lubrificantes, conforme indica a emergência do sinal fraco da CIP C10M, indicando a tendência de crescimento, ainda que lenta, no desenvolvimento de novas tecnologias nesse mercado.

Na mesma tendência apresentada para RCC, caroço de algodão e mamona, a palma de óleo (Figura 3d) posiciona CIPs como sinais fracos emergentes desvinculados da área “energia e combustíveis”. A CIP A61Q remete a produtos de higiene pessoal, como soluções para uso no banho (A61Q-019/10), produtos para atenuar sinais cutâneos que remetem à idade avançada (A61Q-019/08) e para branqueamento da pele (A61Q-019/02) e condicionadores de cabelo (A61Q-005/12). Já a CIP C11D remete a sabões e detergentes, com ação desinfetante (C11D-009/50), misturados a compostos orgânicos não saponificantes (C11D-009/26). O movimento dessas CIPs indica uma tendência lenta e crescente da aplicação do óleo de palma de óleo no desenvolvimento de tecnologias associadas à higiene pessoal e limpeza.

A palma de óleo é considerada uma espécie com alta produtividade agrícola por hectare, produzindo até o dobro da soja e dez vezes mais do que outras oleaginosas, e com óleo com versatilidade no aproveitamento industrial (Vidoca, 2018). Seu aproveitamento industrial está intrinsecamente ligado aos preços praticados, o que leva ao entendimento de que seu uso na cadeia de biodiesel é desfavorável em relação a outros óleos vegetais. Isso pode explicar seu uso predominante na fabricação de surfactantes, produtos de limpeza e produtos de higiene pessoal (Parsons et al., 2020), conforme detectado neste estudo e apresentado na Figura 3d, em que as CIPs C10G e C10L são graficamente posicionadas como sinais fortes emergentes, indicando rápida involução tecnológica.

O atendimento a demandas de cadeias produtivas de biodiesel expandiu a exploração de fontes renováveis para diminuir a dependência de combustíveis fósseis. Tal fato é perceptível na recuperação de documentos patentários em energia e combustíveis usando-se diversas espécies. Isso diminuiria o impacto das flutuações do mercado de petróleo na economia local e agregaria o componente de sustentabilidade ambiental no setor (Elauria & Elauria, 2011).

Por outro lado, percebe-se que o desenvolvimento tecnológico demonstra a dominância de um caráter ainda conservador quanto à escolha de fonte oleaginosa para gerar inovação. Isso é confirmado pela exclusão de espécies menos consolidadas como culturas agrícolas (licuri e crambe, por exemplo) da seleção em virtude do baixo número de documentos recuperados.

Este estudo apresenta evidências de involução na área “energia e combustíveis” em detrimento de outros como lubrificantes e produtos para higiene e limpeza. Isso mostra que o aproveitamento industrial de óleos vegetais está na contramão do uso de fontes renováveis na produção de energia ao apostar em mercados que aparentemente agregam maior valor.

## CONCLUSÃO

Espécies oleaginosas se caracterizam como alternativas de biomassa para fornecimento de óleo, e este estudo comprova a sua aplicação em diversas áreas tecnológicas. Algumas culturas agrícolas e extrativistas, ainda que como fontes de óleo, são altamente produtivas, mas apresentam-se com baixa competitividade no cenário de desenvolvimento tecnológico.

Quanto à área tecnológica, o estudo mostrou que “energia e combustíveis” não é o foco no desenvolvimento tecnológico associado a óleo vegetal. A aplicação desse insumo tem tido prioridade em outros mercados, a exemplo de espécies tradicionais como a soja. A análise de RCC, mamona, palma de óleo e caroço de algodão reforça essa percepção.

Há uma tendência na aplicação de óleo dessas espécies para desenvolvimento tecnológico dentro da classificação para “energia e combustível”, mas não, especificamente, para geração de combustíveis. Assim, a metodologia de sinais confirma que as CIPs relacionadas a composições lubrificantes dominam o movimento lento, mas crescente, indicando o surgimento de novas tecnologias associadas a óleos vegetais, particularmente de caroço de algodão e mamona.

A diversificação de oleaginosas para obtenção de óleo para aplicação industrial é uma alternativa para estabelecer outras fontes como matéria-prima. Contudo, há desafios a serem superados, principalmente aspectos agrônômicos e de características físico-químicas dos óleos vegetais para torná-los adequados aos processos para obtenção de biodiesel.

É importante destacar ainda que, para destinação ao mercado de combustíveis, a diversificação de oleaginosas precisa considerar também a disponibilidade de matéria-prima para atendimento em escala industrial. Ainda que algumas oleaginosas tenham prioridade de aplicação em áreas tecnológicas distintas, a diversificação somente se concretizará se o mercado tiver suprimento satisfatório da matéria-prima.

Na área “energia e combustíveis”, as tecnologias associadas à obtenção de biodiesel, diesel verde e bioquerosene também ganharão mais atenção do mercado. Tal fato será realizado por meio do domínio de processos cada vez mais inovadores que convertam biomassa em fonte para obtenção e transformação de óleo em biocombustíveis, com cada vez menor dependência de fontes não renováveis. Com isso, haverá impacto no aumento da produção de algumas espécies potenciais para esse fim.

## REFERÊNCIAS

- AHLQVIST, T.; UOTILA, T. Contextualising weak signals: Towards a relational theory of futures knowledge. **Futures**, v.119, art.102543, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102543>.
- ANJOS, S.S.N. dos; SANTOS, A.C. dos. Tendências tecnológicas e de exportação de óleo bruto de babaçu. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE BIODIESEL, 7., 2019, Florianópolis. **Empreendedorismo e inovação: construindo um futuro competitivo para o biodiesel: anais**. Florianópolis: Rede Brasileira de Tecnologia e

- Inovação de Biodiesel, 2019. p.875-876. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1120261/1/SERGIOSEGTEndenciastecnologicasdeexportacaodeoleobruto.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2020.
- ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**: 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-2020>>. Acesso em: 19 nov. 2020.
- BELTRÃO, N.E. de M.; OLIVEIRA, M.I.P. de. **Oleaginosas e seus óleos**: vantagens e desvantagens para produção de biodiesel. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. (Embrapa Algodão. Documentos, 201). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/276836/1/DOC201.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2020.
- BOLETIM DA SOCIOBIODIVERSIDADE. Brasília: Conab, v.1, n.1, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/300o1M0J>>. Acesso em: 1 out. 2018.
- BRAGA, M. **Análise de futuro dos ácidos carboxílicos de base biológica**: uma abordagem semiquantitativa para o mapeamento tecnológico. 2022. 317p. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília.
- CALVELLI GERMINIANI, H.; LORETO, M. das D.S.; SILVA, E. As políticas públicas do biocombustível e a inclusão social: um estudo sobre o Brasil. In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE SOCIOLOGIA, 9., 2016, Faro. **Portugal**: território de territórios: atas. Lisboa: APS, 2017. p.1-18. Disponível em: <[https://associacaoportuguesasociologia.pt/ix\\_congresso/docs/final/COM0266.pdf](https://associacaoportuguesasociologia.pt/ix_congresso/docs/final/COM0266.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2020.
- CAMPEÃO, P.; SANCHES, A.C.; MACIEL, W.R.E. Mercado internacional de commodities: uma análise da participação do Brasil no mercado mundial de soja entre 2008 e 2019. **Desenvolvimento em Questão**, ano18, p.76-92, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2020.51.76-92>.
- CAVALCANTE FILHO, P.G.; BUAINAIN, A.M.; BENATTI, G.S. de S. A cadeia produtiva agroindustrial do biodiesel no Brasil: um estudo sobre sua estrutura e caracterização. **DRd - Desenvolvimento Regional em Debate**, v.9, p.772-799, 2019. DOI: <https://doi.org/10.24302/drd.v9i0.2252>.
- CLARIVATE ANALYTICS. **Derwent Innovations Index on Web of Science**. Disponível em: <[http://apps-whofofknowledge.ez103.periodicos.capes.gov.br/DIIDW\\_GeneralSearch\\_input.do?product=DIIDW&search\\_mode=GeneralSearch&SID=6DrUeJWASDSKkKAXeuB&preferencesSaved=>](http://apps-whofofknowledge.ez103.periodicos.capes.gov.br/DIIDW_GeneralSearch_input.do?product=DIIDW&search_mode=GeneralSearch&SID=6DrUeJWASDSKkKAXeuB&preferencesSaved=>)>. Acesso em: 10 ago. 2018.
- COOPER INDUSTRIES. Kevin James Rapp, Gary Arden Gauger, Charles Patrick McShane, Arthur Warren Lemm. **Vegetable oil dielectric fluid composition**. EP 1 995 301 A1. Depósito: 17 maio 2007. Publicação: 26 nov. 2008. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/d2/4c/90/bd6693ee3d341f/EP1995301A1.pdf>>. Acesso em 26 set. 2020.
- DE MORI, C.; TOMM, G.O.; FERREIRA, P.E.P. Origem e usos da canola. In: DE MORI, C.; TOMM, G.O.; FERREIRA, P.E.P. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da canola no mundo e no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. (Embrapa Trigo. Documentos online, 149). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do149\\_2.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do149_2.htm)>. Acesso em: 5 abr. 2020.
- ELAURIA, M.M.; ELAURIA, J.C. Commodity chain and value addition of biodiesel production from coconut in Philippines. **Journal of the Japan Institute of Energy**, v.90, p.1081-1084, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3775/jie.90.1081>.
- ESTADOS UNIDOS. United States Department of Agriculture. **Production, Supply and Distribution – PSD**. 2020. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/download>>. Acesso em: 21 jun. 2020.
- GUIDUCCI, R. do C.N.; LAVIOLA, B.G. Cenários de ampliação da demanda de biodiesel e processamento de soja no Brasil. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DE BIODIESEL, 7., 2019, Florianópolis. **Empreendedorismo e inovação**: construindo um futuro competitivo para o biodiesel: anais. Florianópolis: Rede Brasileira de Tecnologia e Inovação de Biodiesel, 2019. p.871-872. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/210814/1/R-GUIDUCCI-SEG-Cenarios-de-ampliacao-da-demanda-de-biodiesel.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2020.
- GUIDUCCI, R. do C.N.; SABAINI, P.S.; CARDOSO, A.N.; LAVIOLA, B.G. Tropicalização da canola (*Brassica napus* L.) e inserção na cadeia produtiva de óleo vegetal: análise de cenário. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 58., 2020, Foz do Iguaçu. **Cooperativismo, inovação e sustentabilidade para o desenvolvimento rural**: anais. Foz do Iguaçu: Unioeste, 2020. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1128730>>. Acesso em: 17 abr. 2021.
- GUIMARÃES, C.G.; SANTOS, A. dos; RODRIGUES, E.V.; LAVIOLA, B.G. **Canola**: panorama atual e tecnologias de produção no Brasil. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2022. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 40). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/231550/1/DOC40-.pdf>>. Acesso em: 6 abr. 2022.
- HEBERLÊ, M.D. **Pesquisa genética desenvolve mamona atóxica capaz de alimentar animais**. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/35596997/pesquisa-genetica-desenvolve-mamona-atoxica-capaz-de-alimentar-animais>>. Acesso em: 7 jan. 2019.
- HEINONEN, S.; HILTUNEN, E. Creative Foresight Space and the Futures Window: Using visual weak signals to enhance anticipation and innovation. **Futures**, v.44, p.248-256, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.10.007>.
- MACHADO, B.R.C. **Avaliação do potencial energético da palmeira nativa do cerrado *Syagrus flexuosa***. 2020. 87p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/38448>>. Acesso em: 23 dez. 2020.

- MASRIPAN, N.A.; SALIM, M.A.; OMAR, G.; MANSOR, M.R.; SAAD, A.M.; HAMID, N.A.; SYAKIR, M.I.; DAI, F. Vegetable oil as bio-lubricant and natural additive in lubrication: a review. **International Journal of Nanoelectronics and Materials**, v.13, p.161-176, 2020. Disponível em: <<http://dspace.unimap.edu.my:80/xmlui/handle/123456789/68830>>. Acesso em: 17 abr. 2021.
- MORAIS, S.P.; GARCIA, J.C.R. O estado da arte da patentometria em periódicos internacionais da Ciência da Informação. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE BIBLIOMETRIA E CIENTOMETRIA, 4., 2014, Recife. **Anais**. Recife: UFPE, 2014. p.1-7. Disponível em: <[https://www.brapci.inf.br/\\_repositorio/2014/05/pdf\\_9645160ce5\\_0014366.pdf](https://www.brapci.inf.br/_repositorio/2014/05/pdf_9645160ce5_0014366.pdf)>. Acesso em: 26 set. 2020.
- NICOLAIDOU, O.; DIMOPOULOS, C.; VARIANOU-MIKELLIDOU, C.; BOUSTRAS, G.; MIKELLIDES, N. The use of weak signals in occupational safety and health: an investigation. **Safety Science**, v.139, art.105253, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105253>.
- NOGUEIRA, N.S. **Análise Delphi e SWOT das matérias-primas de produção de biodiesel**: soja, mamona e microalgas. 2010. 161p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.tpqb.eq.ufrj.br/download/analise-delphi-e-swot-das-materias-primas.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2020.
- PARSONS, S.; RAIKOVA, S.; CHUCK, C.J. The viability and desirability of replacing palm oil. **Nature Sustainability**, v.3, p.412-418, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0487-8>.
- PINHO, D.M.M.; SUAREZ, P.A.Z. Do óleo de amendoim ao biodiesel- histórico e política brasileira para o uso energético de óleos e gorduras. **Revista Virtual de Química**, v.9, p.39-51, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20170006>.
- POPPER, R. Foresight methodology. In: GEORGHIOU, L.; HARPER, J.C.; KEENAN, M.; MILES, I.; POPPER, R. (Ed.). **The handbook of technology foresight: concepts and practice**. Cheltenham: Edward Elgar, 2009. p.44-88.
- QUINTELLA, C.M.; TEIXEIRA, L.S.G.; KORN, M.G.A.; COSTA NETO, P.R.; TORRES, E.A.; CASTRO, M.P.; JESUS, C.A.C. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. **Química Nova**, v.32, p.793-808, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000300022>.
- QUINTERO, J.A.; FELIX, E.R.; RINCÓN, L.E.; CRISSPÍN, M.; FERNANDEZ BACA, J.; KHWAJA, Y.; CARDONA, C.A. Social and techno-economical analysis of biodiesel production in Peru. **Energy Policy**, v.43, p.427-435, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.029>.
- SOUZA JUNIOR, M.T.; ALVES, A.A.; SOUSA, C.A.F. de; SIQUEIRA, F.G. de; FORMIGHIERI, E.F.; CAPDEVILLE, G. de; ABDELNUR, P.V.; MENDONÇA, S. **O Programa de PD&I em Ómica de Palma de Óleo (*Elaeis spp.*) na Embrapa Agroenergia**. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2017. (Embrapa Agroenergia. Documentos, 28). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173812/1/DOC-28-CNPAE.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2020.
- STARLING, M.F.R. **Desenvolvimento de biolubrificantes a partir dos óleos de pinhão-mansão, macaúba e mamona**. 2016. 130p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <<https://bit.ly/3kHS05X>>. Acesso em: 19 nov. 2020.
- THORLEUCHTER, D.; VAN DEN POEL, D. Weak signal identification with semantic web mining. **Expert Systems with Applications**, v.40, p.4978-4985, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.03.002>.
- TON, L.B.; NEIK, T.X.; BATLEY, J. The use of genetic and gene technologies in shaping modern rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.). **Genes**, v.11, art.1161, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/genes11101161>.
- UFOP. Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen E.V. **Biodiesel 2016/2017**: report on progress and future prospects – excerpt from the UFOP Annual Report. Berlin, 2017. Disponível em: <[https://www.ufop.de/files/5115/1309/0426/UFOP-Biodiesel\\_2016-2017\\_EN.pdf](https://www.ufop.de/files/5115/1309/0426/UFOP-Biodiesel_2016-2017_EN.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2022.
- UFOP. Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen E.V. **UFOP Report on Global Supply 2021/2022**. Berlin, 2021. Disponível em: <[https://www.ufop.de/files/8516/4577/5105/UFOP\\_Report\\_Global\\_Supply\\_A5\\_EN\\_02-2022.pdf](https://www.ufop.de/files/8516/4577/5105/UFOP_Report_Global_Supply_A5_EN_02-2022.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2022.
- VIDOCA, L.C.P.T. **Recuperação de carotenoides do óleo de palma híbrido através da adsorção em resina polimérica**: cinética e equilíbrio. 2018. 72p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/33228>>. Acesso em: 29 dez. 2020.
- WANASUNDARA, J.P.D.; MCINTOSH, T.C.; PERERA, S.P.; WITHANA-GAMAGE, T.S.; MITRA, P. Canola/rapeseed protein-functionality and nutrition. **OCL - Oilseeds and fats, Crops and Lipids**, v.23, D407, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1051/ocl/2016028>.
- YOON, J. Detecting weak signals for long-term business opportunities using text mining of Web news. **Expert Systems with Applications**, v.39, p.12543-12550, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.04.059>.