



Análise do Patenteamento de Tecnologias Relacionadas à Agricultura Sustentável Depositadas no Brasil

2022



Agricultura Sustentável

Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI

Presidente: Claudio Vilar Furtado

Diretoria de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados – DIRPA

Diretora: Liane Elizabeth Caldeira Lage

Coordenação Geral de Estudos, Projetos e Disseminação da Informação Tecnológica - CEPIT

Coordenador: Alexandre Gomes Ciancio

Divisão de Estudos e Projetos- DIESP

Chefe: Cristina d'Urso de Souza Mendes Santos

Coordenação WIPO Green para América Latina e Caribe (LAC)

**Coordenador
WIPO Green:** Peter Oksen

**Representante
INPI:** Fernando Cassibi



Agricultura Sustentável

Autora

Irene von der Weid

DIESP/CEPIT/DIRPA

Este estudo foi originalmente elaborado no âmbito das parcerias alicerçadas no através da Coordenação do WIPO Green para América Latina e Caribe (LAC) da qual participam Argentina, Brasil e Chile desde 2019, e para a qual o Equador foi convidado pelo INPI Brasil a contribuir. Os resultados, uma vez compilados, serão objeto de publicação específica a ser lançada pela OMPI.



Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca de Propriedade Intelectual e Inovação Economista
Claudio Treiguer
Bibliotecário Evanildo Vieira dos Santos - CRB7-4861

W417 Weid, Irene von der.

Análise do patenteamento de tecnologias relacionadas à agricultura sustentável depositadas no Brasil. / Irene von der Weid. Rio de Janeiro: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil) – INPI, Diretoria de Patentes, Programas de Computador e Topografia de Circuitos Integrados – DIRPA, Coordenação Geral de Estudos, Projetos e Disseminação da Informação Tecnológica - CEPIT e Divisão de Estudos e Projetos - DIESP, 2022.

Radar tecnológico, 53 p.; figs.

1. Informação tecnológica – Agricultura sustentável - Brasil. 2. Informação tecnológica – Patente - Brasil. 3. Informação tecnológica – Patenteamento. I. Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil). II. Título.

CDU: 347.771:631.5(81)

Permitida a reprodução, desde que citada a fonte. Todos os direitos reservados aos autores e editores da publicação.



Sumário

Ficha Catalográfica	4
Abreviaturas.....	7
1 Introdução.....	8
1.1 O que é Agricultura Sustentável?	8
1.2 Agricultura sustentável no mundo	12
1.3 Agricultura sustentável no Brasil e América Latina.....	13
1.4 Inovações relacionadas à Agricultura sustentável	16
1.5 Tecnologias verdes e o tramite prioritário dos pedidos de patente no Brasil	19
1.6 Agricultura 4.0.....	20
2 Objetivo do Estudo.....	22
3 Metodologia	23
4 Resultados.....	24
4.1 Panorama de desenvolvimento de tecnologias relacionadas à agricultura sustentável no mundo.....	24
4.2 Evolução dos depósitos de patentes relacionadas à Agricultura Sustentável no Brasil	27
4.3 Principais atores no patenteamento inovações relacionadas à Agricultura Sustentável com pedidos de patente depositados no Brasil	28
4.4 Análise da origem das tecnologias dos pedidos de patente depositados no Brasil	30
4.5 Categorização dos pedidos relacionados à Agricultura sustentável	31



Agricultura Sustentável

4.6 Panorama do patenteamento no setor de Agricultura Sustentável por depositantes nacionais	36
5 Considerações Finais	38
6 Referências	41
ANEXO 1 – ESTRATÉGIA DE BUSCA.....	44
ANEXO 2 – ESQUEMA DE CATEGORIZAÇÃO.....	46



Abreviaturas

- CCMTs - (do inglês, *Climate Change Mitigation Technologies*)
- CPC - (do inglês, *Cooperative Patent Classification*)
- DWPI - (*Derwent World Patents Index database*)
- EMBRAPA - (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária)
- EPO - (do inglês, *European Patent Office*)
- FAO - (do inglês, *Food and Agriculture Organization*)
- IBEPI - (Programa Iberoamericano de Propriedade Industrial)
- ILPF - (Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta)
- INPI - (Instituto Nacional da Propriedade Industrial)
- IoT - (do inglês, *Internet of Things*)
- IPC - (do inglês, *Internacional Patent Classification*)
- MAPA - (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento)
- OCDE - (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico)
- ODS - (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável)
- OMPI - (Organização Mundial da Propriedade Intelectual)
- ONU - (Organização das Nações Unidas)
- PIB - (Produto Interno Bruto)
- PNAPO - (Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica)
- PROSUL - (Fórum para o Progresso e Desenvolvimento da América do Sul)
- VBP - (Valor Bruto da Produção)



1 Introdução

1.1 O que é Agricultura Sustentável?

A agricultura é a maior indústria do mundo. Um mercado que emprega mais de um bilhão de pessoas e gera mais de US\$ 1,3 trilhão de dólares em alimentos anualmente. Pastagens e áreas agrícolas ocupam cerca de 50% das terras habitáveis do planeta. No entanto, a agricultura mudou dramaticamente desde o final da Segunda Guerra Mundial. A produtividade de alimentos e fibras aumentou devido a novas tecnologias, mecanização, aumento do uso de produtos químicos, especialização e políticas governamentais que favoreciam a maximização da produção e a redução dos preços dos alimentos. Embora esses desenvolvimentos tenham tido muitos efeitos positivos e reduzido muito os riscos na agricultura, eles também geram custos significativos. Destacam-se o esgotamento da camada superficial do solo, contaminação do lençol freático, poluição do ar, emissões de gases de efeito estufa, disseminação de novos patógenos, concentração econômica nas indústrias agro-alimentares e desintegração das comunidades rurais (Brodt *et al.*, 2011).

Assim, iniciou-se um movimento crescente em busca de alternativas inovadoras que tivessem a finalidade de diminuir o impacto negativo das práticas agrícolas no meio ambiente. A ideia de uma agricultura sustentável começou a ganhar força em 1987, e pode ser entendida, de uma maneira geral, como uma agricultura capaz de fornecer continuamente alimentos e outros recursos a uma população mundial em crescimento, lidando com uma série de problemas como mudanças climáticas, perda de biodiversidade, degradação e erosão do solo, salinização, poluição de recursos hídricos, que podem elevar os custos de produção e/ou diminuir a produtividade.

Podem ser encontradas na literatura muitas definições para o termo "Agricultura Sustentável". O surgimento de definições variáveis, interpretações e usos do termo podem levar à complementaridade entre as definições, em que todas as



Agricultura Sustentável

definições podem coexistir e, potencialmente, ajudar umas às outras. Velten *et al.*, (2015) fazem uma revisão sistemática destas definições e como elas se sobrepõem e/ou se completam além de discutir os diferentes atores envolvidos tanto do ponto de vista social como em termos de governo. Uma definição abrangente, mas que dá uma boa ideia do que iremos considerar “Agricultura Sustentável” neste estudo foi empregada por MacRae *et al.*, 1989:

“Agricultura Sustentável compreende procedimentos de gestão que trabalham com processos naturais para conservar todos os recursos, minimizar desperdícios e impactos ambientais, prevenir problemas e promover resiliência do agroecossistema, autorregulação, evolução e produção sustentada para a nutrição e satisfação de todos”.

Considerando que a agricultura sustentável é aquela que além de respeitar o meio ambiente, é justa do ponto de vista social, e consegue ser economicamente viável, podemos citar como princípios e características deste modelo: a prática da agricultura orgânica, a diminuição de adubos químicos e pesticidas, o uso de técnicas em que não ocorra a poluição do ar, do solo e da água, criação e uso de sistemas de captação de águas das chuvas para ser utilizada na irrigação, não desmatamento de florestas e matas para a ampliação de áreas agrícolas, uso da agroenergia como, por exemplo, biocombustíveis (biodiesel, biogás, etanol e outros derivados de restos da produção e biomassa), adoção do sistema de “Plantio Direto”, adoção da Gestão Ambiental e Territorial, levando a um maior rendimento com menor desgaste do solo entre outros¹.

A agricultura sustentável integra três objetivos principais - saúde ambiental, lucratividade econômica e igualdade social, de modo que a sustentabilidade agrícola se baseia no princípio de que devemos atender às necessidades do presente sem

¹ <https://prima.org.br/agricultura-sustentavel/>

comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades. Portanto, a gestão de longo prazo dos recursos naturais e humanos é de igual importância para o ganho econômico de curto prazo. Neste processo, a adaptabilidade é um componente-chave, pois nem sempre é possível ou desejável que um agroecossistema recupere a forma e a função precisas que tinha antes de uma perturbação, mas pode ser capaz de se ajustar e assumir uma nova forma em face de mudanças nas condições. A diversidade muitas vezes ajuda a conferir adaptabilidade, porque quanto mais variedade existe em um sistema alimentar, seja em termos de tipos de safras ou conhecimento cultural, mais ferramentas e caminhos um sistema terá para se adaptar às mudanças (Brodt *et al.*, 2011).

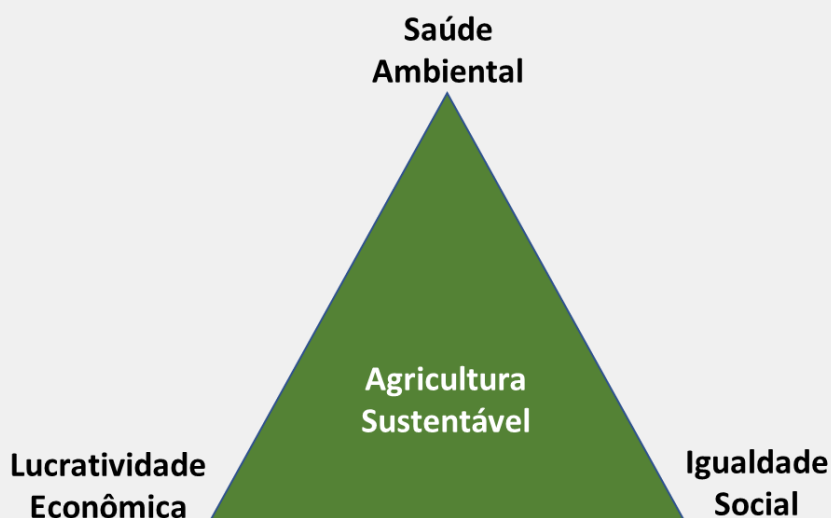


FIGURA 1. ESQUEMA ADAPTADO DE BRODT ET AL. (2011)

Outro ponto importante destacado pela FAO (Food and Agriculture Organization) – agência especializada em agricultura na ONU (Organização das Nações Unidas) em relação à agricultura sustentável está relacionada à necessidade de um sistema de governança global que promova questões de segurança alimentar nos regimes e políticas comerciais e revise as políticas agrícolas para



Agricultura Sustentável

promover os mercados agrícolas locais e regionais. Assim, para lidar com o ritmo acelerado de mudança, a sustentabilidade deve ser vista como um processo, e não como um ponto final, o que requer o desenvolvimento de estruturas técnicas, políticas, de governança e de financiamento que apoiem os produtores agrícolas e gestores de recursos engajados em um processo dinâmico de inovação. Em particular podemos citar (i) políticas e instituições que forneçam incentivos para a adoção de práticas sustentáveis, imponham regulamentações e custos para ações que esgotem ou degradem os recursos naturais e facilitem o acesso ao conhecimento e aos recursos necessários; (ii) práticas agrícolas sustentáveis com pleno uso da tecnologia, da pesquisa e do desenvolvimento, embora com uma integração dos conhecimentos locais; (iii) planejamento e gestão dos setores agrícolas baseados em evidências com estatísticas adequadas, informações e mapas geoespaciais, informações qualitativas e conhecimento².

Várias práticas agrícolas podem gerar mais alimentos de forma sustentável, umas mais e outras menos integradas às práticas atuais de agricultura e sendo utilizadas em maior ou menor escala. Exemplos dessas práticas agroecológicas são os biofertilizantes, pesticidas naturais, rotações de culturas; agrossilvicultura; plantio direto; irrigação por gotejamento, controle biológico de pragas, entre outras (Wezel *et al.*, 2013).

² <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-the-post-2015-development-agenda/sustainable-agriculture/en/>



1.2 Agricultura sustentável no mundo

A inovação tecnológica para a sustentabilidade é um elemento que pode unir países e potencializar a agregação de esforços e a produção de consensos. Para isso, há a necessidade de um grande pacto global em torno do esforço de gerar e disseminar tecnologias para o desenvolvimento sustentável de forma a aproximar países desenvolvidos e em desenvolvimento. A 'Estratégia de Crescimento Verde' da OCDE, não assinada pelos países emergentes incluindo o Brasil, conclui que inovação será um importante motor de transição em direção ao crescimento verde³.

Em 25 de setembro de 2015, os 193 Estados-Membros das Nações Unidas adotaram os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030⁴: objetivos globais que devem orientar as ações da comunidade internacional de 2016 a 2030, oferecendo uma visão para alimentos e agricultura como chave para o desenvolvimento sustentável. Estes objetivos podem ser encontrados listados no site da FAO.

A Holanda se tornou um exemplo quando, há cerca de duas décadas atrás assumiu um compromisso nacional para a agricultura sustentável, com o objetivo de produzir o dobro da comida, utilizando metade dos recursos. Desde então, os agricultores holandeses conseguiram reduzir a dependência de água em até 90%. Também conseguiram eliminar praticamente o uso de pesticidas químicos nas plantas cultivadas em estufas. A Universidade de Wageningen, conhecida como uma das melhores instituições de pesquisa em agricultura, é o ponto mais importante do "Vale dos Alimentos", um amplo conjunto de

³ <https://www.ecodebate.com.br/2012/05/22/o-que-se-entende-por-inovacao-verde-artigo-de-nadja-lepsch-cunha/>

⁴ <http://www.fao.org/3/i4997e/i4997e.pdf>



startups de tecnologia agrícola e fazendas de testes, sendo a principal responsável por unir a academia ao empreendedorismo, além de possuir projetos em mais de 140 países, e de pactos formais com governos e universidades, nos seis continentes, para implementar os avanços obtidos neste setor. As empresas holandesas estão entre as líderes no segmento de sementes, com exportações perto de US\$ 1,7 bilhão em 2016 (Época Negócios, 2017).

As projeções de mercado para agricultura sustentável alcançam altas cifras, como, por exemplo, o mercado global de biológicos (agentes de biocontrole, biofertilizantes e bioestimulantes), que foi estimado em US\$ 8.8 bilhões em 2019 e deve atingir cerca de US\$ 18.9 bilhões em 2025⁵.

1.3 Agricultura sustentável no Brasil e América Latina

No Brasil, embora haja esforços neste caminho sustentável, ainda enfrentamos muitos problemas, como desmatamento de florestas e matas para abrir espaço para a prática da agricultura, ou o uso excessivo de pesticidas químicos.

O agronegócio responde atualmente a cerca de 21% do PIB brasileiro. O país, que na década de 1970 importava alimentos, hoje é um dos maiores exportadores mundiais de produtos agropecuários, atrás somente da União Europeia e Estados Unidos. Entre 1975 e 2015, 59% do crescimento do valor bruto da produção brasileira, o VBP, deveu-se à tecnologia aplicada no setor. O investimento em processos de intensificação sustentável incluiu inovações, como a produção de duas safras por ano em uma mesma área, recuperação de pastagens degradadas,

5

<https://www.globenewswire.com/news-release/2020/03/03/1994027/0/en/The-Global-Agricultural-Biologicals-Market-2025-18-9-Billion-Opportunity-Assessment.html>



Agricultura Sustentável

sistemas agroflorestais e de plantio direto, fixação biológica de nitrogênio, florestas plantadas e tratamento de dejetos animais⁶.

Atualmente, o agronegócio brasileiro é o setor produtivo mais importante da economia brasileira. É o carro-chefe de poderosas cadeias produtivas e de valor que envolve, direta e indiretamente, diferentes setores, com impactos que se espraiam para a indústria química, a indústria de bens de capital, os setores de tecnologia e informação, o setor de transporte, etc. A Grande Transformação da agricultura brasileira ocorreu no início dos anos 1970, quando teve início a revolução científica e tecnológica nos cerrados brasileiros, que ocupam 60% de nosso território. O dinamismo do agronegócio brasileiro, um dos líderes mundiais na produção e exportação de proteína animal e proteína vegetal, se deve, principalmente, ao progresso tecnológico que tem sido incorporado aos seus segmentos produtivos, a partir da criação do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, liderado pela Embrapa. Segundo pesquisadores da Embrapa, se conseguíssemos transferir 50% da tecnologia sustentável para a agricultura, seria possível dobrar a produção de alimentos sem necessidade de abrir novas áreas (Haddad, 2020).

Em 2012 o Brasil instituiu, através do Decreto nº 7.794/2012, a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica - PNAPO, com o objetivo de integrar, articular e adequar políticas, programas e ações indutoras da transição agroecológica, e da produção orgânica e de base agroecológica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população, por meio do uso sustentável dos recursos naturais e da oferta e consumo de alimentos saudáveis⁷.

Anos depois, em junho de 2020, o ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) lançou o Plano de Investimento

⁶ <https://www.brasilagro.com.br/conteudo/o-agronegocio-responde-por-211-do-pib-brasileiro.html>

⁷ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794.htm



Agricultura Sustentável

para Agricultura Sustentável no Brasil⁸. O objetivo é dar maior visibilidade ao cenário de oportunidades de investimento verde no agronegócio brasileiro. O plano faz parte de um grupo de medidas que têm tornado a agropecuária brasileira uma das mais sustentáveis do mundo, como a produção em áreas degradadas sem a necessidade da abertura de novas áreas, o que possibilita a preservação de 66% da vegetação nativa nacional, e tecnologias de sustentabilidade desenvolvidas para a criação de animais saudáveis a partir de sistemas de Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Acredita-se que os investimentos verdes podem alcançar cifras bilionárias no Brasil, levando em conta que o capital de giro, para movimentar atividades agropecuárias, se aproxima de US\$ 100 bilhões por ano. O montante aumenta ao se considerar todo o agronegócio, como a produção de insumos, logística, industrialização e comercialização.

Segundo o Plano de Investimento para Agricultura Sustentável os resultados expressivos do mercado agropecuário brasileiro - maior exportador de carne bovina, aves, soja, café, suco de laranja, açúcar - já o transformaram no segundo maior mercado de títulos verdes da América Latina e Caribe. O País representa 34% da emissão na região, somando quase US\$ 6 bilhões. No cenário global de títulos verdes, somente em 2019, chega à emissão recorde de aproximadamente US\$ 260 bilhões. No acumulado, desde 2013, são mais de US\$ 800 bilhões.

Segundo matéria publicada pelo ministério da agricultura, a produção de produtos biológicos para controle de pragas e doenças agrícolas cresceu mais de 70% no ano de 2018 no Brasil, movimentando R\$ 464,5 milhões. O resultado brasileiro é considerado o mais expressivo da história do setor e supera o percentual apresentado pelo mercado internacional. Este comportamento segue a tendência mundial de redução do uso de agroquímicos para combater pragas e doenças nas lavouras. Enquanto o mercado convencional de defensivos agroquímicos tem apresentado sinais de estagnação, com resultado recente de

⁸ <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2020/06/ministerio-lanca-plano-de-investimento-para-agricultura-sustentavel>



Agricultura Sustentável

queda global de 6% na produção (US\$ 64 bilhões), o saldo mundial do controle biológico em 2018 foi 17% maior que o alcançado no período anterior. No Brasil, em fevereiro do ano retrasado, o mercado de produtos biológicos nacional movimentou US\$ 164,9 milhões. O controle biológico representa 5% da produção geral de controle de pragas e a América Latina é a região que apontou crescimento mais acelerado nesta área. A expectativa é de que o setor de biológicos fature no mundo US\$ em 2025 cerca de US\$ 11 bilhões⁹.

Com o objetivo de impulsionar ainda mais este mercado, em setembro de 2020, foi lançada no Brasil em uma parceria publico-privada, um novo fundo de financiamento que pretendia destinar US\$ 68 milhões em 2021 à agricultura sustentável no país. A ideia é que o valor seja ampliado anualmente podendo chegar a US\$ 1,4 bilhão em 2026¹⁰.

1.4 Inovações relacionadas à Agricultura sustentável

Toda essa evolução no campo da agricultura ocorreu calcada do desenvolvimento de tecnologias incrementais e disruptivas, que permitiram as mudanças graduais observadas na forma de se pensar a agricultura. Se o século 19 foi a era do inventor individual e dos implementos agrícolas, os séculos 20 e 21 trouxeram grande desenvolvimentos nas áreas de controle de pragas, ciência alimentar e nutrição, conservação e, mais recentemente, na agricultura digital, onde as inovações têm papel crucial para resolver os desafios globais de produção de alimentos e sustentabilidade¹¹.

Alguns estudos já foram desenvolvidos buscando avaliar o depósito de pedidos de patentes de tecnologias relacionadas à agricultura e a cadeia alimentar, e conseqüentemente à

⁹ <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/feffmercado-de-biodefensivos-cresce-em-mais-de-50-no-brasil>

¹⁰ <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2020/09/novo-fundo-vai-destinar-us-68-milhoes-para-agricultura-sustentavel-no-brasil.shtml>

¹¹ <https://www.ipaustralia.gov.au/about-us/news-and-community/blog/agricultural-innovation-and-food-production>



Agricultura Sustentável

agricultura sustentável. Um levantamento feito em 2010 apresenta um panorama dos depósitos de patentes no setor agroalimentar na França desde 1989, com o objetivo de identificar, principalmente, as empresas francesas detentoras de tecnologias deste setor¹². O escritório de patentes Australiano produziu um levantamento das patentes no setor de Agricultura¹³, identificando as tecnologias para melhoramento do solo e agentes de proteção de culturas que utilizam especificamente nanomateriais.

Outro estudo, realizado por Caner *et al.*, (2020), identificou que a maior parte das inovações agrícolas se encontram concentradas geograficamente. Em 2019, por exemplo, cinco regiões responderam por 77% das patentes concedidas em todo o mundo no setor: China (45%), Estados Unidos (11%), Estados membros da Organização Europeia de Patentes, Rússia e Coreia do Sul (7% cada). No entanto, enquanto os Estados Unidos ocupam o primeiro lugar quando considerada a relevância das inovações na área, a China apresenta a maior quantidade bruta de patentes publicadas. Além disso, o estudo mostrou que 88% das patentes de insumos agrícolas nos Estados Unidos estavam associadas a empresas, tanto estrangeiras quanto domésticas.

O IBEPi (Programa Iberoamericano de Propriedade Industrial) publicou um informe estatístico com as patentes publicadas em 2016 nos escritórios da Argentina, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Espanha, México e Uruguai e que se relacionam com o setor de agroalimentos, tendo identificado que 63% dos documentos de patente estavam relacionados à conservação, 30% a biotecnologia e 7% a novas tecnologias, sendo o INPI-Brasil o escritório que apresentou o maior número de documentos publicados¹⁴. Figueiredo e colaboradores (2019)

¹²

https://www.wipo.int/edocs/plrdocs/en/le_panorama_brevet_de_lxagroalimentaire_fra_nxaisxp.com.pdf

¹³

https://www.ipaustralia.gov.au/sites/default/files/patent_analytics_report_agricultural_nanomaterials.pdf

¹⁴ <http://www.ibepi.org/contenido/BOLETINTECNOLOGICO596384b96f94c.pdf>



Agricultura Sustentável

apresentaram uma visão geral da Propriedade Intelectual em Biotecnologia Agrícola no Brasil, visando identificar tecnologias alternativas e mais sustentáveis, mas com foco principalmente em plantas geneticamente modificadas.

Entre 2015 e 2016, o INPI publicou seis radares tecnológicos nas áreas de controle de pragas e máquinas agrícolas, mas sem distinguir entre as tecnologias com viés sustentável¹⁵. Por outro lado, Silveira e colaboradores (2021) analisaram patentes depositadas no Brasil entre 2006 e 2017 relacionadas às tecnologias utilizadas em motores de máquinas agrícolas que contribuem para a redução das emissões atmosféricas, com base na classificação cooperativa de patentes (CPC), principalmente a classe Y02T. Esta classificação faz parte do esquema de classificação desenvolvido pelo EPO (*European Patent Office*), para tecnologias relacionadas à mitigação das mudanças climáticas (*Climate Change Mitigation Technologies - CCMTs*), no qual publicações de patentes relevantes são "marcadas" e classificadas em um esquema separado, mas que é totalmente integrado à CPC, e que permite a busca de tecnologias relacionadas às mudanças climáticas de forma simples, facilitando o acesso à documentação de patentes em tecnologias sustentáveis (Angelucci *et al.*, 2018).

Em relação aos sensores aplicados à agricultura digital, uma das tecnologias que vem ganhando bastante espaço nos últimos anos, um estudo recente apresenta o cenário de patentes, financiamento, adoção regional, principais inovações e desenvolvimentos tecnológicos, oportunidades de crescimento e *roadmap* no setor (Research & Markets, 2019).

¹⁵ <https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/informacao/radares-tecnologicos>



1.5 Tecnologias verdes e o tramite prioritário dos pedidos de patente no Brasil

Este “mercado verde” é um setor que vem atraindo a atenção de muitas empresas que querem criar negócios lucrativos. De acordo com o Primeiro Mapeamento Brasileiro de Negócios de Impacto Socioambiental¹⁶, realizado em 2017, 23% das empresas analisadas trabalham com tecnologias verdes, desenvolvendo soluções sustentáveis para diversos setores, entre eles a agricultura.

Com o objetivo de fomentar a criação, o desenvolvimento e a implantação de ações criativas e inovadoras para a preservação do meio ambiente, o INPI criou, em 2012, uma modalidade de tramite prioritário para as chamadas *patentes verdes*, que, conforme a Portaria INPI / PR nº 247/20, considera “tecnologia verde” as tecnologias descritas em pedidos de patente que pleiteiam matéria diretamente aplicada a “energias alternativas”, “transporte”, “conservação de energia”, “gerenciamento de resíduos” ou “agricultura sustentável”. Estes inventos tecnológicos visam obter melhor gestão dos recursos naturais e do meio ambiente. A “patente verde” tem, portanto, importância fundamental para o desenvolvimento de modelos produtivos mais sustentáveis, que buscam assegurar a diminuição ou eliminação dos impactos ambientais produzidos pelas organizações, trazendo assim importantes contribuições para o desenvolvimento sustentável. Desde sua implementação em 2012 até março de 2021 (dada da obtenção dos dados deste levantamento), o projeto tinha recebido 943 requerimentos de priorização, tendo sido concedidas 386 “patentes verdes”¹⁷.

No âmbito internacional, a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI) oferece uma plataforma *online*

¹⁶ <https://inovasocial.com.br/negocio-social/resultados-mapa-negocios-impacto/>

¹⁷ <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/tramite-prioritario/estatisticas-gerais>



Agricultura Sustentável

para troca de tecnologias verdes. A plataforma WIPO Green¹⁸ conecta provedores e consumidores de tecnologias ambientalmente sustentáveis, e, por meio de seu banco de dados, seus projetos de rede e de aceleração, reúne os principais atores neste setor, visando catalisar a inovação e a difusão de tecnologias verdes.

1.6 Agricultura 4.0

Outro viés da agricultura sustentável que tem ganhado cada vez mais atenção está relacionado à tecnologia da informação. A chamada “agricultura 4.0”, “agricultura de precisão” ou “*smart agriculture*”, diz respeito às técnicas que mostram como a indústria 4.0 pode ser aplicada às práticas agrícolas, através da incorporação de inteligência artificial, *big data*, sensores, drones e *softwares*.

Internet das coisas (*Internet of things* - IoT), *blockchain* e tecnologias de *big data* são facilitadores potenciais de cadeias de abastecimento da agricultura sustentável. Essas tecnologias estão conduzindo a cadeia de abastecimento agrícola em direção a um ambiente de cadeia de abastecimento digital orientado por dados (Kamble *et al.*, 2020).

No setor da agricultura, muitas soluções têm surgido a partir da “*tecnologia da informação verde*”. O formato busca na digitalização, formas de economizar recursos como água, e diminuir uso desnecessário de defensivos agrícolas, por exemplo, e, com isso, gerar soluções agronômicas voltadas para a agricultura de precisão (envolvendo o desenvolvimento de *softwares*), trazendo ganhos sustentáveis não só no âmbito ambiental, mas também financeiro. Estas tecnologias vêm ganhando espaço no país, muitas vezes capitaneadas por *startups*, e têm permitido adaptar maquinários já existentes de forma a aumentar a sua eficiência e reduzir os custos de produção (Sousa, 2020).

¹⁸ <https://www3.wipo.int/wipogreen/en/>



Agricultura Sustentável

Um bom exemplo de Agricultura 4.0 está no uso de *drones* para disseminação de defensivos. Além de diminuir a emissão de poluentes pelos aviões agrícolas, os drones conseguem pulverizar uma quantidade menor de produtos químicos, em áreas precisamente delimitadas. O mercado de *drones* para agricultura na América do sul foi avaliado em US\$ 9.66 milhões em 2019 e a projeção é que alcance US\$ 64.02 milhões em 2027¹⁹. Outro exemplo de tecnologia importante são os sensores, que medem a umidade do solo e coordenam a irrigação do campo, promovendo uma lavoura mais sustentável, com economia dos recursos hídricos.

Outra aplicação da agricultura 4.0 pode ser observada na Europa, por exemplo, que tem um grande problema com a geração de resíduos agrícolas, produzindo cerca de 700 milhões de toneladas de resíduos anualmente²⁰. Uma série de pesquisas e inovações envolvendo IoT para o campo da agricultura de precisão vem sendo desenvolvidas ajudando a mitigar desafios nesta área. A aplicação das mais recentes inovações em tecnologia, sensoriamento e comunicações permitirá melhorias substanciais nas práticas de agricultura de precisão e soluções de gerenciamento (Salam & Shah, 2019). Estudos recentes vêm demonstrando diferentes abordagens que integram *big data*, para melhorar a gestão da sustentabilidade no desenho da cadeia de abastecimento, como por exemplo, objetivando valorizar os resíduos agrícolas, desenvolvendo processos e tecnologias para gerar bioenergias, biomateriais e biomoléculas (Belaud *et al.*, 2019).

¹⁹ <https://www.reportlinker.com/p06027857/South-America-Agriculture-Drone-Service-Market-Forecast-to-COVID-19-Impact-and-Regional-Analysis-by-Type-and-Services.html>

²⁰ <https://cordis.europa.eu/project/id/690142>



2 Objetivo do Estudo

Os documentos de patente são uma importante fonte de informação tecnológica, que possibilitam não apenas compreender a evolução de determinadas tecnologias, mas também para auxiliar governos a formular adequações em suas políticas públicas, bem como empresas e instituições acadêmicas a investir no processo inventivo e na busca por inovação nos mais diferentes setores. Como apresentado acima, o tema da “Agricultura Sustentável” é bastante relevante para o Brasil, de modo que o objetivo deste estudo é gerar um panorama dos pedidos de patente depositados no Brasil e outros países do PROSUL na área de agricultura sustentável visando identificar e localizar as demandas e ofertas de soluções tecnológicas relacionadas à agricultura sustentável, desenvolvidas ou depositadas na região. A análise destes documentos de patentes possibilita identificar a evolução do depósito de patentes nesta área ao longo dos últimos anos, as principais tecnologias e áreas de interesse e desenvolvimento, principais atores nacionais e internacionais com interesse no mercado brasileiro dentre outras características relacionadas aos pedidos de patente identificados.

Adicionalmente, o estudo irá identificar e localizar os atores que possuem capacidade inovadora na região, como Universidades e Instituições de Pesquisa e Tecnologia, empresas, *startups*, clusters de inovação, entre outros, de modo que estes possam ser estimulados a ingressar na plataforma WIPO Green e compartilhar/negociar suas tecnologias desenvolvidas. Em última análise, o estudo visa contribuir para o estímulo à inovação e competitividade das tecnologias verdes no Brasil bem como os demais países do PROSUL.



3 Metodologia

Para a obtenção dos dados relacionados aos pedidos de patente, este estudo propõe uma estratégia de busca desenhada para identificar todas as tecnologias relacionadas às diferentes etapas envolvidas na cadeia produtiva da agricultura sustentável, utilizando também meios de controlar a extração de documentos não relacionados com o tema, evento que costuma ocorrer em estratégias de busca muito amplas.

Assim, a estratégia de busca utilizada neste estudo se concentra principalmente em códigos de classificação de patentes, como *Cooperative Patent Classification* (CPC), *International Patent Classification* (IPC), *DWPI Class* e *Manual Codes*, além de palavras-chave relacionadas ao tema. Os códigos e palavras-chave foram utilizando muitas vezes associados, visando mitigar a inclusão de documentos não relacionados ao tema. O esquema de busca pode ser encontrado no Anexo 1.

O Levantamento dos pedidos brasileiros foi realizado primeiramente utilizando a base Derwent Innovation®. Foram levantados os pedidos de patente publicados a partir de 2011 até maio de 2021. Após extrair os dados, estes foram cruzados com a base de dados de INPI de modo a obter os dados bibliográficos que constam na base de patentes brasileira.

Os pedidos recuperados na busca foram harmonizados e analisados utilizando a ferramenta VantagePoint®. Foram elaborados *Thesaurus* (dicionários) de modo a categorizar os pedidos para melhor mapeamento das tecnologias no setor estudado. Estes *Thesaurus* podem ser encontrados no Anexo 2. Os resultados obtidos são apresentados e discutidos a seguir.



4 Resultados

4.1 Panorama de desenvolvimento de tecnologias relacionadas à agricultura sustentável no mundo

A estratégia de busca apresentada (Anexo 1) recuperou 278.738 famílias de patentes²¹ no campo tecnológico pesquisado, publicados nos últimos 10 anos, no mundo. A Figura 2 apresenta a distribuição destes pedidos, de acordo com o país do depositante das patentes de cada família. Os depositantes chineses detêm as patentes da grande maioria dos documentos levantados, com mais de 200 mil famílias de patentes cujo país do depositante é a China. O segundo país com maior número de depositantes detentores destas tecnologias são os Estados Unidos, com 16.634 famílias de patentes identificadas cujo depositante é norte americano. A seguir, aparecem em ordem a Coreia, Japão e Alemanha, enquanto o Brasil aparece em 9º lugar, com 1.121 famílias de patentes pertencentes a depositantes brasileiros.

²¹ Família de patentes DWPI

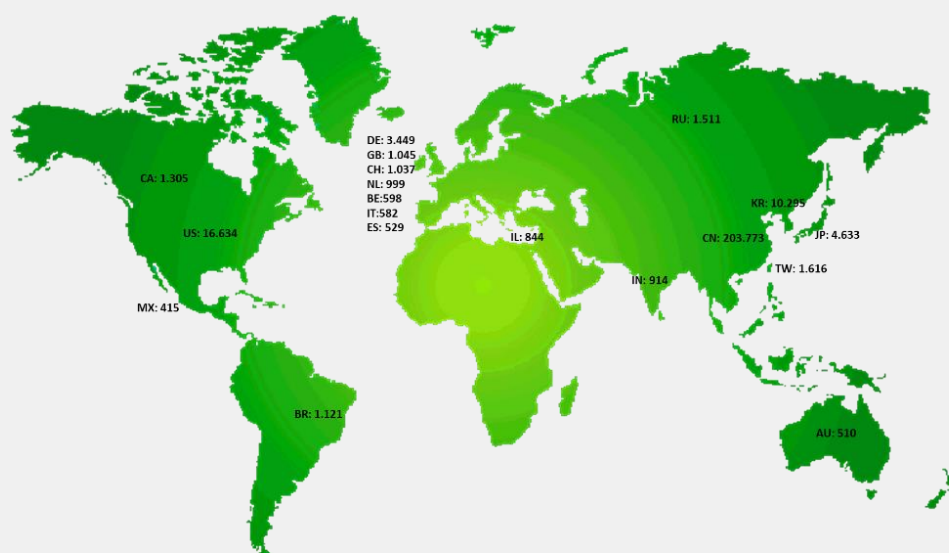


FIGURA 2. DISTRIBUIÇÃO DOS PEDIDOS DE PATENTES RELACIONADOS A TÉCNICAS DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL DE ACORDO COM A ORIGEM DOS DEPOSITANTES

Os 15 principais desenvolvedores de tecnologias relacionadas à agricultura sustentável no mundo identificados neste levantamento são apresentados na Figura 3. Corroborando os dados da Figura 2, a maior parte destes depositantes é de origem chinesa ou norte americana.

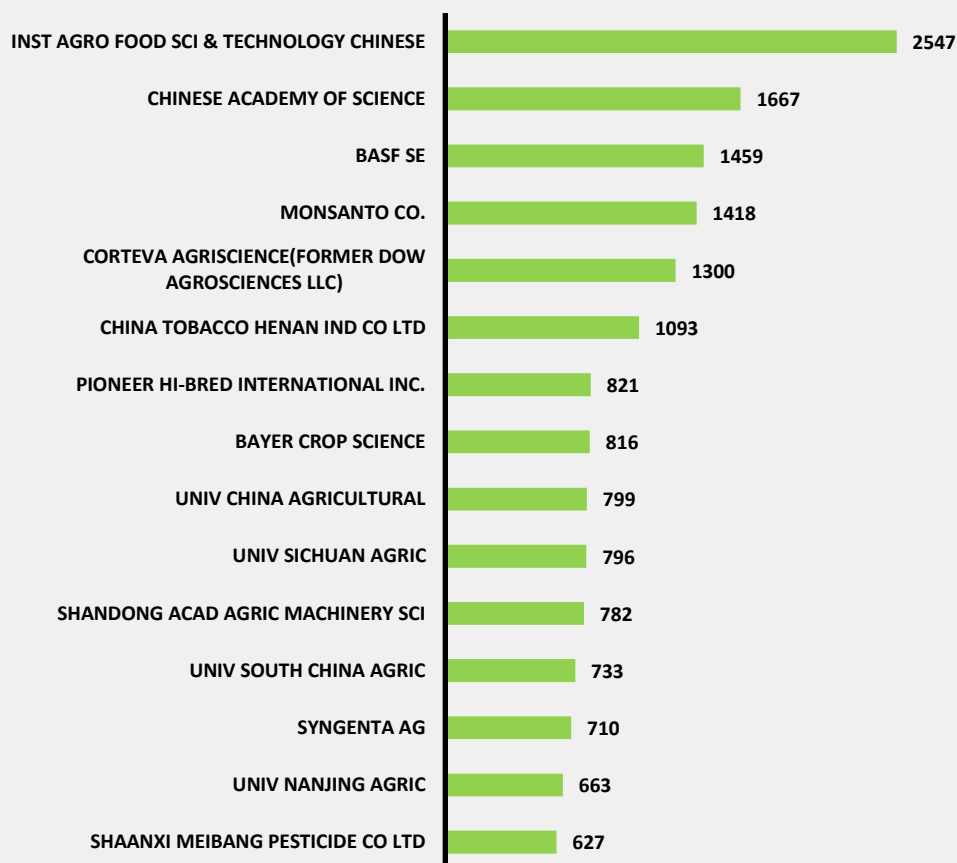


FIGURA 3. PRINCIPAIS DEPOSITANTES MUNDIAIS DE PATENTES DE TECNOLOGIAS APLICÁVEIS À AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

A Figura 4 apresenta os quantitativos de famílias de pedidos de patentes que foram categorizados, nas 8 categorias propostas neste estudo, com a utilização de *Thesaurus* criados com base nas classificações CPC, *Manual codes* e Classes DWPI, além de palavras-chave buscadas nos títulos dos documentos (ver Anexo 2). Cerca de 80% dos documentos puderam ser categorizados de forma automática utilizando os *Thesaurus* propostos. É possível que um mesmo documento esteja classificado em mais de uma categoria.

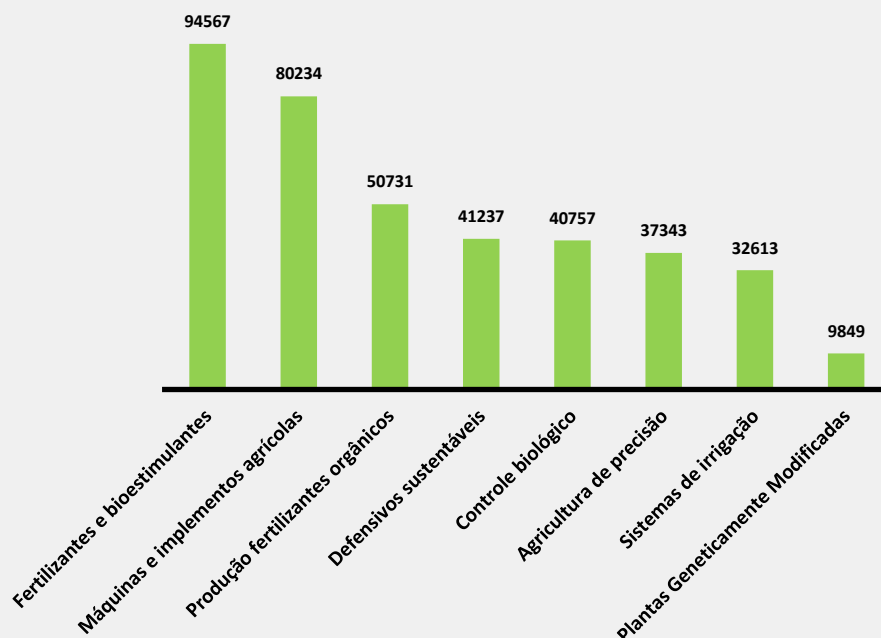


FIGURA 4. CATEGORIZAÇÃO DOS PEDIDOS DE PATENTES PUBLICADOS NOS ÚLTIMOS 10 ANOS RELACIONADOS ÀS TECNOLOGIAS PARA APLICAÇÃO EM AGRICULTURA SUSTENTÁVEL.

4.2 Evolução dos depósitos de patentes relacionadas à Agricultura Sustentável no Brasil

A estratégia de busca apresentada (Anexo 1) recuperou 4.170 documentos de patentes depositados no INPI nos últimos 10 anos. Após a leitura dos títulos, e em alguns casos dos resumos, foram excluídos documentos considerados não pertinentes, como, por exemplo, biocidas de uso veterinário ou inseticidas para vetores de doenças humanas, controle de pragas como roedores, cupins e formigas, inibidores do crescimento de cianobactérias e algas. Foram excluídos também os agentes de biocontrole ou biopreservativos utilizados na indústria de alimentos ou em fluídos industriais em geral. Os resumos obtidos na base *Derwent Innovation* possuem identificação de “foco tecnológico”. Quando o foco tecnológico não era agricultura, os pedidos foram analisados manualmente quanto à pertinência ao estudo. Foram incluídos apenas aqueles que, apesar do



desenvolvimento ter outro foco tecnológico, citavam no resumo ou reivindicações a possibilidade de uso na agricultura.

Esta validação manual dos documentos recuperados na busca gerou um conjunto final de 3.755 documentos (90% da amostra original).

O interesse nestas tecnologias se mostrou constante durante o período avaliado. Ao longo dos últimos 10 anos foram depositados no INPI, segundo a estratégia de busca apresentada neste estudo, uma média de 300 pedidos de patente por ano, referentes a tecnologias relacionadas à agricultura sustentável. Destes, cerca de 70 pedidos por ano são de depositantes nacionais (dados não apresentados).

4.3 Principais atores no patenteamento inovações relacionadas à Agricultura Sustentável com pedidos de patente depositados no Brasil

Para identificar as empresas e instituições que lideram o mercado de desenvolvimento de tecnologias relacionadas à agricultura sustentável no Brasil, foram identificados os principais depositantes dos pedidos de patente nesta área, depositados no INPI/Brasil. A Figura 5 apresenta os depositantes destas tecnologias no INPI que possuem pelo menos 25 patentes depositadas no INPI neste campo tecnológico, sendo todas empresas estrangeiras, com exceção da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Estes 16 principais depositantes detêm, juntos, 37% dos pedidos de patente nesta área, depositados no Brasil.

A Basf, que aparece como a maior depositante nesta área tecnológica no Brasil aparece como a terceira maior no mundo (ver Figura 3), atrás apenas de dois depositantes chineses. Bayer, Dow Agrosiences, Pioneer Hi-Breed e Syngenta também figuram entre os maiores depositantes no Brasil e no mundo. A Monsanto, que no Brasil aparece apenas em 6º lugar, é o 4º maior depositante do mundo nestas tecnologias. Cabe ressaltar que, para a análise dos maiores depositantes, as empresas de uma

mesma *holding* foram agrupadas, ainda que figurem como depositantes de países distintos, na análise referente à origem da tecnologia (item 4.4).

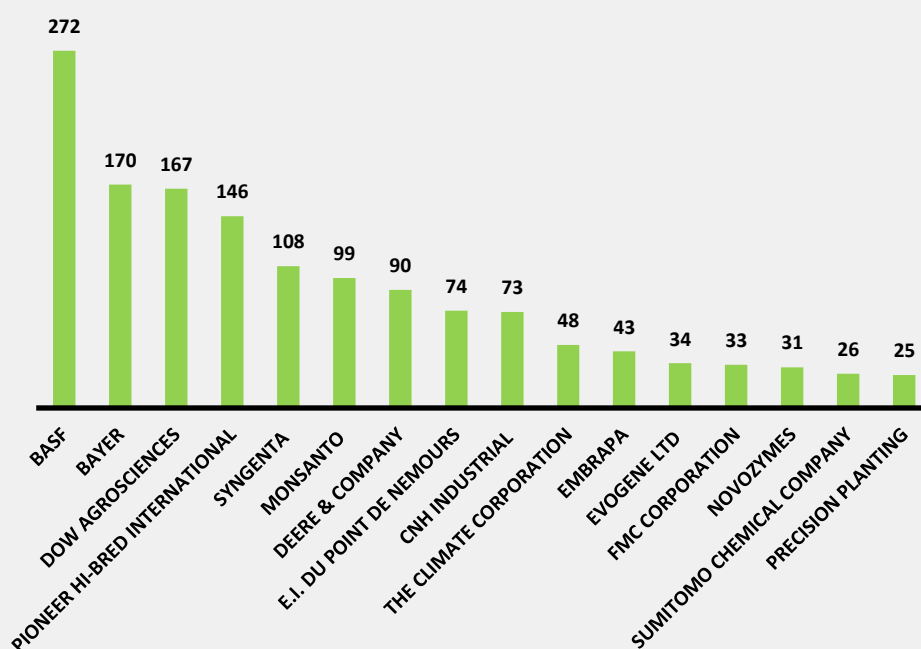


FIGURA 5. PRINCIPAIS DEPOSITANTES DE PEDIDOS DE PATENTES NO INPI RELACIONADOS À AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Por outro lado, temos cerca de 40% dos pedidos de patentes pertencentes a depositantes que possuem apenas 1 ou 2 pedidos de patente nesta área, depositados no INPI, no período estudado (dados não apresentados), o que demonstra uma dispersão dos pedidos nesta área por diversas empresas, universidades, instituições de pesquisa e até mesmo pessoas físicas.

4.4 Análise da origem das tecnologias dos pedidos de patente depositados no Brasil

Para determinar origem da tecnologia descrita nos pedidos de patente depositados no Brasil, foram analisados os países dos depositantes dos pedidos. Através desta análise foi observado que cerca de 36% dos pedidos da amostra pertencem a depositantes Norte Americanos. Os depositantes nacionais ocupam a segunda posição com 783 pedidos de patente depositados no INPI relacionados à agricultura sustentável. Foi observado também um quantitativo significativo de pedidos de origem alemã, suíça, japonesa ou israelense (mais de 100 pedidos de patente identificados com depositantes destes países), conforme apresentado na Figura 6.

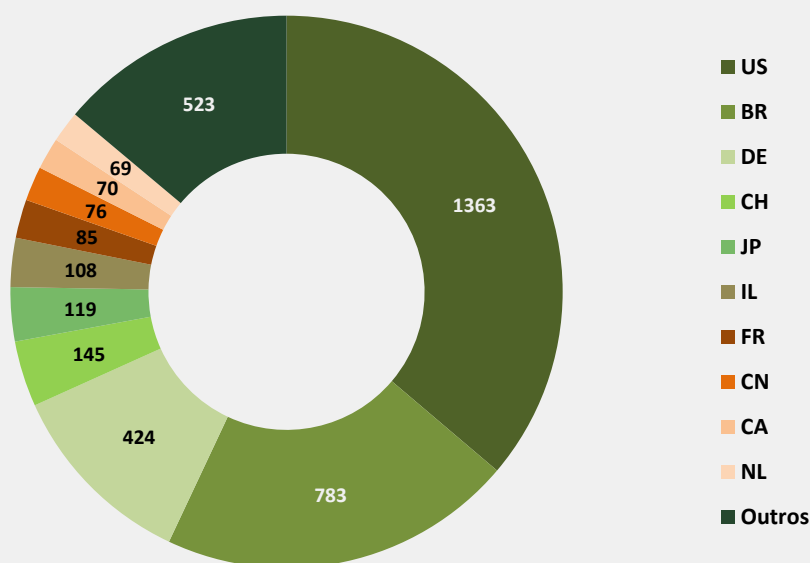


FIGURA 6. PAÍSES DE ORIGEM DOS DEPOSITANTES DAS TECNOLOGIAS RELACIONADAS À AGRICULTURA SUSTENTÁVEL DEPOSITADAS NO INPI NOS ÚLTIMOS 10 ANOS.



A partir dos países dos depositantes identificados nos pedidos, foi realizado um recorte na amostra, a fim de estudar o panorama de desenvolvimento tecnológico no setor pelos depositantes residentes. Os resultados são apresentados a seguir, no item 4.6.

4.5 Categorização dos pedidos relacionados à Agricultura sustentável no Brasil

Os pedidos de patentes depositados no Brasil foram categorizados de diferentes formas. A Figura 7 apresenta as classificações de patente CPC predominantes na amostra. A CPC que aparece no maior número de documentos está relacionada a combinações ou misturas de ingredientes ativos, em tecnologias com foco em processos de adaptações a mudanças climáticas (Y02A 40/146), seguido de duas classificações relacionadas a plantas geneticamente modificadas visando aumentar a produção da cultura ou conferir resistência a fatores bióticos (C12N 15/821 e C12N 15/8286, respectivamente). Outras classificações de interesse, específicas de tecnologias relacionadas à agricultura sustentável, foram Y02A 40/20 (Fertilizantes de origem biológica) e A01B 79/005 (Agricultura de precisão).

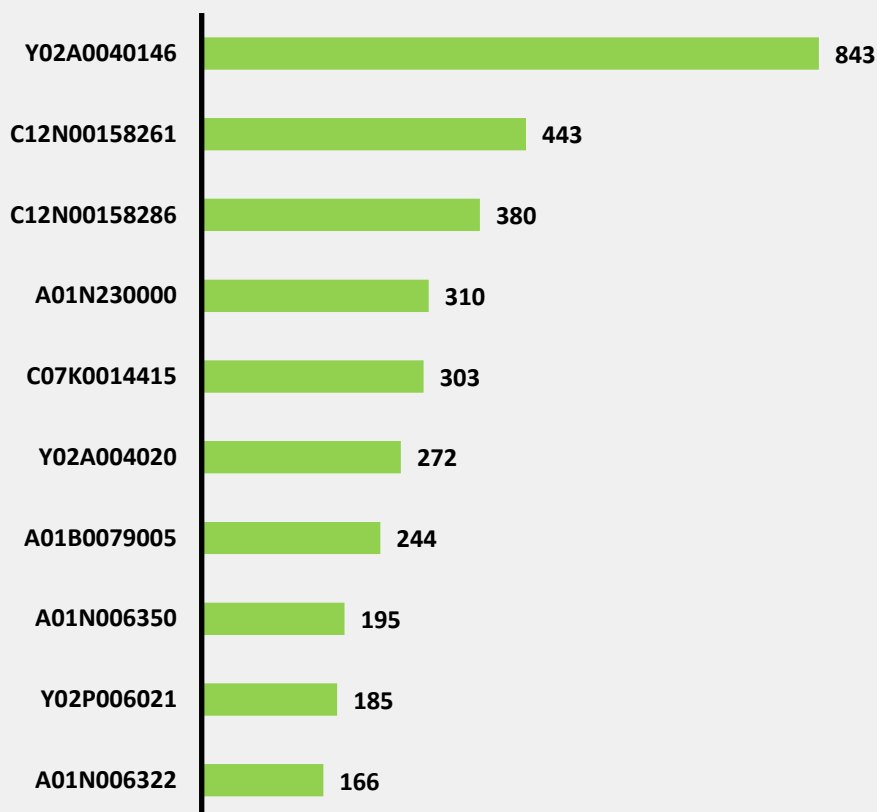


FIGURA 7. PRINCIPAIS CATEGORIAS DOS PEDIDOS DE PATENTES RELACIONADOS À AGRICULTURA SUSTENTÁVEL DE ACORDO COM OS CÓDIGOS DA CPC MAIS FREQUENTES NA AMOSTRA. A SABER: Y02A0040146 (COMBINAÇÕES OU MISTURAS DE INGREDIENTES ATIVOS); C12N00158261 (PLANTAS GENETICAMENTE MODIFICADAS COM CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS (*INPUT*), POR EX. RENDIMENTO DA COLHEITA; C12N00158286 (PLANTAS GENETICAMENTE MODIFICADAS PARA RESISTÊNCIA AO ESTRESSE BIÓTICO, RESISTÊNCIA A PATÓGENOS, RESISTÊNCIA A DOENÇAS - PARA RESISTÊNCIA A INSETOS); A01N230000 (COMBINAÇÕES OU MISTURAS DE INGREDIENTES ATIVOS); C07K0014415 (PEPTÍDEOS DE PLANTAS COM MAIS DE 20 AMINOÁCIDOS); Y02A004020 (FERTILIZANTES DE ORIGEM BIOLÓGICA); A01B0079005 (AGRICULTURA DE PRECISÃO); A01N006350 (BIOCIDAS, REPELENTE OU ATRATIVOS DE PRAGAS OU REGULADORES DE CRESCIMENTO DE PLANTAS); Y02P006021 (ÓXIDO NITROSO [N₂O], POR EX. USANDO AQUAPONIA, HIDROPONIA); A01N006322 (BIOCIDAS, REPELENTE OU ATRATIVOS DE PRAGAS OU REGULADORES DE CRESCIMENTO DE PLANTAS CONTENDO *BACILLUS*)

Considerando a seção Y da CPC, destinada à classificação de novos desenvolvimentos tecnológicos, ou “tecnologias emergentes”, ou ainda tecnologias que abrangem de forma inter-relacionada diversos setores da CPC, buscamos identificar os pedidos classificados nestes campos tecnológicos. A seção Y está dividida em três Classes, sendo a Classe Y02 aquela que abrange tecnologias que visam à mitigação ou adaptação às mudanças climáticas. Esta Classe da CPC foi utilizada na estratégia de busca nos Blocos 2, 3 e 6 (ver Anexo 1), para restringir a busca quando as outras classificações ou palavras-chave utilizadas eram demasiado amplas e poderiam recuperar documentos relacionados a agricultura, mas não especificamente tecnologias sustentáveis. Assim, observamos que cerca de 53% dos pedidos estão classificados em algum grupo da Y02.

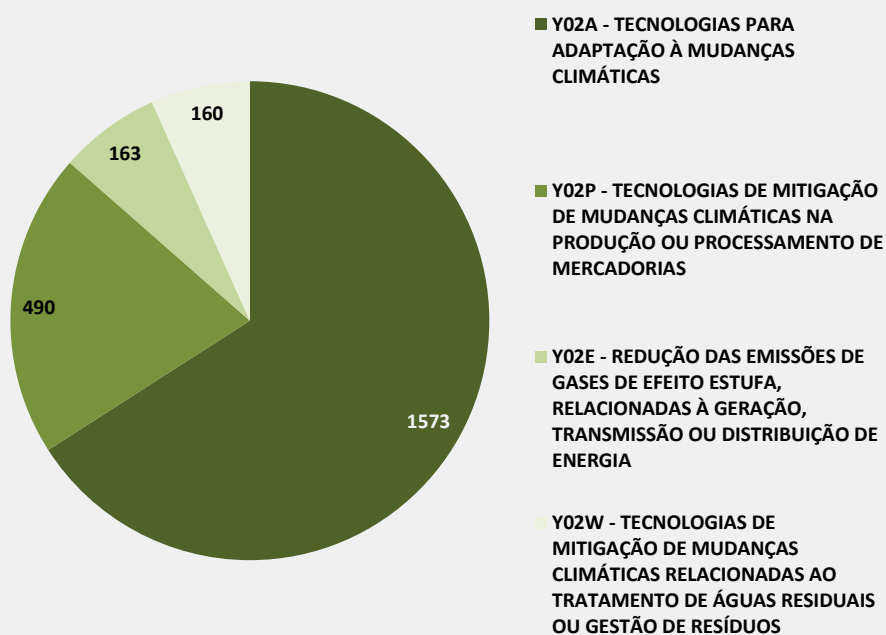


FIGURA 8. CATEGORIZAÇÃO DOS PEDIDOS DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO Y02 DA CPC.

Conforme apresentado anteriormente, para as famílias de pedidos de patentes relacionados à agricultura sustentável depositadas no mundo (item 4.1 e Figura 4), os pedidos depositados no INPI foram também categorizados em 8 grupos utilizando um *Thesaurus* com bases em palavras-chave citadas nos resumos e nos códigos de classificação de patentes CPC, *Manual Codes* e *DWPI Class* (Anexo 2).

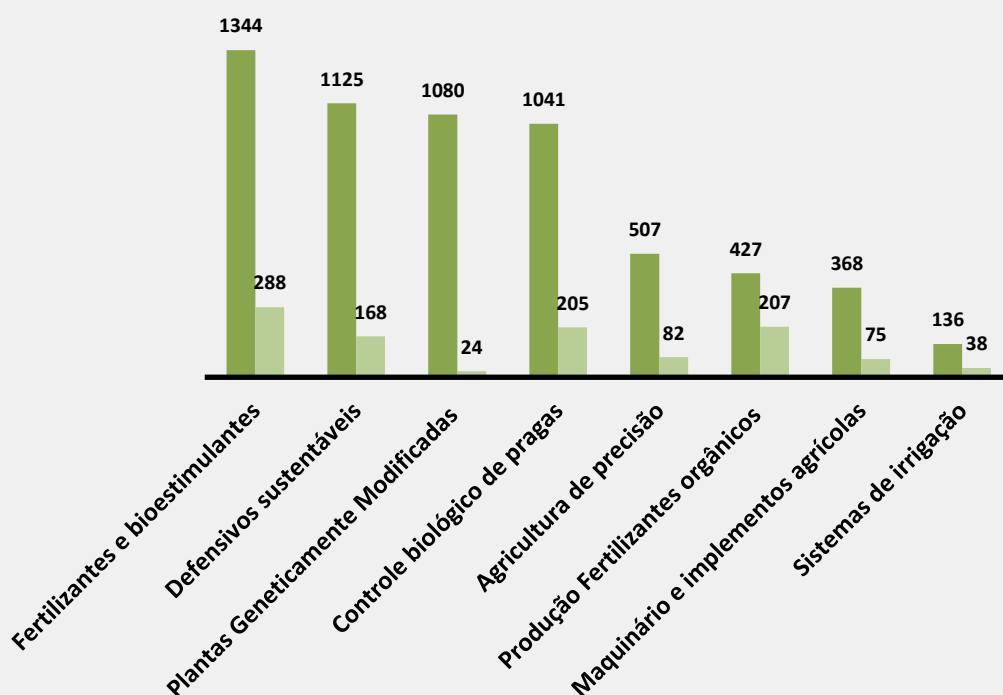


FIGURA 9. CATEGORIZAÇÃO DOS PEDIDOS DEPOSITADOS NO INPI/BRASIL RELACIONADOS À AGRICULTURA SUSTENTÁVEL (BARRAS ESCURAS) E DOS PEDIDOS DE DEPOSITANTES BRASILEIROS DEPOSITADOS NO BRASIL (BARRAS CLARAS).

Os pedidos de patente relacionados aos fertilizantes considerados sustentáveis, e bioestimulantes do crescimento vegetal, foram os que apareceram em maior quantidade no mundo e no Brasil. No caso dos pedidos depositados no Brasil, esta é a categoria predominantes tanto quando considerados todos os depositantes como na amostra contendo apenas os depositantes nacionais. A parte de maquinário, muito



Agricultura Sustentável

representativa na amostra referente aos depósitos internacionais, é uma das categorias menos representativas quando observado o número de depósitos no Brasil. Outra categoria com comportamento diferente é a que inclui as plantas/sementes geneticamente modificadas, que aparece como a terceira categoria mais frequente na amostra de pedidos depositados no Brasil - ainda que poucos sejam de depositantes nacionais (ver Figura 9) e é a menos representativa na amostra referente aos pedidos de patente no mundo (ver Figura 4).

O cruzamento dos dados obtidos da base Derwent Innovation® com a base de patentes do INPI permite identificar o andamento destes pedidos no INPI. Através desta análise podemos observar na Figura 10 que pouco mais de 1/3 dos pedidos ainda está pendente de decisão no INPI (*status* em junho de 2021).

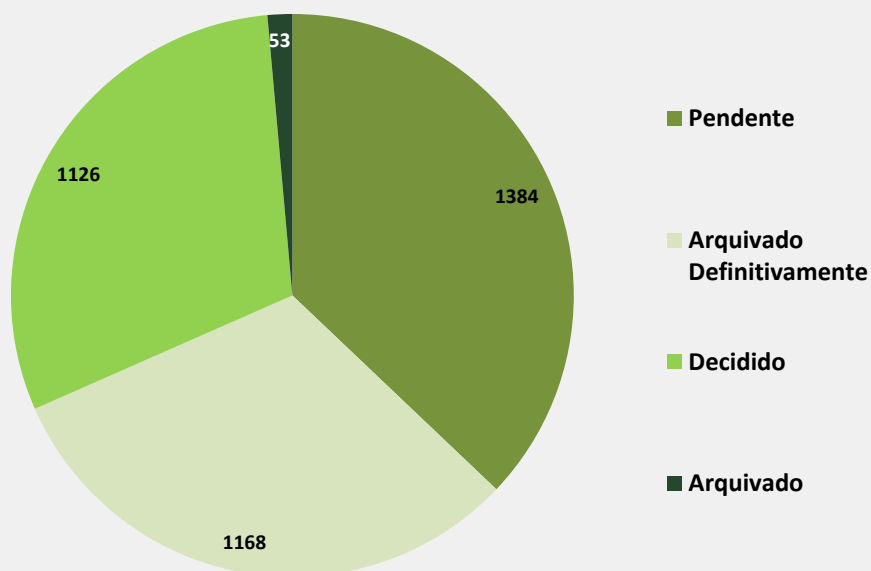


FIGURA 3. ANDAMENTO DOS PEDIDOS DE PATENTES RELACIONADOS À AGRICULTURA SUSTENTÁVEL DEPOSITADOS NO INPI.



Dos 1.126 pedidos decididos, 665 são pedidos deferidos ou patentes já concedidas, enquanto cerca de 1/3 está arquivada definitivamente. É possível verificar o andamento de cada pedido no Anexo 3, que disponibiliza os dados bibliográficos dos pedidos levantados neste estudo.

O banco de patentes do INPI permitiu identificar também o quantitativo de pedidos de patentes relacionados à agricultura sustentável que solicitaram a priorização do trâmite no INPI através de diferentes programas prioritários. Foram identificados 59 pedidos que solicitaram a priorização através do programa "Patentes verdes". Outros programas de priorização do trâmite no INPI, como o PPH (13 pedidos), depositante idoso (5 pedidos), prioritário de patentes de micro e pequenas empresas (2 pedidos) e contrafação (1 pedido) foram também utilizados pelos depositantes, com objetivo de acelerar o exame técnico de suas invenções (dados não mostrados – disponível no Anexo 3 através do código de despacho dos pedidos).

4.6 Panorama do patenteamento no setor de Agricultura Sustentável por depositantes nacionais

Quando analisamos os principais depositantes de patentes relacionadas à agricultura sustentável no INPI nos últimos 10 anos, observamos que dentre os maiores depositantes identificados na Figura 5, apenas um, a EMBRAPA, era depositante nacional. No recorte da amostra contendo apenas os depositantes nacionais no setor, a EMBRAPA lidera o ranking, seguida por várias universidades e institutos de pesquisa públicos (ver Figura 11). As únicas empresas que aparecem entre os 15 maiores depositantes nacionais são a Capixaba Couros, que possui um portfólio de pedidos de patentes relacionados à produção de fertilizantes orgânicos a partir do lodo de curtume, e a Agrivalle, empresa que atua desde 2003 na área de bioinsumos para agricultura.

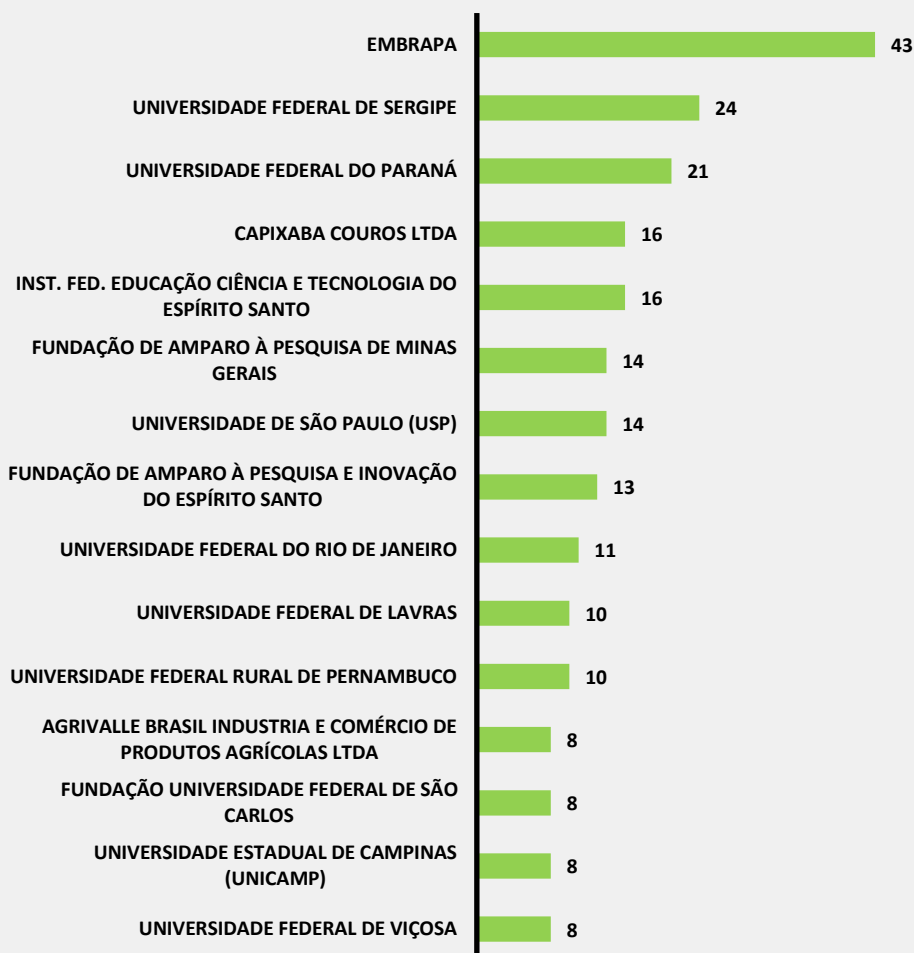


FIGURA 4. MAIORES DEPOSITANTES NACIONAIS DE PEDIDOS DE PATENTES RELACIONADOS À AGRICULTURA SUSTENTÁVEL DEPOSITADOS NO BRASIL NOS ÚLTIMOS 10 ANOS.

Os dados obtidos apontam um papel importante das universidades federais e estaduais, além dos institutos de pesquisa, no desenvolvimento de inovações sustentáveis para o agronegócio nacional, correspondendo a cerca de 32% dos pedidos de depositantes nacionais (dados não apresentados).



5 Considerações Finais

O estudo apresenta um panorama dos depósitos de pedidos de patentes no INPI/Brasil relacionados à diferentes tecnologias que permitem uma maior sustentabilidade em relação ao agronegócio. O desenho da estratégia de busca buscou ser ampla o suficiente para abarcar as mais diferentes inovações relacionadas à agricultura sustentável, desde o uso de fertilizantes e bioestimulantes vegetais, aos defensivos sustentáveis e agentes de controle biológico de pragas, e agentes fitoprotetores. Todo o maquinário e implementos agrícolas que auxiliam na sustentabilidade relacionada ao manejo das culturas, bem como técnicas de plantio direto e rotação de culturas, além de sistemas sustentáveis de irrigação dos campos cultivados foram contemplados.

Outra área tecnológica que foi considerada no estudo foram as plantas/sementes geneticamente modificadas, de forma a melhorar a resistência à fitopatógenos, às condições climáticas adversas como a seca, e o melhoramento da produtividade sem agredir o meio ambiente. Além das plantas geneticamente modificadas, microrganismos geneticamente modificados para atuar como bioinoculantes também estão representados na amostra.

Cabe ressaltar que as plantas geneticamente modificadas, *per se*, não são protegidas por patentes no Brasil. No entanto, os processos envolvidos no desenvolvimento destas variedades podem ser protegidos por patentes.

Ainda que a estratégia de busca não tenha sido pensada para identificar a produção de fertilizantes orgânicos através do aproveitamento de resíduos, por ser considerada uma etapa anterior ao plantio e manejo do solo, pedidos relacionados a este campo tecnológico apareceram com frequência na amostra e foram, portanto, considerados.

Outra categoria que vem tendo grande visibilidade é a Agricultura de precisão, também chamada de Agricultura 4.0. O



Agricultura Sustentável

uso da inteligência artificial em prol do desenvolvimento sustentável é uma realidade em diversas áreas, e não seria diferente no campo da agricultura. Embora os documentos de patente de depositantes nacionais relacionados à agricultura de precisão não estejam entre as categorias de maior destaque, esta categoria parece ser relevante quando observado tanto o cenário nacional quanto internacional (ver Figura 4 e Figura 9). Por ser um campo novo, acreditamos que esteja ainda em expansão, e possa apresentar um crescimento considerável nos próximos anos. Cabe ressaltar que a área de agricultura de precisão envolve muitas vezes o desenvolvimento de *softwares*, que, no Brasil, não são protegidos por patentes, o que sugere que a inovação no setor, quando observado apenas o depósito de patentes, pode estar subestimada.

Interessante observar que a China aparece como o grande desenvolvedor de tecnologias aplicadas a agricultura sustentável, quando analisadas as famílias de patentes publicadas no mundo (Figura 2), neste campo tecnológico. No entanto, quando observados os pedidos de patente depositados no Brasil, a China aparece apenas na 6ª posição, indicando que a grande maioria das patentes chinesas se restringem ao mercado interno chinês, ou ainda alguns mercados específicos, mas não incluem o Brasil como mercado de interesse.

Por outro lado, observamos que o Brasil aparece em destaque não apenas no cenário nacional, com os depositantes nacionais atrás apenas dos norte americanos quando analisada a mostra de pedidos depositados no INPI/Brasil (Figura 6), como também no cenário internacional, onde aparece na 9ª posição. Estes dados indicam que os desenvolvedores de tecnologia no país vêm acompanhando as necessidades mundiais de não apenas inovar na agricultura, mas caminhar em direção a um desenvolvimento cada vez mais sustentável. O Brasil vem assim mostrando o seu grande potencial de atuar neste campo tecnológico como um de seus principais atores.

O fato de termos ainda um grande número de pedidos de patentes vindos de universidades e centros de pesquisa sugere



Agricultura Sustentável

que ainda é necessário o país buscar uma maior cooperação entre a universidade e a indústria, visando reduzir o gargalo entre o desenvolvimento, proteção intelectual e produção de tecnologias, para de fato sermos competitivos, tanto no cenário nacional como internacional.

Por fim, observou-se que existem mais famílias de pedidos cujos depositantes são brasileiros na amostra internacional do que na amostra nacional. Cabe uma reflexão sobre o porquê de alguns pedidos de brasileiros não estarem depositados no Brasil, o que poderia ser explicado pela legislação mais restritiva do Brasil em relação a alguns temas, principalmente no que diz respeito a tecnologias que envolvem processos biotecnológicos²².

O levantamento dos documentos relacionados à agricultura sustentável depositados no país, e dos principais atores envolvidos no desenvolvimento destas tecnologias, visa incentivar a busca por cooperações e parcerias entre instituições, empresas e demais desenvolvedores, bem como auxiliar os tomadores de decisões na criação de projetos de incentivos e financiamentos para o setor.

22

https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=20261



6 Referências

- Angelucci, S., Hurtado-Albir, J. & Volpe, A. (2018) Supporting global initiatives on climate change: The EPO's "Y02-Y04S" tagging scheme. *World Patent Information* 54: S85-S92 <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2017.04.006>
- Belaud, J-P., Prioux, N., Vialle, C. and Sablayrolles, C. (2019) Big data for agri-food 4.0: Application to sustainability management for by-products supply chain. *Computers in Industry*, 111: 41-50. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.06.006>
- Brodt, S., Six, J., Feenstra, G., Ingels, C. & Campbell, D. (2011) Sustainable Agriculture. *Nature Education Knowledge* 3(10):1 <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/sustainable-agriculture-23562787/>
- Caner, D., Claes, J., De Clercq, D & Taksyak, M. (2020) Needle in a haystack: Patents that inspire agricultural innovation. *McKinsey & Company Agriculture* <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/needle-in-a-haystack-patents-that-inspire-agricultural-innovation>
- Época Negócios (2017) Como a agricultura sustentável permite que a Holanda alimente o mundo <https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2017/10/como-agricultura-sustentavel-permite-que-holanda-alimente-o-mundo.html>
- Figueiredo, LHM, Vascolcellos, AG, Prado, GS and Grossi-de-Sa, MF (2019) An overview of intellectual property within agricultural biotechnology in Brazil. *Biotechnology Research and Innovation*. 3 (1): 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.04.003>



Agricultura Sustentável

- Haddad, P. R. (2020) Agricultura sustentável no Brasil. <https://brasilamazoniaagora.com.br/agricultura-sustentavel-no-brasil/>
- Kamble, S.S., Gunasekaran, A. And Gawankar, S. (2020) Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications. *Int. J. Prod. Econom.* 219: 179-194. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.05.022>
- MacRae, R.J.; Hill, S.B.; Henning, J.; Mehuys, G.R. (1989) Agricultural Science and Sustainable Agriculture: A Review of the Existing Scientific Barriers to Sustainable Food Production and Potential Solutions. *Biol. Agric. Hortic.*: 6, 173–219. <https://doi.org/10.1080/01448765.1989.9754518>
- Velten, S., Julia Leventon, J., Nicolas Jager, N. and Jens Newig, J. (2015) What Is Sustainable Agriculture? A Systematic Review. *Sustainability*: 7(6), 7833-7865. <https://doi.org/10.3390/su7067833>
- Prima.org Agricultura Sustentável <https://prima.org.br/agricultura-sustentavel/>
- Research & markets (2019) Opportunities for Sensors in Digital Farming. <https://www.researchandmarkets.com/reports/4793234/opportunities-for-sensors-in-digital-farming>
- Salam, A. and Shah, S. (2019) Internet of Things in Smart Agriculture: Enabling Technologies. Publicado em: 2019 IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT) https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8767306?casa_token=tR9Tj1rz0PgAAAAA:vHIeDQyOS6BS1fP27j3hWF_LXBr8VbTcFNEyGJUuNyiQBiboFxWbPouncqhGnHv3Ebkt9oDufuSk-Q
- Silveira, F., Ruppenthal, J.E., Lermen, F.H, Machado, F.M & Amaral, G.G (2021) Technologies used in agricultural



Agricultura Sustentável

machinery engines that contribute to the reduction of atmospheric emissions: A patent analysis in Brazil. *World Patent Information* 64: in press
<https://doi.org/10.1016/j.wpi.2021.102023>

- Sousa, T. (2020) Tecnologias verdes ganham espaço no campo do Brasil <https://anba.com.br/tecnologias-verdes-ganham-espaco-no-campo-do-brasil/>
- Wezel., A, Casagrande, M., Celette, F., Vian., J-F., Ferrer, A and Peigne, J. (2014) Agroecological practices for sustainable agriculture. A review *Agronomy for Sustainable Development* vol. 34, 1–20.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-013-0180-7>



ANEXO 1 – ESTRATÉGIA DE BUSCA

Bloco 1: Palavras-chave para agricultura sustentável no título, resumo e reivindicações

CTB=((sustainable NEAR2 agricultur*) or (organic ADJ agriculture*) or (biodynamic NEAR2 agricultur*) or (alternative NEAR2 agricultur*) or (regenerative NEAR2 agricultur*) or (renewable NEAR2 agricultur*) or (smart NEAR2 agricultur*) or (precision NEAR2 agricultur*) or (agricultur* NEAR2 4.0) or (sustainable NEAR2 farm*) or (organic ADJ farm*) or (biodynamic NEAR2 farm*) or (alternative NEAR2 farm*) or (regenerative NEAR2 farm*) or (renewable NEAR2 farm*) or (smart NEAR2 farm*) or (precision NEAR2 farm*) or (farm* NEAR2 4.0) or zero-till* or no-till* or Agroforestry or Agroecosystem* or Agroecology or Permacultur* or agrossilvicultur* or Agritech* or AgTech or Biofertiliz* or Bioinsum* or Biocontrol* or Biostimulant* or Hydrozoning or (biologic* ADJ2 control*) or (natural ADJ pesticide*) or (organic* ADJ fertiliz*) or (crop NEAR2 rotat*) or (biological ADJ nitrogen ADJ fixation) or (plant ADJ grow* ADJ promot* ADJ rhizobact*)) AND AC=(BR) AND DP>=(20110101);

Bloco 2: Classificações gerais IPC de agricultura, desde que classificadas também na CPC Y02 (mitigação de mudanças climáticas)

ICO7=(A01B* or A01C* or A01D* or A01G* or A01H* or A01N* or A01P*) AND ACP=(Y02) AND AC=(BR) AND DP>=(20110101);

Bloco 3: CPCs consideradas específicas para tecnologias relacionadas à agricultura sustentável

AC=(BR) AND ACP=(Y02A00401* OR Y02A00402* OR Y02A00405* Y02A00406* or Y02P00601* OR Y02P00602* OR Y02P00603* OR Y02P00604* or A01B0079005 or A01C0003023 or A01C0007006 A01C0021007 or A01G0025167) AND DP>=(20110101);



Bloco 4: Manual Codes para tecnologias “verdes” associadas às IPCs de agricultura

(MC=(C14-Y* OR C14-Z*) AND IC=(A01C* or A01N* or A01P* or C05*)) AND DP>=(20110101) AND AC=(BR);

Bloco 5: DWPI Class específico de controle biológico

DC=(C05) AND DP>=(20110101) AND AC=(BR);

Bloco 6: Palavras-chave relacionadas à agricultura, associadas às CPCs da classe Y02 específicas (para excluir os químicos tradicionais)

CTB=((plant NEAR2 resistanc*) or (enhanc* ADJ plant ADJ grow*) or (control* ADJ plant ADJ Pathogen*) or (inhib* ADJ plant ADJ Pathogen*) or (Agricult*) or (farming)) AND CPC=(Y02A0020108 OR Y02A00401* OR Y02A00402* OR Y02A00405* OR Y02A00406* OR Y02A009* OR Y02P00601* OR Y02P00602* OR Y02P00603* OR Y02P00604*) and AC=(BR) AND DP>=(20110101);



ANEXO 2 – ESQUEMA DE CATEGORIZAÇÃO

CATEGORIA	DWPI CLASS	MANUAL CODES	PALAVRAS-CHAVE (TÍTULO – PORTUGUÊS)	CLASSIFICAÇÃO CPC
FERTILIZANTES	C04 C	C14-U01; C14-T; C14-T04; C14-U01C; A12-W04B; C14-T03; C05-B02A4; C14-T01D; C14-T01; C14-T05; C05-B02A5; C14-U01D	FERTILIZANTE BIOESTIMULANTE BIOFERTILIZANTE	Y02A004020 Y02W003040 C05G000300 C05D000902 C05C000900 C05D000900 C05B000700 C05G000100 C05G000530 C05B001700 C05C001100 C05G000520 C05C000100 C05C000300 C05C0009005 C05G000512 C05G000537 C05C0003005 C05C000902 C05D000302 C05G000523 C05F000100 C05G000527 C05C000102 C05D000100 C05D000500 C05B001500 C05C000502 C05D0001005 C05D000102 C05D000300 C05G000545 C05G000540 C05C000504 C05G000535 C05B000102 C05B000104 C05B001702 C05C000500 C05D000104 C05G000538 C05B000900 C05C0005005 C05G000536 A01C0003023 C05B000300 C05B001100 C05B001104 C05B001106 C05B001108 C05B001112 C05B001116 C05B001300 C05B001900 C05B001902 C05C000700 C05G000500 C05G000510



Agricultura Sustentável

CATEGORIA	DWPI CLASS	MANUAL CODES	PALAVRAS-CHAVE (TÍTULO – PORTUGUÊS)	CLASSIFICAÇÃO CPC
AGRICULTURA DE PRECISÃO	T01 E; T06 E; S03 E; W06 E; X22 E; S02 E; W01 E; T04 E		MONITORAMENTO COMPUTADOR PRECISÃO AUTOMATIZADO SENSOR MONITORAR AUTOMÁTICO AUTÔNOMO MAPEAMENTO DIGITAL SENSORES MAPAS RADAR SISTEMA CONTROLAR PREVISÕES	A01B0079005 G06Q005002 A01C0021005 A01C0021007 A01G0025167 G05D22010201 A01C0007105 G01N2033245 G06K000900657 G05D00010219 G01N00330098 G05D00010278 B64C0039024 G06Q001004 G05D00010088 G06F001629 G05B001502 G06Q001006 G05D00010246 G05B22192625 G05B0019042 G05D00010094 G05D00010212 G05D00010274 B64C2201123 G05D00010276 G06Q00100631 G06Q0010067 G05D00010217 G06Q001006315 G06Q001006375 G01N2001021 G05B00130265 G05D00010027 G05D00010214 G05D00010223 G05D00010231 G05D0001024 G05D00010257 G05D0001027 G05D00010289 G05D00010297 G06Q001006393 G05B00190426 G05B00194189 G05B22192641 G05D000102 G05D0001021 G05D00010227 G05D0001104 G05D22010202 G05D22010216 G06Q0010063 G06Q001006313 G06Q00100635 G06Q001006395 G06Q0010087 A01C000504 G05B001101 G05B0013021 G05B0013024 G05B0013041 G05B0013048



Agricultura Sustentável

CATEGORIA	DWPI CLASS	MANUAL CODES	PALAVRAS-CHAVE (TÍTULO – PORTUGUÊS)	CLASSIFICAÇÃO CPC
				G05B001900 G05B0019041 G05B00190421 G05B0019401 G05B00194063 G05B0019418 G05B00194183 G05B002100 G05B009900 G05B22192231 G05B221925011 G05B22192629 G05B221935494 G05B221937008 G05B221945003 G05B221945017 G05B221945106 G05B221945134 G05D000100 G05D00010011 G05D00010016 G05D00010022 G05D00010038 G05D00010221 G05D00010234 G05D00010248 G05D00010255 G05D00010259 G05D00010268 G05D00010293 G05D0001042 G05D0001106 G06Q001006314 G06Q00100633 G06Q00100637 G06Q001006398 G06Q001008 G06Q001010 G06Q0010103 G06Q00101091
CONTROLE BIOLÓGICO	C05 C		BIOCONTROLE CONTROLE BIOLÓGICO	C07K0014325 Y02A005030 A01C000108
MAQUINÁRIO E IMPLEMENTOS	P12 N; X22 E; Q19 N; Q17 N; X21 E; Q11 N; Q31 N; Q25 N; P62 N; Q14 N; Q21 N; Q22 N; Q24 N		VEÍCULO COLHEITADEIRA IMPLEMENTO PLANTADEIRA DISTRIBUIDOR SEMEADORA COLHEDORA TRATOR MÁQUINA SEMEADORA PULVERIZAÇÃO ADUBADORA SEMEADORA AERONAVE APARATO APARELHO GOTEJADOR	A01B0069008 A01C0005064 A01C0005068 A01C0007205 A01C0007203 A01B007600 A01C000706 A01B004906 A01C000708 A01C000720 A01B0063008 A01C000506 A01C0005066 A01B006332 B64C0039024 A01B0063111 A01B0069007



Agricultura Sustentável

CATEGORIA	DWPI CLASS	MANUAL CODES	PALAVRAS-CHAVE (TÍTULO – PORTUGUÊS)	CLASSIFICAÇÃO CPC
			DISPOSITIVOS	A01B0069001 A01B0069004 A01B007102 A01C001500 A01B006324 A01B006900 A01C0005062 A01C0007201 A01C0021002 A01B0063002 A01B00631112 A01C0007206 A01B006100 A01B0063004 A01C0007208 A01B00631115 A01B006322 A01B006700 A01B007108 A01C0015006 B61B001300 B61B001302 A01B005102 A01B006300 A01B006310 A01B0063114 A01B0069003 A01C001100 A01C0015003 A01C001516 A01C0017001 A01C0017006 A01C0017008 B60C0023002 B64C2201024 B64C2201027 A01B0049065 A01B005100 A01B0051023 A01B005104 A01B005900 A01B0059002 A01B005904 A01B0059041 A01B0059042 A01B0059066 A01B006102 A01B0061046 A01B0061048 A01B006302 A01B0063023 A01B0063102 A01B0063108 A01B0063112 A01B006314 A01B0063145 A01B006316 A01B0063245 A01B006328 A01B006330 A01B0069005 A01B0069006 A01B006902



Agricultura Sustentável

CATEGORIA	DWPI CLASS	MANUAL CODES	PALAVRAS-CHAVE (TÍTULO – PORTUGUÊS)	CLASSIFICAÇÃO CPC
				A01B007106 A01B007700 A01C000504 A01C000508 A01C0011006 A01C001102 A01C001300 A01C0015005 A01C0015007 A01C001502 A01C001508 A01C001518 A01C001700 A01C0017003 B60B0035001 B60B0035003 B60B00351054 B60B00351072 B60B003514 B60B2310302 B60B2360102 B60B2360109 B60B2360147 B60B236032 B60B29001212 B60B2900321 B60C000100 B60C00010008 B60C00010016 B60C00010025 B60C000500 B60C000514 B60C001900 B60C20010033 B60C2001005 B60D0001246 B60D0001247 B60D000154 B60D000162 B60G0017015 B60G2206011 B60G250030 B64C2201021
PRODUÇÃO DE FERTILIZANTES ORGANICOS			COMPOSTAGEM BIOFERTILIZANTE CURTUME DIGESTÃO ESGOTO COMPOSTEIRA BIODIGESTÃO BIODIGESTOR RESÍDUOS ADUBAÇÃO ADUBO FERTILIZANTE ORGANICO	Y02A004020 Y02W003040 C05F001108 C05F001100 C05F000300 C05F001102 C05F000700 C05F001110 C05F000900 C05F0005008 C05F000500 C05F000904 C05F0005002 C05F0001005 C05F001700 C05F001720 C05F0005006 C05F000306 C05F000100 C05F001750



Agricultura Sustentável

CATEGORIA	DWPI CLASS	MANUAL CODES	PALAVRAS-CHAVE (TÍTULO – PORTUGUÊS)	CLASSIFICAÇÃO CPC
				C05F000902 C05F001740 C05F0005004 C05F0001002 C05F0001007 C05F001790 C05F001705 C05F001710 C05F000702 C05F001780 C05F0017914 C05F0017964 C05F0017971 C05F000102 C05F000302 C05F000304 C05F001715 C05F001730 C05F001760 C05F0017939 C05F0017979 C05F0017986 A01C0003023 C05F001104 C05F0017907 C05F001795 C05F0017957 C05F0017989
PLANTAS GM		D05-H16B; C04-A0800E; C04-F0800E; D05-H14B3	TRANSGÊNICA SEMENTE TRANSGÊNICA SEMENTE TRANSFORMADA	Y02A0040146 C12N00158261 C12N00158286 C12N00158218 C12N00158273 C12N00158271 C12N00158285 C12N00158247 C12N00158216 C12N00158274 A01H000104 C12N001582 C12N00158243 C12N00158279 C12N00158282 A01H000102 C12N00158245 C12N00158275 C12N00158241 C12N00158262 C12N0015827 A01H000300 A01H000106 C12N00158205 C12N00158213 C12N00158227 C12N00158209 C12N00158246 A01H000100 C12N00158222 C12N00158242 C12N00158251 C12N00158269 C12N00158255 C12N00158281



Agricultura Sustentável

CATEGORIA	DWPI CLASS	MANUAL CODES	PALAVRAS-CHAVE (TÍTULO – PORTUGUÊS)	CLASSIFICAÇÃO CPC
				C12N00158283 C12N00158287 C12N00158214 C12N00158223 C12N00158225 C12N00158201 C12N00158221 C12N00158257 A01H000108 C12N00158249 C12N00158297 A01H0004008 C12N00158226 C12N00158266 C12N00158277 C12N00158237 C12N00158239 C12N00158295 A01H000304 A01H0004005 C12N0015825 C12N00158278 A01H000400 A01H0004001 C12N0015823 C12N00158234 C12N00158289 C12N00158202 C12N00158207 C12N0015821 C12N00158229 C12N00158267 C12N00158293 A01H0004006 C12N00158206 C12N00158217 C12N00158233 C12N00158235 C12N00158238 C12N00158263 C12N0015829 C12N00158291 C12N00158294 C12N00158231 C12N00158253 C12N00158265 C12N00158254 C12N00158258 C12N00158259 C12N00158298
SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO			IRRIGAÇÃO GOTEJAMENTO	A01G0025167 A01G002502 A01G002516 A01G0025023 A01G002509 A01G0025092 A01G0027003 A01G002500 A01G0027005 A01G002702 A01G002706 A01G0025026 A01G002700



Agricultura Sustentável

CATEGORIA	DWPI CLASS	MANUAL CODES	PALAVRAS-CHAVE (TÍTULO – PORTUGUÊS)	CLASSIFICAÇÃO CPC
				A01G0027001 A01G002506 A01G0025162 A01G0025165 A01G0027008 A01G002704 A01G0027006 E03B000104 E03B0001041 E03B000302 E03B000303 E03B000340 E03B000502 E03B2001045
DEFENSIVOS SUSTENTÁVEIS		C14-B04B; C14-B01; A12-W04C; C14-B03A; C14-B04; C14-V02; C14-V01; C14-B02; C02-A; C14-B04A; C14-V; B14-B01; C14-B03; B14-B02; B14-B04; B14-B03A; A08-M02	PESTICIDA HERBICIDA BIOPESTICIDA INSETICIDA BIOINSETICIDA	C05G000360 A61P003300 A61P003314 A61P003104 A01N0025006 A61P003110 A61P003310 A61P003112 A61P003302 A61P003114 A61P003306 A61P003312 A61P003118 A61P003122