



**Artificial Intelligence and Computational Vision in Innovative Enterprises
Projects: Analysis of the Tecnova and Centelha Programs in the State of Alagoas**

**Inteligência Artificial e Visão Computacional em Projetos de
Empreendimentos Inovadores: Análise dos Programas Tecnova e
Centelha do Estado de Alagoas**

OLIVEIRA, Bruno Vicente de⁽¹⁾; RITA, Luciana Peixoto Santa⁽²⁾; LIMA, Araken Alves de⁽³⁾.

(1)  0000-0001-7047-0938; Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, Brasil. brunonunes.oli@gmail.com.

(2)  0000-0002-6868-9014; Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, Brasi. luciana.santarita@feac.ufal.br.

(2)  0000-0002-2196-1156; Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Florianópolis, SC, Brasil. araken@inpi.gov.br.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

This work analyzes artificial intelligence technologies applied to computer vision from the perspective of contributing to the development of innovation projects contemplated in the TECNOVA and Centelha programs in the state of Alagoas. That said, the study has an applied nature, being designed from documentary research and access to the databases of the National Institute of Industrial Property - INPI and Orbit Intelligence, in addition to Systematic Literature Review - RSL in the Web of Science and Scopus. In this context, the results of RSL highlight solutions extracted from 45 scientific articles from different sectors. Furthermore, 28 Brazilian patents on computer vision are identified, which have, to a large extent, an interface with the health and well-being sectors; and agribusiness. In view of this, the adherence of the 41 technologies prospected to the TECNOVA and Centelha Programs was discussed, with 31 technologies having adherence to the innovations proposed in 14 projects of the analyzed Programs.

RESUMO

Este trabalho analisa as tecnologias de inteligência artificial aplicada à visão computacional sob a perspectiva de contribuição para o desenvolvimento dos projetos de inovação contemplados nos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas. Posto isto, o estudo tem natureza aplicada, sendo desenhado a partir de pesquisa documental e acesso as bases de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI e *Orbit Intelligence*, além de Revisão Sistemática de Literatura – RSL nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*. Nesse contexto, os resultados da RSL destacam soluções extraídas de 45 artigos científicos de diferentes setores. Ademais, identificam-se 28 patentes brasileiras sobre visão computacional, as quais possuem, em boa medida, uma interface com os setores de saúde e bem-estar; e agronegócio. Diante disso, discutiu-se a aderência das 41 tecnologias prospectadas aos Programas TECNOVA e Centelha, sendo que 31 tecnologias possuem aderência às inovações propostas em 14 projetos dos Programas analisados.

**INFORMAÇÕES DO
ARTIGO**

Histórico do Artigo:

Submetido: 13/12/2022

Aprovado: 16/03/2023

Publicação: 10/04/2023



Keywords:

Artificial intelligence,
computer vision, patent.

Palavras-Chave:

Inteligência artificial,
visão computacional,
patente.

Introdução

O novo momento histórico da humanidade traz consigo um ecossistema de imbricações ou somatório de tecnologias digitais, as quais se erguem sobre as antecessoras e impulsionam as sucessoras (Rogers, 2020). É o caso da inteligência artificial – IA, que segundo Russell e Norving (2013), pode ser definida como o estudo de agentes computacionais inteligentes que recebem percepções do ambiente e executam ações, bem como tomam decisões autônomas.

Diante disso, nos últimos anos, nota-se um progresso expressivo na evolução técnica no campo da robótica e de *softwares* relacionados à visão computacional, uma subárea tecnológica da IA (Brkan, 2019). Sob a ótica de Savekar e Kumar (2021), a visão computacional se concentra em capturar, entender e interpretar informações visuais importantes contidas em dados de imagem e vídeo, cujo fito é orientar tomadas de decisões.

A partir das décadas de 1970 e 1980, o processamento de imagem, análise e visão de máquina se tornaram uma parte excitante e dinâmica da ciência cognitiva e da computação (Sonka, Hlaváč, Boyle, 2014). Todavia, com o advento das técnicas de *machine learning*, *deep learning* e rede neural convolucional – RNC, os sistemas de visão computacional tornaram-se mais capazes de replicar a visão humana (Palsule; Mishra, 2020) (Li et al., 2021).

Do ponto de vista mercadológico, em nível global, a supracitada tecnologia está inserida em um processo de constante expansão. Sob essa perspectiva, prevê-se que o mercado de sistemas de visão computacional para ambientes de manufatura pode alcançar, até o ano de 2028, US\$ 14,18 bilhões (Venturus, 2022). Outrossim, “o tamanho do mercado global de visão computacional foi avaliado em US\$ 11,3 bilhões em 2020 e deve expandir a uma taxa de crescimento anual composta de 7,3% de 2020 a 2028” (Palsule; Mishra, 2020, p. 18).

Mais concretamente, o desenvolvimento de patentes sobre visão computacional, expandiu, consideravelmente, entre os anos de 2010 a junho de 2022, crescimento de 3.105,7%, segundo o banco de dados *Questel Orbit* (2022). No total, ao ser considerada a *string* – ((*artificial and intelligence*)/*ti/ab/clms* and (*computer vision or image*)/*ti/ab/clms*) – são 22.858 patentes publicadas sobre essa tecnologia em diferentes nacionalidades do mundo (Orbit, 2022).

Assim, a tendência exponencial é, também, conferida aos estudos acadêmicos. No cenário global, entre 2000 e setembro de 2022, a base de dados *Scopus* expressou um quantitativo de 7.237 artigos científicos, em língua inglesa, relacionados à visão computacional. Essa lógica de crescimento ocorre, também, com os artigos científicos indexados na plataforma *Web of Science*, em que são 10.872 documentos dessa natureza, para o mesmo período de análise da *Scopus*. Ademais, em ambos os casos, há um crescimento mais acentuado a partir do ano de 2018.

No Brasil, as questões de mercado acerca da visão computacional não possuem um cenário bem estabelecido. As análises, quase sempre, ocorrem por intermédio de alguns dados

agregados sobre inteligência artificial. No entanto, como será abordado nos resultados e discussão deste artigo, é possível obter uma breve percepção por meio da publicação de artigos científicos e depósitos de patentes brasileiras sobre a referida tecnologia.

Em contrapartida, alguns órgãos de governo possuem políticas públicas que visam minimizar os gargalos tecnológicos no Brasil, como o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI e a Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, os quais possuem iniciativas que culminam para o fomento à inovação no país. É o caso do Programa TECNOVA e Programa Centelha, que visam à criação e ao desenvolvimento de ideias e empresas de base tecnológica.

Em Alagoas, os Programas TECNOVA e Centelha são executados pelo Governo estadual, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL, em parceria com outras Instituições. Esses Programas, em âmbito estadual, se revestem de significativa importância para o desenvolvimento local de inovações tecnológicas, bem como favorece o dinamismo econômico. Ademais, em Alagoas, são mais de R\$ 14 milhões injetados nos Programas TECNOVA e Centelha, além de mais de 500 empreendedores contemplados, entre proponentes e membros de equipe (FAPEAL, 2022).

Isto posto, o objetivo do presente estudo é compreender estas mudanças e as reflexões que têm suscitado, realizando a análise das tecnologias de inteligência artificial aplicada à visão computacional sob a perspectiva de contribuição para o desenvolvimento dos projetos de inovação contemplados nos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas.

Especificamente, almeja analisar o estado da arte da inteligência artificial aplicada à visão computacional nas bases *Web of Science* e *Scopus*; prospectar patentes brasileiras sobre inteligência artificial aplicada à visão computacional por meio das plataformas *Questel Orbit* e INPI; e identificar os projetos de inovação contemplados nos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas.

Assim, diante das potencialidades das inovações brasileiras de visão computacional e dos projetos de base tecnológica oriundos do Programa TECNOVA e Centelha, indaga-se: quais são as tecnologias de inteligência artificial aplicada à visão computacional que podem contribuir para o desenvolvimento dos projetos de inovação dos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas?

Metodologia

O presente estudo enquadra-se como uma pesquisa exploratória, em que foi realizado um estudo bibliográfico e documental. Diante disso, inicialmente, partiu-se para a execução da Revisão Sistemática de Literatura – RSL, com buscas nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*. Posto isto, utilizou-se a *string*: (((*artificial*) AND (“*Intelligence*”) AND (“*computer vision*” OR *Image*))), ademais, inseriu-se o intervalo de 2000 a 2022 e região/país: Brasil, além da língua inglesa e portuguesa.

Nesse ínterim, o quantitativo identificado, por base de dados, foi de 204 na *Web of Science* e 137 na *Scopus*. Por conseguinte, aplicou-se o método PRISMA, com o auxílio de planilha específica *Microsoft Office Excel* para RSL, tendo em vista a definição do *corpus* textual.

Tabela 01

Processo de filtragem RSL

Filtro	Quantidade de artigos excluídos por filtro
Artigos duplicados removidos	98
Artigos sem DOI	16
Ausência das palavras-chave de busca nos campos título, resumo e palavras-chave dos artigos	117
Artigos não recuperados	12
Não se aplica à Visão Computacional	4
DOI diferente, mas conteúdo duplicado	3
Não há soluções que se aplicam ao mercado	42
Corpus textual	45

Elaborado pelo autor.

Quanto à prospecção de patentes brasileiras, definiram-se as bases *Questel Orbit* e Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI. Nessa concepção, para a primeira base foi aplicada a *string* “((*artificial and intelligence*)/*ti/ab/clms and (computer vision or image)/ti/ab/clms*)”, já para a segunda, foi inserida a palavra-chave “*inteligência artificial*” no campo pesquisa, em que se fixou a expressão exata dentro das possíveis variáveis de busca. Em ambas as plataformas, considerou-se o intervalo de 2000 a 2022, além da língua inglesa e portuguesa.

Diante disso, executou-se a busca das patentes. Nessa lógica, foram identificadas, a priori, 110 patentes no *Questel Orbit* e 28 patentes no INPI. Posteriormente, aplicou-se o método PRISMA, adaptado à prospecção de patentes, com o auxílio de planilha específica

Microsoft Office Excel para o tratamento dos dados, conforme o fluxo da Tabela 02. No caso do INPI, houve prévia leitura dos resumos das patentes.

Tabela 02

Processo de filtragem Prospecção de Patentes brasileiras

Filtro	Quantidade de patentes excluídas por filtro
Patentes duplicadas removidas	11
Sem aderência à visão computacional no <i>Questel Orbit</i>	71
Patentes não recuperadas	0
Patentes com aderência, mas estrangeiras	24
Patentes com registros diferentes, mas com mesma tecnologia	4
Total de patentes aptas para o estudo	28

Elaborado pelo autor.

Concluídas as etapas de RSL e prospecção de patentes, partiu-se para as delimitações dos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas. À luz disso, diante das potencialidades dos projetos inovadores dos referidos Programas, optou-se pela análise de todo o banco de dados da FAPEAL. Nesse sentido, a Tabela 03 descreve o quantitativo de projetos por Programa.

Tabela 03

Quantidade de projetos identificados por Programa

Programa	Quantidade de projetos (n)
Programa TECNOVA I	13
Programa TECNOVA II	11
Programa Centelha I	28
Programa Centelha II	50
Total	102

Nota: FAPEAL, out. 2022.

Por último, no que tange aos projetos do Programa Centelha II, vale ressaltar que estão em processo de contratação e/ou início de execução. Sendo assim, foram analisados apenas os projetos apoiados com recursos de subvenção econômica oriundos da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP/FAPEAL, uma vez que, neste momento, os suplentes, projetos de número 51 a 61, estão aguardando definições técnicas e de cunho orçamentário da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, financiadora de 11 propostas.

Resultados e Discussão

Nesta seção, apresentam-se a análise e a discussão dos resultados da pesquisa, por meio da Revisão Sistemática de Literatura, da prospecção de patentes e da delimitação de estudo acerca dos projetos contemplados nos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas.

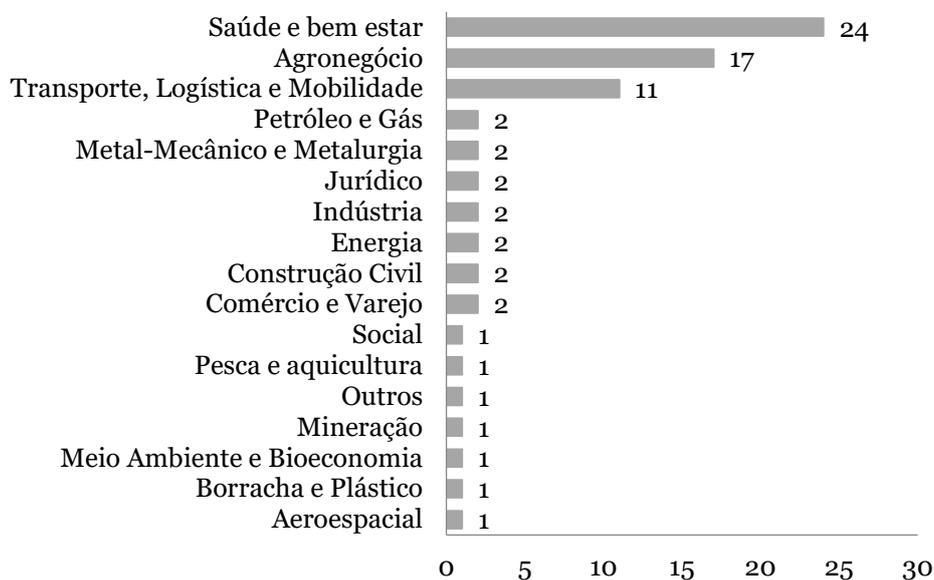
Inicialmente, para melhor compreensão, as tecnologias sobre visão computacional, extraídas por meio dos artigos científicos, receberam a nomenclatura de “solução”. Destarte, é imperioso destacar que não houve, nesse contexto, nenhuma patente identificada, apenas *softwares* e aplicativos digitais.

Outrossim, a unificação das soluções e patentes brasileiras sobre visão computacional, extraídas por meio das bases descritas na Metodologia, receberam a nomenclatura de “tecnologia”. Ademais, quanto à classificação dos setores das tecnologias identificadas, utilizou-se a relação definida nos editais dos Programas TECNOVA e Centelha.

Isto posto, foram analisadas 73 tecnologias que podem contribuir para o desenvolvimento dos projetos dos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas, sendo 45 soluções e 28 patentes de diferentes setores, conforme o Gráfico 01.

Gráfico 01

Tecnologias brasileiras sobre visão computacional, por setor



Nota: Questel Orbit; INPI; Web of Science; Scopus, jun. 2022.

Nessa concepção, no que concerne à inter-relação dos setores das tecnologias prospectadas com os setores dos projetos dos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas, tem-se, inicialmente, a interconexão para: saúde e bem-estar; agronegócio; comércio e varejo; meio ambiente e bioeconomia; social; e energia. Destaque para saúde e bem-estar, com 47% das tecnologias prospectadas.

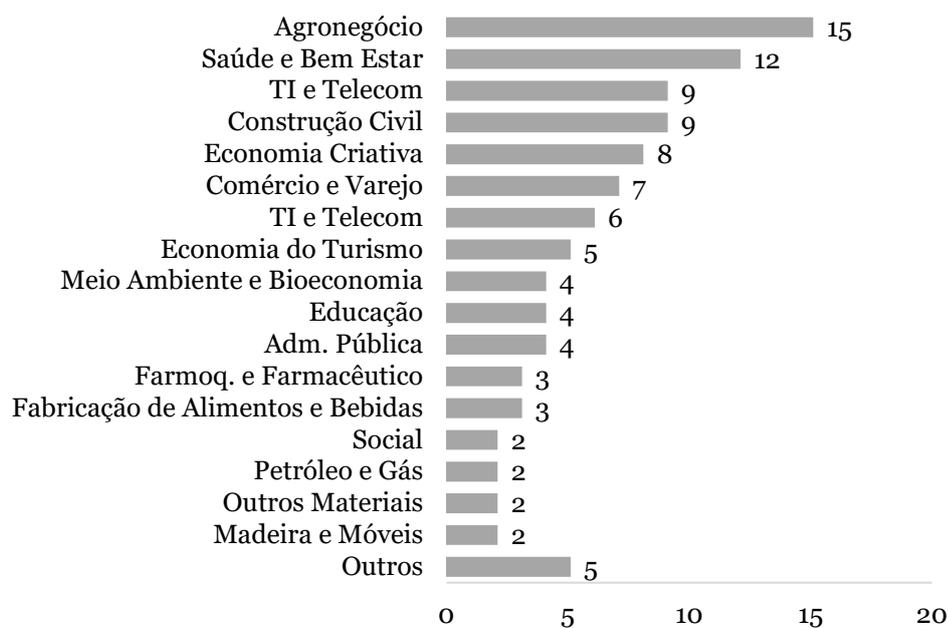
Dessa forma, a princípio, não há tecnologias prospectadas que possuam vínculo direto para os setores de alguns projetos dos supracitados Programas, dentre eles: educação; economia e turismo. Apesar disso, priorizou-se uma análise completa de todas as tecnologias prospectadas, tendo em vista uma inter-relação mais acertada e a identificação de soluções e patentes que possuem aderência aos projetos.

No entanto, neste artigo, de forma estratégica, serão discutidos os resultados para as tecnologias oriundas dos setores de “saúde e bem-estar”, bem como do “agronegócio”, haja vista o fato de eles deterem o maior número de soluções e patentes identificadas, além do maior número de tecnologias inter-relacionadas aos projetos dos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas, como será visto na Tabela 04. Além do mais, tratar de todo o conjunto de dados, necessitaria de uma discussão mais aprofundada, o que resultaria em um número maior de laudas.

Isto posto, no que concerne aos projetos contemplados nos Programas TECNOVA I e II e Centelha I e II do estado de Alagoas, constata-se que há, também, determinada relevância para os setores do “agronegócio” e “saúde e bem-estar”, conforme aponta o Gráfico 02. Nesse ínterim, é possível citar, dentre outros, os projetos: “*Vigor Check*: teste rápido para atestar a qualidade de sementes” da empresa *Agroserv* Proteção de Cultivo; “Utilização de produtos naturais na agricultura” da empresa *Scisense*; e “*Oncotarget*: oncologia de precisão”, da empresa *Oncotarget*.

Gráfico 02

Percentual de projetos dos Programas TECNOVA e Centelha de Alagoas, por setor



Nota: FAPEAL, 2022.

Após a análise dos resultados, parte-se para a discussão. Nessa concepção, positivam-se, na Tabela 04, as tecnologias que possuem aderência aos projetos dos supracitados Programas de Inovação, nos setores do “agronegócio” e “saúde e bem-estar”. Diante disso, estabeleceram-se alguns campos para a estruturação das informações, a saber: tipo de tecnologia (solução ou patente); autores, ano de publicação para artigos, e ano de depósito para patentes; descrição da tecnologia; e o setor.

Diante disso, frisa-se que as análises foram realizadas a partir do ponto de vista de mercado, bem como contribuição para o desenvolvimento ou melhoria dos projetos de inovação, o que não significa a obrigatoriedade de aplicação, exclusivamente, mas sim do estudo das tecnologias identificadas e, dessa maneira, colaborar para uma execução mais acertada.

Tabela 04

Tecnologias que possuem aderência aos projetos dos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas – Saúde e bem-estar; Agronegócio

Tecnologia	Autores e Ano	Descrição	Setor
Solução	OLIVEIRA J.S. et al. (2021)	Método para diagnosticar paciente com TEA	Saúde e bem-estar
Solução	MACEDO et al. (2021)	Diagnóstico de câncer de mama usando análise de imagem térmica	Saúde e bem-estar
Solução	EGEVAD L. et al. (2020)	Identificação de câncer de próstata	Saúde e bem-estar
Solução	SANTOS A. M. et al. (2018)	Diagnóstico de Degeneração Macular Relacionada à Idade	Saúde e bem-estar
Solução	BURLINA P. M. et al. (2017)	Classificação automatizada de Degeneração Macular Relacionada à Idade	Saúde e bem-estar
Solução	ALDEMAN, N.L.S. et al. (2021)	<i>Software Smartpathk</i>	Saúde e bem-estar
Solução	ALENCAR, F.E.S; LOPES, D.C; NETO, F.M.M. (2016)	Sistema de classificação de imagens dermatoscópicas	Saúde e bem-estar
Solução	GANZELI, H.S. et al. (2011)	Sistema para detectar câncer de pele	Saúde e bem-estar
Solução	FERREIRA C.A.Z. et al. (2021)	Diagnóstico de melanoma em imagens dermatoscópicas	Saúde e bem-estar
Solução	OLIVEIRA A.D. et al. (2017)	<i>The Malaria System MicroApp</i>	Saúde e bem-estar
Solução	COSTA L. et al. (2021)	Método para identificar e quantificar estômatos em folhas de árvores cítricas	Agronegócio
Solução	BERNARDES R.C. et al. (2021)	<i>Software Ethoflow</i>	Agronegócio
Solução	MORAES R.R.T. et al. (2021)	Quantificação de polifenóis de matrizes vegetais	Agronegócio
Solução	FERMO I.R. et al. (2021)	Sistema de seleção de laranjas	Agronegócio
Solução	MEDEIROS A.D. et al. (2020)	Classificação de qualidade de sementes e mudas de soja	Agronegócio
Solução	FAGUNDES, J.M.G. et al. (2020)	Segmentação automática de imagens de asas de abelha	Agronegócio
Solução	CALDEIRA, R.F. et al. (2021)	Identificação de lesões em folhas de algodão	Agronegócio
Solução	BIFFI, L.J. et al. (2021)	Sistema de detecção de maçãs	Agronegócio

Solução	SANTOS; FILLETTI; PEREIRA (2021)	Classificação de cana crua na presença da impureza sólida	Agronegócio
Solução	SARAIVA, M. et al. (2020)	Mapeamento automático de sistemas de irrigação	Agronegócio
Solução	CESARO JÚNIOR T. et al. (2022)	<i>Software InsectCV</i>	Agronegócio
Patente	LOTUFO; FLEURY; SEOLIN (2020)	Método e sistema automático de análise de imagem de mamografia e método de treinamento de rede neural profunda	Saúde e bem-estar
Patente	MORAIS et al. (2019)	Processo de detecção de melanoma automatizado	Saúde e bem-estar
Patente	KANOMATA et al. (2018)	Dispositivo de apoio ao diagnóstico de câncer bucal	Saúde e bem-estar
Patente	BRAGUINE; GHIGLIENO (2016)	Teste diagnóstico portátil para qualificação e quantificação de diferentes tipos de células	Saúde e bem-estar
Patente	SOUTO (2020)	Sistema móvel e processo auxiliar para avaliação de imagens termográficas mamárias	Saúde e bem-estar
Patente	SILVA (2019)	Sistema para gestão de dados pré-operatórios implementado por programa de computador	Saúde e bem-estar
Patente	GONÇALVES; ALMEIDA (2020)	Sistema ecológico, móvel, escalável, automático e online para controle de pragas	Agronegócio
Patente	CASTRO; FOGAGNOLI (2017)	Processo e dispositivo para análise de estado nutricional, sanitário e de maturação de plantas, por meio de análise de imagens	Agronegócio
Patente	PAZOTI; BRUNO (2005)	Método de identificação do <i>guignardia citricarpa</i>	Agronegócio
Patente	CUNHA (2020)	Equipamento com módulo eletrônico para análise de amostras de forragem através de imagens	Agronegócio

Nota: Questel Orbit; INPI; Web of Science; Scopus, jun. 2022.

Diante da Tabela 04, no que diz respeito às tecnologias que podem contribuir para o desenvolvimento ou aprimoramento dos projetos dos Programas TECNOVA I e II e Centelha I e II, constatou-se, como descrito anteriormente, que os setores do “agronegócio”, bem como “saúde e bem-estar” são os que mais possuem soluções e patentes interconectadas. Para o primeiro setor, são 15 tecnologias diferentes aderentes a oito projetos, já para o segundo, são 16 outras tecnologias, as quais possuem aderência a seis projetos.

Tendo isso em vista, no âmbito do agronegócio, os projetos “*Ifield* – Plataforma de serviços de sensoriamento remoto agrícola” e “*Artemis*”, ambos do Centelha II, obtiveram o maior número de tecnologias sobre visão computacional que aderem aos negócios propostos. Coincidentemente, são as mesmas oito soluções e duas patentes, as quais têm por finalidade, dentre outros: seleção de frutas; classificação de qualidade de sementes e mudas de soja; sistema de gerenciamento e método de identificação de animais; e mapeamento automático de sistemas de irrigação.

Além disso, o projeto da empresa “*Agroserv*” obteve o terceiro maior número de tecnologias que aderem ao seu negócio, são oito ao total, sendo quatro soluções e quatro patentes, as quais têm, por finalidade, dentre outros pontos, a identificação e o controle de pragas, a exemplo da patente de “Sistema ecológico, móvel, escalável, automático e online para controle de pragas”, BR 10 2020 000850 1 A.

Outro projeto que merece atenção é o “*Scisense Vigor Check*: teste rápido para atestar a qualidade de sementes”, tendo em vista a aderência de três importantes soluções, a saber: Método para identificar e quantificar estômatos em folhas de árvores cítricas; Quantificação de polifenóis de matrizes vegetais; e Classificação de qualidade de sementes e mudas de soja.

No âmbito da saúde e bem-estar, o projeto da “*Oncotarget* – Oncologia de precisão” foi o que mais obteve tecnologias que aderem ao seu objetivo principal, que é avaliar o prognóstico de pacientes com câncer de próstata, mama, pulmão e cabeça e pescoço, usando algoritmo de classificação molecular (FAPEAL, 2022). Sendo assim, inter-relacionaram-se dez tecnologias compatíveis com o produto / serviço em desenvolvimento, sendo quatro soluções e seis patentes, dentre eles: Diagnóstico de câncer de mama usando análise de imagem térmica; Identificação de câncer de próstata; Método e sistema automático de análise de imagem de mamografia e método de treinamento de rede neural profunda; e Método e sistema automático de análise de imagem de mamografia e método de treinamento de rede neural profunda. Nitidamente, há uma oferta representativa para esse tipo de tecnologia, no universo contabilizado.

De forma resumida, por meio das análises transversais realizadas, das 41 tecnologias sobre visão computacional prospectadas, no tocante aos setores do “agronegócio” e “saúde e bem-estar”, apenas 10 não tiveram aderência aos projetos dos Programas TECNOVA e Centelha de Alagoas, relacionados aos setores já mencionados.

Sob esse ponto de vista, torna-se nítido, ao menos no universo deste trabalho, que a visão computacional perpassa, na atualidade, por distintos setores econômicos, com variados mecanismos aplicáveis ao mercado, como analisado no percorrer deste capítulo. Tornou-se evidente, também, uma tendência de importantes tecnologias para o setor saúde e bem-estar, bem como para agronegócio, o que pode permitir aos empreendedores e aos seus clientes, tomadas de decisões mais acertadas, baseadas em informações técnicas precisas por meio de processamento de imagens.

Sendo assim, tais tecnologias podem contribuir para o desenvolvimento e/ou o aprimoramento de novos processos e produtos, bem como sistemas tecnológicos em projetos de inovação com potencial para utilização de mecanismos de visão computacional, em especial, as propostas contempladas nos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas, sendo possível a extensão desse estudo para outros Programas de fomento ao empreendedorismo de base tecnológica, coordenados pela FAPEAL e demais Instituições que possuem o mesmo fim.

Outrossim, o estudo deu margem para uma discussão inicial, no âmbito da FAPEAL, sobre a inserção dos elementos de RSL, uma vez que é possível a identificação de soluções de mercado, a prospecção de patentes, bem como busca de outros tipos de tecnologias por meios direcionados, no corpo estrutural da metodologia de seus Programas, tendo em vista que ainda não há esse tipo de discussão e conhecimento para boa parte dos empreendedores

contemplados, e, dessa maneira, permitir uma execução mais acertada para o sucesso dos negócios contemplados com subvenção econômica.

Conclusão

Objetivou-se analisar as tecnologias de inteligência artificial aplicada à visão computacional sob a perspectiva de contribuição para o desenvolvimento dos projetos de inovação contemplados nos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas. Especificamente, almejou analisar o estado da arte da inteligência artificial aplicada à visão computacional nas bases *Web of Science* e *Scopus*; prospectar patentes brasileiras sobre inteligência artificial aplicada à visão computacional por meio das plataformas *Questel Orbit* e *INPI*.

De forma geral, em relação ao primeiro objetivo específico foi possível captar 45 artigos científicos de diferentes setores. No entanto, há uma ênfase nas soluções de saúde e bem-estar, bem como de agronegócio. No que diz respeito ao segundo objetivo específico, foi possível, por intermédio do método PRISMA, identificar 28 patentes brasileiras sobre visão computacional, as quais possuem, em boa parte, uma interface com os setores de transporte, logística e mobilidade; saúde e bem-estar; e agronegócio. Também, salientou-se a relevância das patentes que objetivam o diagnóstico precoce e eficaz para alguns tipos de câncer.

No que concerne à identificação dos projetos contemplados nos Programas TECNOVA e Centelha, tornou-se possível a análise de 102 projetos, tendo em vista as duas edições em ambos os Programas no estado de Alagoas. Destarte, tais Programas se revestem de significativa relevância para os empreendedores alagoanos, tendo em vista os recursos disponibilizados para o apoio ao desenvolvimento das propostas, por meio de subvenção econômica, além da oferta de capacitações e assessorias especializadas no ramo do negócio.

Por conseguinte, pôde-se responder, por intermédio dos resultados, o objetivo geral e a questão de pesquisa: quais as tecnologias de inteligência artificial aplicada à visão computacional que podem contribuir para o desenvolvimento dos projetos de inovação dos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas? Sendo assim, discutiu-se a aderência das 41 tecnologias prospectadas (soluções e patentes) aos supracitados projetos, relacionados aos setores do “agronegócio” e “saúde e bem-estar”. Desse modo, obtiveram-se 31 tecnologias que possuem aderência às inovações propostas em 14 projetos dos Programas analisados, ou 51,8% da amostra.

Entre as limitações da pesquisa, destaca-se que este estudo é inicial para uma melhor compreensão da temática, considerando o fato que apenas 14 projetos dos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas, setores do “agronegócio” e “saúde e bem-estar”, foram inter-relacionados às tecnologias prospectadas de visão computacional, no entanto, é notória a possibilidade deste caminho contribuir para o desenvolvimento mais acertado das

propostas em desenvolvimento ou que iniciarão a execução, além de abrir um norte para futuros Programas de fomento à inovação acerca do tema no estado de Alagoas e nas demais unidades federativas.

Como sugestão de pesquisa futura, estudos quantitativos por meio de uma análise comparativa e longitudinal dos pedidos de patentes de visão computacional e patentes concedidas, seria uma oportunidade de comparação entre Programas em outros Estados. Como implicações práticas, os resultados destacam que há poucos fragmentos estatísticos e econômicos sobre tal tecnologia, o que direciona as análises, na maioria das vezes, para estudos macros em inteligência artificial. Apesar disso, foi possível identificar, neste trabalho, alguns números, mesmo que poucos, que revelaram, ao menos no âmbito de soluções e patentes, dados quanti-qualitativos acerca da visão computacional no país.

Perspectivas Futuras

A visão computacional está se tornando uma tecnologia cotidiana. O crescimento de sua utilização por diversos meios ocorre de maneira exponencial. Além do mais, na atualidade, há, no mercado, uma vasta lista de *softwares* que permitem o desenvolvimento de mecanismos de processamento de imagens, com base em exaustivos treinamentos de máquinas por meio de técnicas de *machine learning*, *deep learning*, bem como redes neurais artificiais e redes neurais convolucionais.

Nesse contexto, como perspectivas futuras, institui-se a provocação às instituições de fomento à inovação no âmbito federal e estadual, para que existam Programas específicos relacionados ao desenvolvimento de soluções e patentes sobre inteligência artificial e visão computacional, levando em consideração a potencialidade dessas tecnologias, bem como as vocações da nação e de suas regiões.

Ademais, a visão computacional se configura como uma das áreas mais promissoras de pesquisa e investimento em inteligência artificial e ciência da computação, haja vista, por exemplo, o aumento da demanda por sistemas de visão computacional em aplicações automotivas e a alta demanda por inspeção e automação de qualidade.

Sob essa perspectiva, prevê-se que o mercado de sistemas de visão computacional para ambientes de manufatura pode alcançar, até o ano de 2028, US\$ 14,18 bilhões (Venturus, 2022). Outrossim, o tamanho do mercado global de visão computacional foi avaliado em US\$ 11,3 bilhões em 2020 e deve expandir a uma taxa de crescimento anual composta de 7,3% de 2020 a 2028.

REFERÊNCIAS

- Aldeman, N. L. S.; et al; Smartpathk: a platform for teaching glomerulopathies using machine learning. **BMC Medical Education**, 21, 2021. DOI: 10.1186/s12909-021-02680-1.
- Alencar, F. E. S.; Lopes, D.C.; Mendes Neto, F. M. Development of a System Classification of Images Dermoscopic for Mobile Devices. **Ieee Latin America Transactions**, 14, 2016. DOI: 10.1109/TLA.2016.7430097.
- Biffi, L. J.; et al. ATSS Deep Learning-Based Approach to Detect Apple Fruits. **Remote Sensing**, 13, 2021. DOI: 10.3390/rs13010054.
- Braguine, P. G.; Ghiglieno, F. **Teste diagnóstico portátil para qualificação e quantificação de diferentes tipos de células e uso**. Depositante: Patrícia Guedes Braguine; Guern Tecnologia Da Informação LTDA – ME. Fundação Universidade Federal De São Carlos – UFSCAR. BR n 10 2016 023757 2 A2. Depósito: 11 out. 2016. Data da Publicação: 02 mai. 2018.
- Brkan, Maja. Do algorithms rule the world? Algorithmic decision-making and data protection in the framework of the GDPR and beyond. **International Journal of Law and Information Technology**, 2019, 0, 1–31. DOI: 10.1093/ijlit/eay017.
- Burlina, P. M.; et al. Automated Grading of Age-Related Macular Degeneration From Color Fundus Images Using Deep Convolutional Neural Networks. **JAMA Ophthalmology**, 11, 2017.
- Caldeira, R. F.; et al. Identification of Cotton Leaf Lesions Using Deep Learning Techniques. **Sensors**, 21, 2021. DOI:10.3390/s21093169.
- Cesaro, J. Telmo; et al. InsectCV: A system for insect detection in the lab from trap images. **Ecological Informatics**, 67, 2022. DOI: 10.1016/j.ecoinf.2021.101516.
- Costa, Lucas; et al. Determining leaf stomatal properties in citrus trees utilizing machine vision and artificial intelligence. **Precision Agriculture**, 22, 2021. DOI: 10.1007/s11119-020-09771-x.
- Cunha, D. **Equipamento com módulo eletrônico para análise de amostras de forragem através de imagens**. Dep.: Daniel da Cunha. BR 10 2020 004795 7 A2. Depósito: 10 mar. 2020.
- Dong, Yuanyuan; et al. The Impact of R&D Intensity on the Innovation Performance of Artificial Intelligence Enterprises- Based on the Moderating Effect of Patent Portfolio. **Sustainability**, 2021, 13, 328. DOI: 10.3390/su13010328.
- Egevad, Lars; et al. Identification of areas of grading difficulties in prostate câncer and comparison with artificial intelligence assisted grading. **Virchows Archive**, 477, 2020. DOI: 10.1007/s00428-020-02858-w.
- Fagundes, J. M. G.; et al. Fully automatic segmentation of bee wing images. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, 12, 2020. DOI: 10.5335/rbca.v12i2.10420.

- Fapeal, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas. **Sistema Interno de Gestão**. FAPEAL, 2022.
- FAPEAL, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas. **Edital FAPEAL nº 09/2019: Chamada Pública do Programa Nacional de Apoio à Geração de Empreendimentos Inovadores - Programa Centelha AL**. Maceió: FAPEAL, 2019.
- FAPEAL, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas. **Edital FAPEAL nº 03/2021: Chamada Pública do Programa Nacional de Apoio à Geração de Empreendimentos Inovadores - Programa Centelha AL**. Maceió: FAPEAL, 2021.
- FAPEAL, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas. **Edital FAPEAL nº 06/2013: Programa TECNOVA**. Maceió: FAPEAL, 2013.
- FAPEAL, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas. **Edital FAPEAL Nº 05/2020 – Programa TECNOVA II –AL FAPEAL/SECTI/SEBRAE-AL/FIEA/IEL**. Maceió: FAPEAL, 2020.
- Fermo, I. R.; et al. Development of a low-cost digital image processing system for oranges selection using hopfield networks. **Food and Bioproducts Processing**, 125, 2021. DOI: 10.1016/j.fbp.2020.11.012.
- Ferreira, C. A. Z.; et al. Development and validation of an artificial neural network to support the diagnosis of melanoma from dermoscopic images. **Surgical & Cosmetic Dermatology**, 13, 2021. DOI: 10.5935/scd1984-8773.2021130015.
- Ganzeli, H.S.; et al. SKAN: Skin Scanner – System for Skin Cancer Detection Using Adaptive Techniques. **IEEE Latin America Transactions**, 9, 2011. DOI: 10.1109/TLA.2011.5765575.
- Gomes, K. K. **Sistema de controle de fluxo e acesso a pistas e ambientes demarcados para pessoas e/ou veículos**. Depositante: Microsistemas S/A. BR n 20 2020 020192 7 U2. Depósito: 01 out. 2020. Data da Publicação: 12 abr. 2022.
- Gonçalves, R. A.; Almeida, H. **Sistema ecológico, móvel, escalável, automático e online para controle de pragas**. Depositante: Rodrigo Almeida Gonçalves; Helder De Almeida. BR n 10 2020 000850 1 A2. Depósito: 13 jan. 2020. Data da Publicação: 02 mar. 2021.
- INPI, Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Base de Patentes**. Disponível em: < <https://busca.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp>>. Acesso em: 15 mai. 2022.
- Kanomata, L. M.; et al. **Dispositivo de Apoio ao Diagnóstico de Câncer Bucal**. Depositante: Comércio de Medicamentos LTDA. BR n 10 2018 070609 8 A2. Depósito: 05 out. 2018.
- Lotufo, R. A.; Fleury, E. F. C.; Seolin, E. M. **Método e sistema automático de análise de imagem de mamografia e método de treinamento de rede neural profunda**. Depositante: D14med Inteligência Artificial Para Medicina Ltda. BR n 10 2020 009547 1 A2. Depósito: 13 mai. 2020. Data da Publicação: 23 nov. 2021.
- Macedo, Mariana; et al. Breast cancer diagnosis using thermal image analysis: A data-driven approach based on swarm intelligence and supervised learning for optimized feature selection. **Applied Soft Computing**, 109, 2021. DOI: 10.1016/j.asoc.2021.107533.

- Medeiros, A. D.; et al. Interactive machine learning for soybean seed and seedling quality classification. **Scientific Reports**, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-68273-y.
- Morais, D. S.; et al. **Processo de Detecção de Melanoma Automatizado**. Depositante: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. BR n 10 2019 003424 6 A2. Depósito: 20 fev. 2019.
- Oliveira, A. D.; et al. The Malaria System MicroApp: A New, Mobile Device-Based Tool for Malaria Diagnosis. **JMIR Publications**, 6, 2017. DOI: 10.2196/resprot.6758.
- Palsule, Siddhesh; Mishra, Sandeep. **Computer Vision Market Analysis and Segment Forecasts to 2028**. Grand View Research, 2020.
- Pazoti, M. A.; Bruno, O. M. **Método de identificação do guignardia citricarpa**. Depositante: Universidade De São Paulo – USP. PI n 0501535-9 C8. Depósito: 26 abr. 2005
- Questel. Orbit Intelligence. Disponível em: < <https://www.questel.com/orbit-software-suite/orbit-intelligence/>>. Acesso em: 02 mai. 2022.
- Rogers, David L. **Transformação Digital**. Tradução: Afonso Celso. 1. Ed. São Paulo: Autêntica Business, 2020.
- Russell, Stuart J.; Norvig, Peter. **Inteligência Artificial**. 3^a Ed. Tradução: SIMILLE, Regina Célia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- Santos, A. M.; et al. Semivariogram and Semimadogram functions as descriptors for AMD diagnosis on SD-OCT topographic maps using Support Vector Machine. *BioMedical Engineering OnLine*, 160, 2018. DOI: 10.1186/s12938-018-0592-3.
- Santos, L. J.; et al. Artificial intelligence method developed for classifying raw sugarcane in the presence of the solid impurity. **Eclética Química Journal**, 46, 2021.
- Saraiva, M.; et al. Automatic Mapping of Center Pivot Irrigation Systems from Satellite Images Using Deep Learning. **Remote Sens**, 12, 2020. DOI: 10.3390/rs12030558.
- Savekar, Avinash; Kumar, Vineet. **AI in Computer Vision Market: global opportunity analysis and industry forecast, 2021-2030**. Portland: Allied Market Research, 2021.
- Scopus. **Scopus Preview**. Disponível em: < <https://www.scopus.com/home.uri>>. Acesso em: 10 mai. 2022.
- Silva, D. O. **Sistema para gestão de dados perioperatórios implementado por programa de computador**. Depositante: Anestech Tecnologia Da Informação LTDA. BR 10 2019 018250 4. Depósito: 02 set. 2019. Data da Publicação:16 mar. 2021.
- Sonka, Milan; Hlaváč, Vaclav; Boyle, Roger. **Image Processing, Analysis, and Machine Vision**. 4^a Ed. Stamford, USA: Cengage Learning, 2014.
- Souto, F. B. **Sistema móvel e processo para avaliação de Câncer de Mama em pacientes e aplicativo eletrônico**. Depositante: Termo Health Tecnologia LTDA. BR n 10 2020 002019 6 A2. Depósito 30 jan. 2020. Data da Publicação: 10 ago. 2021.

Suman, M. A. Método e sistema aplicativo, individual e interativo, dotado com inteligência artificial. Depositante: Marco Antonio Suman. PI n 1104441-1 A2. Depósito: 30 set. 2011.

Venturus. **Visão Computacional**. Venturus, 2022.

Volpato F. O.; et al. **Sistema de gerenciamento e método de identificação de animais**. Depositante: Universidade Estadual de Campinas – Unicamp; Sipet Soluções Em Inovação Tecnológica LTDA. BR n 10 2018 067756 0 A2. Depósito: 04 set. 2018.

Web Of Science. **Web of Science**. Disponível em: < <https://www-webofscience.ez9.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/basic-search> >. Acesso em: 10 mai. 2022.