



PROFNIT

Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual
e Transferência de Tecnologia para a Inovação

Universidade Federal de Alagoas



BRUNO VICENTE NUNES DE OLIVEIRA

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E VISÃO COMPUTACIONAL EM PROJETOS DE
EMPREENDIMENTOS INOVADORES: ANÁLISE DOS PROGRAMAS
TECNOVA E CENTELHA DO ESTADO DE ALAGOAS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
Instituto de Química e Biotecnologia
Campus A. C. Simões
Cidade Universitária
57072-970 – Maceió – AL
www.profnit.org.br

BRUNO VICENTE NUNES DE OLIVEIRA

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E VISÃO COMPUTACIONAL EM PROJETOS DE
EMPREENHIMENTOS INOVADORES: ANÁLISE DOS PROGRAMAS
TECNOVA E CENTELHA DO ESTADO DE ALAGOAS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Ponto Focal da Universidade Federal de Alagoas do Mestrado Profissional em Rede Nacional de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação como requisito para obtenção de grau de Mestre.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Luciana Peixoto Santa Rita.

MACEIÓ, AL
2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

O48i Oliveira, Bruno Vicente Nunes de.
Inteligência artificial e visão computacional em projetos de empreendimentos inovadores: análise dos programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas / Bruno Vicente Nunes de Oliveira. – 2022.
127 f. : il. color.

Orientadora: Luciana Peixoto Santa Rita.
Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 110-127.

1. Tecnologia. 2. Visão computacional. 3. Inovação. 4. Inteligência artificial. I. Título.

CDU: 004.8: 330.341.1

BRUNO VICENTE NUNES DE OLIVEIRA

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E VISÃO COMPUTACIONAL EM PROJETOS DE
EMPREENHIMENTOS INOVADORES: ANÁLISE DOS PROGRAMAS
TECNOVA E CENTELHA DO ESTADO DE ALAGOAS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Ponto Focal da Universidade Federal de Alagoas do Mestrado Profissional em Rede Nacional de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação como requisito para obtenção de grau de Mestre.

Dissertação aprovada em 31 de outubro de 2022.

COMISSÃO JULGADORA



Documento assinado digitalmente

ARAKEN ALVES DE LIMA
Data: 31/10/2022 18:04:17-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Araken Alves de Lima

Examinador Externo à Instituição



Documento assinado digitalmente

RANILSON OSCAR ARAUJO PAIVA
Data: 01/11/2022 15:17:50-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Ranilson Oscar Araújo Paiva

Examinador Externo ao Programa (Área do Trabalho)



Documento assinado digitalmente

LUCIANA PEIXOTO SANTA RITA
Data: 01/11/2022 15:39:14-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof.^a Dr.^a Luciana Peixoto Santa Rita.

Presidente (Orientadora)

Dedico este trabalho ao cientista britânico Alan Mathison Turing ou, simplesmente, **Alan Turing**, *in memoriam*, por sua inteligência, por seu pioneirismo na Ciência da Computação e inteligência artificial, bem como, por sua bravura e heroísmo.

AGRADECIMENTOS

A Deus e ao Universo, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do meu crescimento pessoal, acadêmico e profissional.

Aos meus familiares, em especial, minha mãe, Jaide Nunes Vieira, por sempre acreditar em mim, por sua ternura, por seu amor, por sua garra, por sua força e, além de tudo, por sua tranquilidade em todas as circunstâncias que a vida a inseriu.

Ao Filipe Torres de Melo, por sua dedicação, companheirismo e paciência no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos queridos, Carolina Feitoza, Lisandra Amorim, Sandra Gorete, Vanessa Juliana, Elisângela Fernandez, Sirlene Souza, Paulo Lima e Bruno Pimentel, os quais sempre estiverem na torcida pelo meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos meus amigos e colegas da FAPEAL, em especial, Juliana Khalili (*Master Mind*), Mayanna Hora, Larissa Pinto, Pollyanna Martins e João Vicente, pelo companheirismo diário, bem como, pelo apoio para a concretização deste trabalho.

Aos meus colegas de curso PROFNIT, especialmente, Elaine Ribeiro Bueno de Mendonça, Matheus Bittencourt Cardozo e Faustino Francisco dos Santos Júnior, pela cordialidade, união e presteza.

À Professora Dr.^a Tatiana Baliano, por sua dedicação ao PROFNIT, bem como, por seu respeito e carinho com os discentes.

À Professora Dr.^a Luciana Santa Rita, minha orientadora, por sua paciência, apoio, instrução e por me acompanhar durante o curso de mestrado.

Por fim, meus agradecimentos aos membros da banca de avaliação, Prof. Dr. Araken Alves de Lima e Prof. Dr. Ranilson Oscar Araújo Paiva, por suas ponderações e contribuições para a evolução deste trabalho.

Bruno Vicente Nunes de Oliveira

“Compreender as coisas que nos cercam é a melhor preparação para entender o que há mais além”.

Hipátia de Alexandria

RESUMO

Este trabalho analisa tecnologias de visão computacional sob a perspectiva de contribuição para o desenvolvimento dos projetos de inovação contemplados nos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas. A visão computacional, impulsionada pela inteligência artificial, é uma tecnologia que capta, processa e reconhece imagens, a qual foi idealizada em 1963, por intermédio da tese do cientista da computação Lawrence Roberts. Na contemporaneidade, tal tecnologia é aplicada em diversos segmentos, desde o agronegócio até os serviços relacionados à saúde. Ademais, em consonância às recentes pesquisas, a utilização de mecanismos de visão computacional, em nível mundial, cresce consideravelmente. No entanto, não há, no Brasil, um cenário bem estabelecido sobre o tema. Apesar disso, obtém-se uma breve percepção a partir da publicação de artigos científicos e depósitos de patentes brasileiras sobre visão computacional. Nesse ínterim, este trabalho, mediante Revisão Sistemática de Literatura e prospecção de patentes brasileiras, comprova que 53 tecnologias sobre visão computacional podem contribuir para o desenvolvimento de 38 projetos inovadores. Além do mais, identificou-se a tendência, no Brasil, das tecnologias de visão computacional no âmbito da saúde e bem-estar, bem como no agronegócio.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Visão Computacional. Inovação. Tecnologia. Patente.

ABSTRACT

This work analyzes computer vision technologies from the perspective of contributing to the development of innovations in projects covered by the TECNOVA and Centelha Programs in the state of Alagoas. Computer vision, driven by artificial intelligence, is a technology that captures, processes and recognizes images, which was conceived in 1963, through the thesis of computer scientist Lawrence Roberts. In contemporary times, such technology is applied in several segments, from agribusiness to health-related services. Furthermore, in line with recent research, the use of computer vision mechanisms worldwide has grown considerably. However, in Brazil, there is no well-established scenario on the subject. Despite this, a brief perception is obtained from the publication of scientific articles and Brazilian patent filings on computer vision. In the meantime, this work, through a Systematic Review of Literature and prospection of Brazilian patents, proves that 53 technologies on computer vision can contribute to the development of 38 innovative projects. Furthermore, a trend was identified in Brazil for computer vision technologies in the field of health and well-being, as well as in agribusiness.

Keywords: Artificial Intelligence. Computer Vision. Innovation. Technology. Patent.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Documentos de IA indexados na <i>Scopus</i> , por ano (1974-2022)	31
Gráfico 02: Documentos de IA indexados na <i>Scopus</i> , por área (1974-2022)	32
Gráfico 03: Documentos de IA indexados na <i>Scopus</i> , por filiação (1974-2022) ..	32
Gráfico 04: Artigos científicos publicados com soluções de visão computacional, por ano.....	69
Gráfico 05: Percentual de soluções de visão computacional, por setor	69
Gráfico 06: Quantitativo de depósito de patentes brasileiras sobre visão computacional, por ano (<i>Questel Orbit/INPI</i>).....	74
Gráfico 07: Percentual de patentes brasileiras sobre visão computacional, por setor	75
Gráfico 08: Percentual de projetos do Programa TECNOVA I Alagoas, por setor	80
Gráfico 09: Percentual de projetos do Programa TECNOVA II Alagoas, por setor	81
Gráfico 10: Quantitativo de projetos do Programa Centelha I Alagoas, por área temática	85
Gráfico 11: Percentual de projetos do Programa Centelha I Alagoas, por setor ..	85
Gráfico 12: Quantitativo de projetos do Programa Centelha II Alagoas, por área temática.....	86
Gráfico 13: Percentual de projetos do Programa Centelha II Alagoas, por setor ..	87
Gráfico 14: Percentual de tecnologias sobre visão computacional, por tipo	95
Gráfico 15: Tecnologias sobre visão computacional, por setor	95
Gráfico 16: Tecnologias prospectadas com aderência aos setores dos projetos do Programa TECNOVA e Centelha em Alagoas	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura	59
Tabela 02: Quantidade de trabalhos recuperados por base de dados..	60
Tabela 03: Protocolo de Prospecção de Patentes	62
Tabela 04: Quantidade de patentes prospectadas por base de dados	63
Tabela 05: Protocolo de delimitação dos projetos do Programa TECNOVA e Centelha.....	66
Tabela 06: Quantidade de projetos identificados por Programa	67
Tabela 07: Soluções de visão computacional extraídas dos artigos científicos ...	70
Tabela 08: Patentes brasileiras sobre visão computacional	76
Tabela 09: Projetos do Programa TECNOVA I e II Alagoas	81
Tabela 10: Projetos do Programa Centelha I e II Alagoas	87
Tabela 11: Aderência das tecnologias prospectadas aos projetos de inovação do Programa TECNOVA I e II Alagoas	97
Tabela 12: Aderência das tecnologias prospectadas aos projetos de inovação do Programa Centelha I e II Alagoas	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Níveis de processamento de IA em <i>machine learning</i>	45
Figura 02: Arquitetura básica de um perceptron	47
Figura 03: Diagrama de um perceptron multicamada	48
Figura 04: Componentes de um sistema de processamento de imagens.....	51
Figura 05: Etapas típicas no processamento de imagens em visão computacional	52
Figura 06: Classificação de pessoas por gênero com utilização de <i>deep learning</i>	54
Figura 07: Identificação de artigos por meio de bancos de dados	61
Figura 08: Identificação de patentes por meio de bancos de dados	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAAI	<i>American Association for Artificial Intelligence</i>
AAAI	<i>Association for the Advancement of Artificial Intelligence</i>
AIJ	<i>Artificial Intelligence Journal</i>
App	Aplicativo
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONFAP	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPU	Central Processing Unit
CTS	Centro de Tecnologia e Sociedade
CVPR	<i>Computer Vision and Pattern Recognition</i>
DEC	<i>Digital Equipment Corporation</i>
DOI	Identificador de Objeto Digital
EBIA	Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial
ECCV	<i>European Conference on Computer Vision</i>
E-Digital	Estratégia Brasileira para a Transformação Digital
EUA	Estados Unidos da América
EUOSHA	<i>European Agency for Safety and Health at Work</i>
FAPEAL	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FIEA	Federação das Indústrias do Estado de Alagoas
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GPS	<i>General Problem Solver</i>

GPU	Unidade de processamento gráfico
IA	Inteligência Artificial
IBM	<i>International Business Machines Corporation</i>
ICCV	<i>International Conference on Computer Vision</i>
IDC	<i>International Data Corporation</i>
IDEC	Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor
IEL	Instituto Euvaldo Lodi
IEEE	<i>Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence</i>
IJCAI	<i>International Joint Conference on Artificial Intelligence</i>
IJCV	<i>Intelligence and International Journal of Computer Vision</i>
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IOT	Internet das Coisas
IPC	Classificação Internacional de Patentes
LaPES	Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados
LISP	<i>List Processing</i>
MCC	<i>Microelectronics and Computer Technology Corporation</i>
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NRC	<i>National Research Council</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PI	Propriedade Intelectual
PIB	Produto Interno Bruto

PL	Projeto de Lei
PLN	Processamento de linguagem natural
PROFNIT	Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação
PROLOG	<i>Programation et Logique</i>
PUCPR	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
REF	Reconhecimento de expressão facial
RSL	Revisão sistemática de literatura
RNA	Rede neural artificial
RNC	Rede neural convolucional
SBIA	Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial
SECTI/AL	Secretaria Estadual da Ciência, da Tecnologia e da Inovação de Alagoas
SEBRAE	Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SRI	<i>Stanford Research Institute</i>
<i>StArt</i>	<i>State of the Art through Systematic Review</i>
TEA	Transtorno do Espectro do Autismo
TI	Tecnologia da Informação
UE	União Europeia
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UPE	Universidade de Pernambuco
US	Estados Unidos da América
USP	Universidade de São Paulo
VLSI	<i>Very Large Scale Integration</i>
WO	Documento de patente administrado pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual
WoS	<i>Web of Science</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Contextualização	16
1.2 Objetivo geral	18
1.3 Objetivos específicos	18
1.4 Justificativa	19
1.5 Estrutura do Trabalho	20
2 REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1 Inteligência Artificial	22
2.1.1 Conceituação e contexto histórico da inteligência artificial.....	24
2.1.2 Inteligência artificial no Brasil	29
2.2 Visão Computacional	37
2.2.1 Conceito e síntese histórica da visão computacional	39
2.2.2 Sistema de visão computacional	43
2.2.2.1 <i>Machine learning</i> e <i>deep learning</i>	44
2.2.2.2 Redes neurais artificiais e redes neurais convolucionais	47
2.2.2.3 Componentes e processamento de imagens em sistemas de visão computacional.....	50
2.2.3 Aplicação da visão computacional	54
3 METODOLOGIA	58
3.1 Revisão Sistemática de Literatura	59
3.2 Prospecção de Patentes	61
3.3 Projetos dos Programas TECNOVA e Centelha	65
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	68
4.1 Soluções de visão computacional	68
4.2 Patentes brasileiras sobre visão computacional	74
4.3 Projetos do Programa TECNOVA I e II Alagoas	79
4.4 Projetos do Programa Centelha I e II Alagoas	84
4.5 Discussão dos Resultados	94
5 CONCLUSÃO	107
REFERÊNCIAS	110

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Na contemporaneidade, com o advento da globalização e dos avanços da ciência da computação em nível mundial, uma nova revolução estrutural adquire relevância (DONG et al., 2020). Diante disso, testemunha-se uma contínua transformação digital, a qual pode ser denominada “Era Digital” ou “Quarta Revolução Industrial” (ROGERS, 2020).

O novo momento histórico traz consigo um ecossistema de imbricações ou somatório de tecnologias digitais, as quais erguem-se 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, desde veículos autônomos, babás e brinquedos robôs, até o policiamento preditivo ou diagnóstico médico (BRKAN, 2019).

Nessa acepção, a visão computacional pode ser conceituada como um sistema de computador que treina máquinas para captar e analisar imagens do mundo real, por meio do reconhecimento de padrões (PALSULE; MISHRA, 2020). 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.

À luz disso, esta tecnologia, segundo Russell e Norving (2013), foi estabelecida em 1963 no *Massachusetts Institute of Technology* – MIT, por intermédio da tese do cientista da computação Lawrence Roberts, considerada uma das primeiras publicações no campo que se tem conhecimento, a qual introduziu ideias-chave acerca do tema.

Outrossim, 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).

Diante dos fatos, Savekar e Kumar (2021) descrevem que, no atual estado da arte computacional, assim como a IA replica a inteligência humana, a visão computacional segue a mesma lógica, contudo, os humanos possuem uma vantagem inicial. Isso se dá porque, na perspectiva humana, além dos recursos serem naturais, não há a necessidade de exaustivos treinamentos, como ocorre na visão computacional.

Do ponto de vista mercadológico, em nível global, a supracitada tecnologia está inserida em um processo de constante expansão. Ao menos é o que aponta os relatórios das consultorias internacionais *Grand View Research* e *Allied Market Research*, importantes *players* deste segmento. Nesse cenário, o mercado de visão computacional deve expandir a uma taxa de crescimento anual composta de 7,3% de 2020 a 2028 (PALSULE; MISHRA, 2020, p, 18).

Ademais, assim como qualquer outra tecnologia, inovações que envolvem visão computacional exigem aprimoramentos ininterruptos com base em pesquisa e desenvolvimento. Diante disso, no setor privado, há uma grande pressão da concorrência, bem como, altas barreiras de entrada, tais como mão-de-obra altamente qualificada e conhecimento acumulado (DONG et al., 2021).

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 no Capítulo 4, é possível obter uma breve percepção por meio da publicação de artigos científicos e 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 a Secretaria Estadual da Ciência, da Tecnologia e da Inovação de Alagoas – SECTI/AL, o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Alagoas – Sebrae Alagoas, a Federação das Indústrias do Estado de Alagoas – FIEA e com o Instituto Euvaldo Lodi – IEL.

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 equipes.

Nesse ínterim, diante das potencialidades das inovações brasileiras de visão computacional e dos projetos de base tecnológica oriundos do Programa TECNOVA e Centelha, indaga-se: 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?

1.2 Objetivo geral

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.

1.3 Objetivos específicos

- a) Analisar o estado da arte da inteligência artificial aplicada à visão computacional nas bases *Web of Science* e *Scopus*;
- b) Prospectar patentes brasileiras sobre inteligência artificial aplicada à visão computacional por meio das plataformas *Questel Orbit* e INPI;
- c) Identificar os projetos de inovação contemplados nos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas;

1.4 Justificativa

A visão computacional, durante um bom tempo, mexeu com o imaginário de cineastas, cientistas, acadêmicos e demais membros da sociedade. No entanto, na contemporaneidade, essa tecnologia, atrelada aos sistemas de *machine learning* e *deep learning*, permite que o computador “enxergue” e, assim, identifique e compreenda cenas e objetos, por meio de um aparato de mecanismos e etapas de processamento de imagens.

Nesse ínterim, conforme Palsule e Mishra (2020, p. 14), os recentes avanços em visão computacional, os quais incluem sensores de imagem, câmeras digitais e técnicas de redes neurais convolucionais, permitiram a ampliação do “escopo dos sistemas de visão computacional em vários setores, incluindo educação, saúde, robótica, eletrônicos de consumo, varejo, manufatura, segurança e vigilância, entre outros”.

Diante disso, 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 (SAVEKAR; KUMAR, 2021).

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).

À luz disso, 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).

Destarte, a tendência exponencial é, também, conferida aos estudos acadêmicos. No cenário global, entre 2000 a 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 âmbito do Brasil, as questões de mercado acerca da visão computacional não possuem um cenário estruturado. Apesar disso, como será abordado no capítulo 4, é possível uma análise de cenário por intermédio da indexação de artigos científicos, bem como por meio da publicação de patentes sobre a tecnologia ora discutida.

Isso se deve, possivelmente, ao fato de tal tecnologia ser relativamente nova, se comparado a outros mecanismos de IA. Apesar disso, é entendido que tanto a IA quanto a visão computacional possuem notórias aplicações em variados setores, e a disponibilização de novas soluções crescem de maneira exponencial. Ademais, tais tecnologias se configuram como instrumentos que colaboram para o desenvolvimento socioeconômico, além de criarem vantagens competitivas, não somente em nível Brasil, mas para o estado de Alagoas.

Diante do exposto, ponderando as potencialidades da visão computacional, tendo em vista as melhorias benéficas para a sociedade e para as economias, vislumbrou-se, neste trabalho, 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.

1.5 Estrutura do Trabalho

As próximas páginas dispõem de alguns pontos essenciais para a compreensão da temática. Afora esta introdução, transcorre-se, no capítulo 2 – Revisão de Literatura, a conceituação e história da inteligência artificial, bem como inteligência artificial sob a ótica do Brasil. Ademais, fundamenta-se a visão computacional e seus mecanismos por intermédio das seções: conceito e síntese histórica da visão computacional; sistema de visão computacional; e aplicação da visão computacional.

Por conseguinte, tem-se o capítulo 3 – Metodologia, o qual se especifica o regramento metodológico auferido a esta pesquisa, subdivido em revisão sistemática de literatura; prospecção de patentes; e delimitação dos projetos do Programa TECNOVA e Centelha.

No capítulo posterior, 4 – Análise e Discussão dos Resultados, abordam-se os resultados da revisão sistemática de literatura, da prospecção de patentes brasileiras e dos projetos do Programa TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas, bem como são analisadas as tecnologias sobre visão computacional que podem contribuir para o desenvolvimento dos projetos dos referidos Programas. Por último, compila-se a reflexão final por intermédio da Conclusão deste trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Inserir-se, neste capítulo, a revisão de literatura, a qual fundamenta a pesquisa deste Trabalho de Conclusão de Curso, que é subdividido em dois subcapítulos: inteligência artificial; e visão computacional. De maneira a introduzir o assunto de visão computacional, o primeiro subcapítulo contextualiza a inteligência artificial por intermédio de uma abordagem conceitual e temporal, bem como se pontuam aspectos relevantes da IA no Brasil, haja vista que não há, especificamente, uma abordagem exclusiva sobre visão computacional no território nacional. Por conseguinte, o segundo subcapítulo aborda o conceito e histórico da visão computacional, componentes de sistema de visão computacional, bem como a condensação de sua aplicação.

2.1 Inteligência artificial

A espécie humana é denominada *homo sapiens* – homem sábio, devido ao fato da inteligência ser inerte ao homem e à mulher. Ao longo de milhares de anos, sempre se buscou o entendimento da forma como o ser humano pensa, ou seja, “como um mero punhado de matéria pode perceber, compreender, prever e manipular um mundo muito maior e mais complicado que ele próprio” (RUSSELL; NORVING, 2013, p. 24).

As definições de inteligência são diversificadas, conforme apontam a psicologia e a neurociência. Muitas nascem ligadas à “consciência, autoconsciência, uso da linguagem, aprendizagem e raciocínio”, a fim de exemplificar algumas características humanas plenas de ambiguidades conceituais (ARBIX, 2021, p. 267).

Além do mais, a definição de inteligência é fluida, e o ser humano tem “considerável flexibilidade em relação ao termo; aceitamos facilmente a inteligência limitada de certos animais, e nos acostumamos rapidamente com artefatos digitais com claras limitações cognitivas” (COZMAN; NERI, 2021, p. 22).

Apesar disso, Cordeiro (2021) manifesta que se inteligência é a aptidão para exercer atitudes ideais em momentos oportunos, entendendo situações para aquela atitude e sendo dotado de capacidade para agir, então, fica claro que a característica precípua da inteligência é ligar esses contextos à ação.

À luz disso, Davies (2011) expõe que, devido à sua própria natureza, os estudiosos se orgulham por serem dotados dessa capacidade de pensar, uma vez que é a única situação em que o homem é considerado um ser superior às máquinas e aos outros animais.

Nessa concepção, o filósofo racionalista do século XVII, Descartes (1596-1650), considerado o pai da filosofia moderna, demonstrou-se preocupado com a concepção dos autômatos, isto porque “nunca viriam a ter uma alma imortal, igual à nossa, que lhes permitisse agir livremente e encadear sentenças de modo a expressar pensamentos como nós, humanos, o fazemos” (TEIXEIRA, 2017, p. 20). Diante disso, Russell e Norvig (2013) destacam que os filósofos, bem antes da existência dos computadores, já buscavam a resposta para o desempenho da mente humana, aparentemente, a mesma finalidade da inteligência artificial.

Hodiernamente, “embora isso ainda não signifique que um computador tenha consciência do que está executando, ele pode performar até mais rápido que um humano em certas tarefas” (CORDEIRO, 2021, p. 210). Desse modo, ao se referir, especificamente, à expressão “inteligência artificial”, constata-se que esta surgiu, pela primeira vez, no ano de 1957, em uma conferência acadêmica instituída pelo cientista John McCarthy na universidade estadunidense, *Dartmouth College* (GUNKEL, 2017).

A inteligência artificial, no que diz respeito à época mencionada, era tida como uma inteligência delineada pelo homem apto a “transformar uma máquina no sentido desta desenvolver comportamentos inteligentes, mas como um conceito existente desde os mitos do mundo antigo” (DAVIES, 2011, p. 604).

Sob essa ótica, Luger (2004) expõe que a inteligência artificial pode ser delineada como um campo da ciência da computação, a qual lida com a automação da conduta inteligente e precisa estar alicerçada em sólidos princípios teóricos e práticos dessa área. Contudo, essa significação deixa a desejar, a partir do momento em que a inteligência em si:

Não é muito bem definida ou entendida. Embora a maioria de nós esteja certo de que reconhecemos o que é comportamento inteligente quando o vimos, é muito improvável que alguém seja capaz de definir inteligência de uma maneira que seja específica o suficiente para auxiliar na avaliação de um programa de computador supostamente inteligente, e, ao mesmo tempo, capturando a vitalidade e a complexidade da mente humana (LUGER, 2004, p. 23).

Visto isso, ainda em consonância ao pensamento de Luger (2004, p. 23), a inteligência artificial “é ainda uma disciplina jovem e a sua estrutura e métodos são menos claramente definidos do que aqueles de uma ciência mais madura, tal como a física” (LUGER, 2004, p. 23). Todavia, a adoção da IA, por certo, tornou-se um importante ponto de inflexão na história humana. “Assim como outras tecnologias igualmente inovadoras, a forma como é administrada e quem tem acesso a ela molda a sociedade para as próximas gerações” (TAULLI, 2019, p. 6).

Mediante o exposto, assim como para definir a inteligência humana, definir a inteligência artificial também exige esforço. Apesar disso, alguns autores retratam suas compreensões sobre o tema. Nesse direcionamento, serão delineados, nos próximos parágrafos, a conceituação e contexto histórico da inteligência artificial.

2.1.1 Conceituação e contexto histórico da inteligência artificial

Ragot, Rey e Shafai (2020, p. 2) esclarecem que, na maioria das vezes, a inteligência artificial pode ser relacionada às máquinas computadorizadas que executam atividades, as quais comumente eram ligadas às funções cognitivas da mente humana. Desse modo, é possível citar, como processos de IA, a “representação de conhecimento, resolução de problemas, traduções e processamento de linguagem natural”.

Sob essa perspectiva introdutória, Lee (2020) descreve que a definição de inteligência artificial é um termo amplo para uma máquina dotada de percepção, lógica e aprendizado. Em consonância ao pensamento de Cozman e Neri (2021, p. 22), a dificuldade em conceituar o que é IA encontra-se, também, na problemática de “definir o que é comportamento inteligente”.

No entanto, alguns autores traçam linhas que tentam expor a conceituação do que é a inteligência artificial. Nesse ínterim, Keisner, Raffo e Wunsch-Vincent (2015, p. 6) conceituam a IA como seu próprio campo da ciência da computação, focado em instrumentos baseados em computadores capazes de proferirem decisões inteligentes e análogas às decisões do ser humano.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (2022), no documento “*Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*”, retrata que a inteligência artificial é uma tecnologia para uso diversificado, a qual

tem a possibilidade de melhorar o bem-estar social e auxiliar a atividade econômica sustentável das nações, além de fomentar a inovação, bem como contribuir para responder aos principais desafios da humanidade. Outrossim, Russell e Norving (2013, p. 7) definem a IA como o “estudo de agentes que recebem percepções do ambiente e executam ações. Cada agente implementa uma função que mapeia sequências de percepções em ações”.

Estabelecida uma possível conceituação, torna-se, então, possível fazer um delineado da linha histórica do desenvolvimento da IA. Dito isso, observa-se que os primeiros documentos de organismos artificiais com habilidades de um ser humano possuem uma forma mítica ou, algumas vezes, fantástica, o que dificulta a clareza na distinção entre fatos reais e a imaginação (TEIXEIRA, 2017).

Todavia, é entendimento geral, de academias e cientistas, que o britânico Alan Mathison Turing (1912-1954), ou simplesmente Alan Turing, foi o primeiro indivíduo a suscitar a questão da IA (LEE, 2020). Certamente, a pergunta: “quando podemos dizer que um sistema construído por um humano é inteligente?” é uma questão precípua no campo da IA. Em 1950, Turing propôs, por meio de seu artigo intitulado “*Computing Machinery and Intelligence*”, “uma solução para este problema com a ajuda do chamado jogo de imitação”, ou como ficou conhecido, “Teste de Turing” (FLASINSKI, 2016, p. 3).

Então, constata-se que a obra de Alan Turing se mantém contemporânea, tanto no que diz respeito à sua ponderação dos argumentos que vão de encontro à possibilidade de ser criada uma máquina computacional inteligente, bem como por intervenção das suas respostas a estes argumentos (LUGER, 2004).

Por conseguinte, foi a partir de 1952 que Arthur Lee Samuel, norte-americano, discorreu acerca de um conjunto de *softwares* para jogos de damas que, possivelmente, conseguiam aprender a jogar, de forma amadora, em um nível elevado. Nesse tempo, ele também refutou a teoria de que os computadores só conseguiam desempenhar as tarefas para as quais foram programados (RUSSELL; NORVING, 2013).

Conforme descreve Taulli (2019, p. 8), grande parte das inovações em IA surgiram por intermédio da Academia. É o caso do programa “*General Problem Solver*”, de 1959, desenvolvido por Herbert Simon, J. C. Shaw e Allen Newell. O sistema “resolveu uma variedade de problemas formais”, o qual encontrou

“caminhos para o problema de Euler das pontes de *Königsberg*”, além de ter jogado o quebra-cabeça das Torres de Hanói (FLASINSKI, 2016, p. 4).

Mais adiante, no ano de 1958, no *Massachusetts Institute of Technology* – MIT, o cientista norte-americano John McCarthy trouxe à baila a versão original da linguagem *List Processing* – LISP, fato que se tornou, de forma rápida, na linguagem de programação modelo para pesquisas na época, o qual se consolidou como dominante na inteligência artificial pelas próximas três décadas (COSTA et al., 2021).

No ano de 1965, o também cientista Lotfali Askar-Zadeh inseriu, na computação, a lógica nebulosa. Nesse mesmo ano, o Doutor e especialista em IA, Edward Albert Feigenbaum, e seu grupo de pesquisa, deram início ao “*Dendral*” (COSTA et al., 2021). O sistema, que tinha como função a identificação de moléculas orgânicas, introduziu um novo “paradigma de IA que difere tanto da simulação cognitiva quanto da abordagem baseada em lógica” (FLASINSKI, 2016, p. 5).

Em 1966, Joseph Weizenbaum formulou uma máquina denominada “ELIZA”, a qual utilizava mecanismos de linguagem natural. Nesse sentido, o programa “era capaz de conversar com interrogadores humanos de maneira a parecer outra pessoa”. Ademais, os *chatbots* iniciaram-se a partir dos princípios e técnicas aplicados por meio da ELIZA (GUNKEL, 2017, p. 8).

Para além disso, os primeiros esforços de tradução instantânea, com uso de processamento de linguagem natural, foram amplamente financiados pelo “*National Research Council* – NRC dos Estados Unidos, em uma tentativa de acelerar a tradução de documentos científicos russos após o lançamento do *Sputnik* em 1957” (RUSSELL; NORVING, 2013, p. 46).

No ano de 1969, foi desenvolvida, pela primeira vez, em Washington, D.C., a afamada *International Joint Conference on Artificial Intelligence* – IJCAI, que foi uma das maiores e principais conferências mundiais da área (COSTA et al., 2021, p. 31).

Posteriormente, em 1972, Alain Marie Albert Colmerauer, francês cientista da computação, criou o *Programation et Logique* – PROLOG, “uma linguagem de programação em lógica matemática, especialmente apropriada para a IA e a linguística computacional, tornando-se um forte competidor do LISP” (COSTA et

al., 2021, p. 32). Em 1974, nos EUA, a empresa *Cincinnati Milacron* produziu o primeiro robô industrial vigiado somente por um computador, nomeado de *The Tomorrow Tool* (BRITO; FALCON, 2005).

Especialmente, ao visualizar a nova fase de interesse no campo, nasce, em 1980, em *Stanford*, nos Estados Unidos da América, a Conferência da *American Association for Artificial Intelligence* – AAAI, considerada um dos mais importantes eventos da comunidade de inteligência artificial (COSTA et al., 2021, p. 34).

Mais à frente, em 1981, pesquisadores do Japão divulgaram o projeto *Fifth Generation*, que era um plano de 10 décadas para a montagem de computadores inteligentes que iriam utilizar o sistema PROLOG. Diante disso, os Estados Unidos criaram a *Microelectronics and Computer Technology Corporation* – MCC, como uma associação de pesquisa com vistas a manter a concorrência internacional (RUSSELL; NORVING, 2013).

Ainda no início da década de 1980, foi criado o primeiro programa especialista comercial, o R1, que podia simular a mente de um profissional em algum campo do conhecimento específico. Este foi desenvolvido pela companhia americana, precursora da indústria computacional, *Digital Equipment Corporation* – DEC (GOMES, 2010).

De forma sintética, as indústrias da inteligência artificial obtiveram expansão de poucos milhões de dólares, no início dos anos 1980, para bilhões de dólares em 1988. Todavia, “veio um período chamado de ‘inverno da IA’, em que muitas empresas caíram no esquecimento à medida que deixaram de cumprir promessas extravagantes” (RUSSELL; NORVING, 2013, p. 49).

Nos anos 1990, revoluções suaves surgiram nas áreas de robótica, visão computacional e representação de conhecimento. Um entendimento melhor das questões e de suas propriedades de complexidade, unindo a uma maior refinação matemática, culminou em agendas de pesquisa passíveis de utilização e métodos robustos (RUSSELL; NORVING, 2013).

A partir de 1995, Allen Newell, John Laird e Paul Rosenbloom desenvolveram o sistema SOAR, que era, naquele momento, a exemplificação mais conhecida de uma edificação completa de agente (RUSSELL; NORVING,

2013). O sistema era baseado em arquitetura cognitiva, o qual inclui símbolos, operadores e regras (FLASINSKI, 2016).

Nesse período, ainda consoante aos autores Russell e Norving (2013, p. 52), um dos ambientes mais importantes para os agentes inteligentes surgiu por meio da inserção da internet em suas atividades. Na atualidade, é notório que um dos mais fundamentais meios para os indivíduos inteligentes é a internet (ZORZETTO; NUNES, 2013).

Em 2004, os robôs *Spirits* e *Opportunity* chegaram a Marte e conseguiram operar de forma autônoma. “Desde 2005, com base no rastreamento de atividades na internet e na mídia, empresas passaram a recomendar produtos que poderiam ser do interesse do usuário” (SPERANDIO, 2018, p. 18).

A partir de 2010, os algoritmos de *machine learning* e os de *deep learning* foram intensificados. De forma sintética, os mecanismos da IA estavam ligados ao crescimento veloz e contínuo dos sistemas de dados de fala e imagem, ao crescimento do poderio de processamento computacional e fixação do *cloud computing*, bem como à real revolução na ciência de dados (ARBIX, 2021).

Não obstante, o tecido social ainda não havia se dado conta, de fato, do impacto potencial da tecnologia de inteligência artificial. Apesar disso, um apanhado de técnicas conseguiu atingir um desempenho humano ou super-humano em exercícios essencialmente ligados à inteligência, “como detecção de rostos em fotos ou sumarização de textos” (COZMAN; NERI, 2021, p. 25).

Paulatinamente, esse panorama se converteu no novo milênio. Ocorreu, primeiramente, um crescimento exponencial de poder computacional, não somente inserido em computadores individuais, mas também em câmeras e telefones variados, veículos e eletrodomésticos. Outrossim, “estourou” o número “de dados coletados de equipamentos e pessoas” (COZMAN; NERI, 2021, p. 24).

Sendo assim, a atual “onda” de digitalização, o desenvolvimento e uso da IA representa:

Um desenvolvimento qualitativamente novo. O potencial e a relevância de mercado da IA foram reconhecidos, mundialmente, apenas nas últimas décadas, principalmente devido ao desenvolvimento de chips de computação paralela de alto desempenho e grandes conjuntos de dados que ampliaram a aplicabilidade dessa tecnologia. Atualmente, a IA pode ser embarcada em qualquer tecnologia (*software*, algoritmo, conjunto de processos, robô, etc.) (LEUSIN et al., 2020, p. 2).

Durante a “Quarta Revolução Industrial”, Araújo (2021, p. 26) reforça que a IA e os algoritmos computacionais se aproximam e acabam por suprir os seres humanos de todas as formas, “impulsionados pelo crescimento exponencial da capacidade e da velocidade de desenvolvimento das tecnologias de informação e de comunicação”, em conjunto com as disposições incessantes de um maior número de dados.

Nessa perspectiva, o governo da China, atualmente o maior empreendedor em inteligência artificial no mundo, acrescentou fins ambiciosos para o crescimento da IA em seu 13º plano de cinco décadas, o qual abarcava o período de 2016 a 2020. A nação quer ser tornar a número um em IA até 2030, ao investir desde chips a algoritmos, com enfoque nos campos de cidades inteligentes, defesa e manufatura, mas o que parece é que o país já se consolidou no primeiro lugar (CARVALHO, 2021).

Diante disso, hodiernamente, enfrenta-se uma enorme variante de desafios fascinantes (SCHWAB, 2016). No dia a dia de bilhões de indivíduos, a IA acaba por introduzir em smartphones e deliberar a velocidade das redes sociais, além de aliviar a diversidade linguística existente no mundo por meio da tradução instantânea e, também, sugerir leituras, filmes, vídeos e músicas (ABRIX, 2021).

2.1.2 Inteligência artificial no Brasil

No Brasil, o movimento acadêmico interno, a partir da década de 1970, estabeleceu o início da história da inteligência artificial no território brasileiro. Apesar disso, apenas na última década é que o governo da nação passou a executar políticas públicas relacionadas ao crescimento e fortalecimento das tecnologias nacionais compostas por IA. Todavia, assim como em nível internacional, os mecanismos com inteligência artificial ainda necessitam de regulação interna.

Nesse contexto, sob a perspectiva acadêmica, observa-se que não existia ainda, até o ano de 1980, o envolvimento de cidadãos brasileiros nas conferências internacionais IJCAI, AAAI, nem ao menos alguma “publicação de autores brasileiros no único e prestigiado periódico de IA da época, o *Artificial Intelligence Journal – AIJ*”, que estreou no ano de 1970 pela editora Elsevier. Contudo, a repercussão dos sistemas especializados, “amplamente divulgados

pela mídia internacional da época, motivou o interesse de pesquisadores de várias partes do Brasil a iniciarem pesquisas em IA” (COSTA et al., 2021, p. 36).

Nesse contexto, destaca-se o pesquisador Emmanuel P. Lopes Passos, o qual defendeu a primeira dissertação de mestrado em IA no Brasil no ano de 1971, denominada “Introdução à Prova Automática de Teoremas”, “pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RJ, sob orientação de Roberto Lins de Carvalho, também pioneiro em IA no Brasil” (COSTA et al., 2021, p. 36).

Com o surgimento de estudiosos em IA em território brasileiro, fazia-se necessário um encontro de:

Pesquisadores, professores, estudantes e empresas interessadas em IA para troca de experiência e debates sobre o estado atual dessa nova área no Brasil. A iniciativa do primeiro encontro nacional de IA surgiu em 1984 com Philippe Navaux, então coordenador do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Navaux propôs aos seus colegas de departamento, Antonio Carlos Rocha Costa (mestre em computação) e Rosa Maria Vicari (aluna de mestrado nas áreas de processamento de linguagem natural e tutores inteligentes), a organização do primeiro Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial – SBIA, em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Ambos aceitaram o desafio e se tornariam mais tarde expoentes e formadores de grande número de pesquisadores em IA no Brasil (COSTA et. al, 2021, p. 38).

Surge, então, em 1984, o primeiro Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial – SBIA, em que foram debatidas algumas temáticas, tais como: estado da arte da engenharia do conhecimento; desenvolvimento de sistema especialista em PROLOG, na área de diagnóstico médico; e inteligência artificial e concepção de circuitos VLSI (SBIA, 1984).

Ademais, o evento contou com a participação de pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, dentre eles, S. A. Sandri, E. L. F. Senne, G. Bittencourt e L. A. V. Dias, além da participação de professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS e do professor U. Schiel, da Universidade Federal da Paraíba – UFPB (SBIA, 1984).

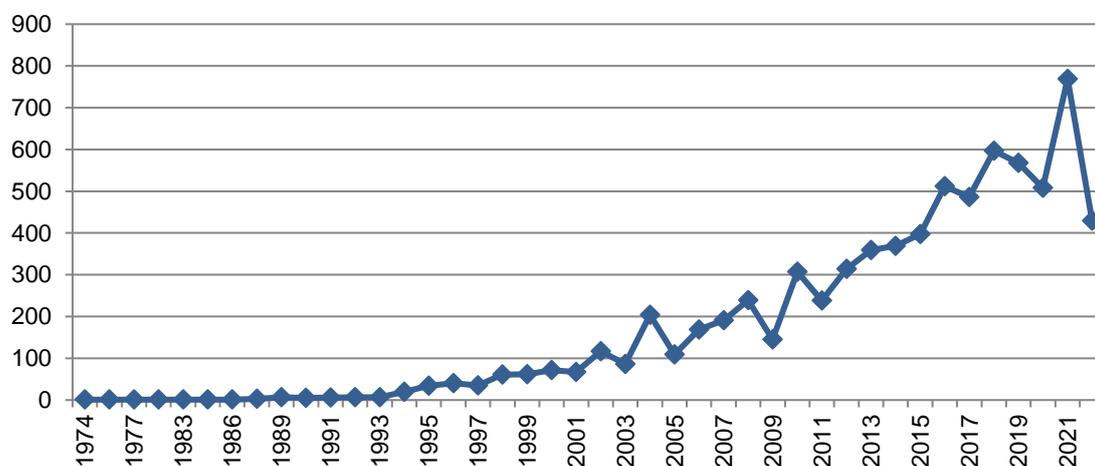
Nessa fase inicial, foram lançados alguns livros sobre a temática no Brasil, que cumpriram, segundo COSTA et al. (2021, p. 39), um papel primordial na formação de novos pesquisadores no campo. Em 1988, foi lançado o livro “Inteligência Artificial – um curso prático, de autoria do Grupo Arariboia, liderado por Antônio Eduardo Costa Pereira e adotado por várias universidades brasileiras”.

Em 2019, a Universidade Federal de Goiás – UFG instituiu a primeira graduação de inteligência artificial do Brasil. Com a oferta do novo curso, a Instituição se alinha ao pioneirismo de Universidades de renome internacional, como o *Massachusetts Institute of Technology* e a *Carnegie Mellon University* (UFG, 2019).

Ainda sob a perspectiva da pesquisa acadêmica no Brasil, em um levantamento na plataforma *Scopus*, base de dados bibliográficos, foram identificados 7.546 documentos indexados sobre o tema, entre os anos de 1974 a junho de 2022, utilizando a *string* “TITLE-ABS-KEY (artificial AND intelligence) AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY, “Brazil”))”.

Diante disso, o Gráfico abaixo revela que a produção científica brasileira sobre inteligência artificial passou a ganhar maior notoriedade a partir do ano 2010, apesar dos esforços iniciais, na década de 1980, do Simpósio Brasileiro de Inteligência Artificial em introduzir o tema nas Universidades e no meio empresarial.

Gráfico 01: Documentos de IA indexados na *Scopus*, por ano (1974-2022).

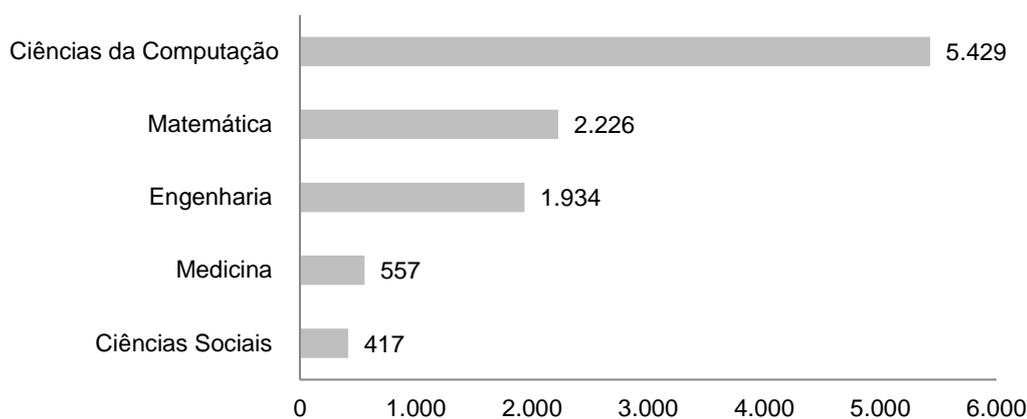


Fonte: Scopus, ago. 2022.

No que tange ao tipo do documento indexado na plataforma *Scopus*, entre 1974 a julho de 2022, identifica-se que 60% das publicações correspondem aos documentos de anais científicos, 33% enquadram-se em artigos científicos e 3% concentram-se em resumos. Os outros 4% são distribuídos em outras categorias de documentos.

Quanto às áreas de estudo classificadas pela *Scopus*, nota-se, em conformidade ao Gráfico 02, que ciência da computação detém um expressivo quantitativo de documentos, instituindo-a na primeira posição do *ranking* das cinco áreas mais abordadas. Em segundo lugar, 2.226 trabalhos estão atrelados à matemática. Apesar da sobreposição, os dados permitem uma análise das áreas de estudo mais recorrentes atreladas à inteligência artificial no Brasil.

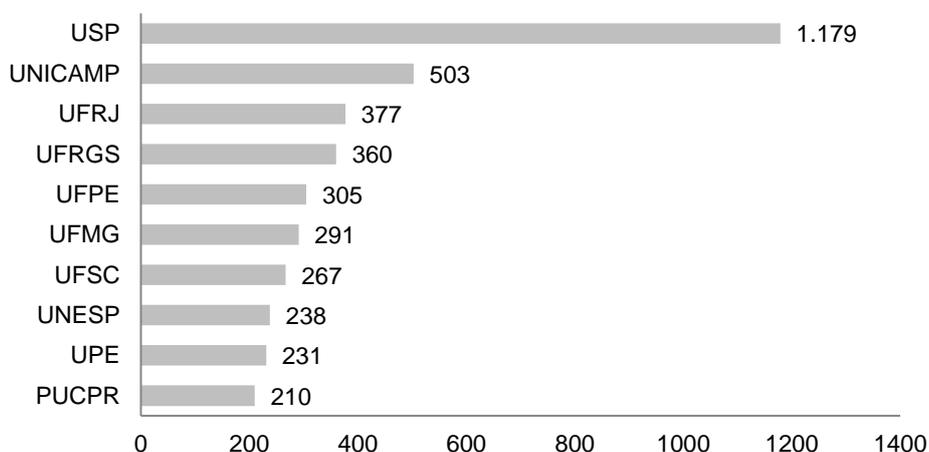
Gráfico 02: Documentos de IA indexados na *Scopus*, por área (1974-2022).



Fonte: Scopus, ago. 2022.

A inteligência artificial, em termos de publicação científica, é um assunto ainda pouco fomentado em Universidades do Nordeste, ao menos é o que apontam os dados do Gráfico 03, em que apenas o estado de Pernambuco está representado.

Gráfico 03: Documentos de IA indexados na *Scopus*, por filiação (1974-2022).



Fonte: Scopus, ago. 2022.

Isso retratado e já sob a perspectiva econômica dos recentes anos, em 2018, a nação brasileira ocupava o nono lugar de maior economia mundial, segundo lugar em maior exportadora agropecuária do mundo, e embora não seja “um país protagonista no desenvolvimento de tecnologia de inteligência artificial, poderá ser líder na aplicação dessa tecnologia em alguns setores da economia” (MARTINS; NERI, 2021, p. 343).

Diante disso, ao realizar uma analogia histórica, nota-se que a nação brasileira não possuía destaque no avanço da física de semicondutores, não tinha uma empresa de fabricação de chips que foi destaque, contudo, no período que vai de 2012 e 2014, o país foi o terceiro maior consumidor de *Central Processing Unit* – CPU (MARTINS; NERI, 2021, p. 343). Nesses termos, Martins e Neri (2021, p. 351) descrevem que:

Acredita-se que o Brasil deve se manter focado em suas vocações e liderar o mundo na aplicação de IA em setores em que já é protagonista, como em serviços financeiros e o próprio agronegócio. O caminho para o Brasil liderar nessa frente é em muitos aspectos bastante similar ao do trilhado pela China, ou seja, focar no desenvolvimento de soluções para resolver problemas brasileiros baseadas em IA que sejam lastreadas por dados locais, e em cadeias de valor cujas idiossincrasias locais não sejam bem endereçadas por soluções importadas.

Entretanto, ainda segundo Martins e Neri (2021, p. 353), é possível notar e reconhecer a existência de alguns impedimentos importantes, dentre eles, a ausência de conexões e ausência de profissionais capacitados que podem trabalhar com os equipamentos sofisticados na área.

Contemporaneamente, “os indicadores de acesso à informação e de disponibilidade de infraestrutura de internet” revelaram que, na zona rural do país, apenas 12,1% dos estabelecimentos contavam com internet, em 2017. Destarte, apenas 9% dos agricultores familiares possuíam acesso à internet (BUAINAIN; CAVALCANTE; CONSOLIN, 2021, p. 13).

Diante disso, o governo brasileiro tem criado esforços para a superação de gargalos, a exemplo da recente elaboração do Plano Nacional de IOT, Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019, o qual tem a finalidade de implementar e desenvolver “Internet das Coisas no País e, com base na livre concorrência e na livre circulação de dados, observadas as diretrizes de segurança da informação e de proteção de dados pessoais” (BRASIL, 2019, Art. 1º).

À luz disso, a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital – E-Digital, acatada em março de 2018, pelo Decreto nº 9.319/2018 e pela Portaria Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações – MCTI, nº 1.556/2018, já demonstrava a necessidade de se debater, de forma prioritária, acerca da temática da IA, devido aos seus efeitos transversais sobre a nação.

Sob essa perspectiva, o MCTI, mediante a Portaria MCTI nº 1.122/2020, instituiu o campo da IA como prioridade, “no que se refere a projetos de pesquisa de desenvolvimento de tecnologias e inovações, para o período 2020 a 2023”. Nesse sentido, “foi elaborada a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial – EBIA” (MCTI, 2021, p. 3).

Em consonância ao MCTI:

Esta estratégia assume o papel de nortear as ações do Estado brasileiro em prol do desenvolvimento das ações, em suas várias vertentes, que estimulem a pesquisa, inovação e desenvolvimento de soluções em Inteligência Artificial, bem como, seu uso consciente, ético e em prol de um futuro melhor (MCTI, 2021, p. 3).

Nesse contexto, almeja-se que a inteligência artificial consiga trazer aquisições “na promoção da competitividade e no aumento da produtividade brasileira, na prestação de serviços públicos, na melhoria da qualidade de vida das pessoas e na redução das desigualdades sociais” (MCTI, 2021, p. 5).

Em consonância às regras da OCDE, transmitidas ao Brasil, a EBIA está alicerçada em cinco princípios traçados pela Organização, a fim de que seja possível uma gestão responsável dos sistemas de IA, a saber: (i) crescimento “inclusivo, o desenvolvimento sustentável e o bem-estar; (ii) valores centrados no ser humano e na equidade; (iii) transparência e explicabilidade; (iv) robustez, segurança e proteção e; (v) a responsabilização ou a prestação de contas” (MCTI, 2021, p. 17).

Ademais, O MCTI incentiva a criação de startups que ofertam produtos ou serviços baseados em IA. Ao todo, até 2021, eram 139 *startups* contemplados em programas de inovação do Ministério, abrangendo, como principais vertentes, o setor de saúde (23%), agronegócio (17,3%) e gestão corporativa/empresarial (8,6%) (MCTI, 2021).

Apesar disso, os empecilhos ainda precisam ser levados em consideração. No ano de 2019, ao passo que os EUA aplicaram US\$ 224 milhões em *startups*

de IA, e a China 45 US\$ milhões, a nação brasileira aplicou somente US\$ 1 milhão. Dessa forma, é imperioso “para a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial estabelecer diretrizes que habilitem o fomento de um ambiente de empreendedorismo em IA no país” (MCTI, 2021, p. 10).

Outrossim, a pesquisa “Cenário Global da Inteligência Artificial”, realizada pela Asgard, em conjunto com a Roland Berger, em 2018, retratou que a nação brasileira era a 17^o na relação global dos países com a maior quantidade de *startups* que se empenham, de forma exclusiva, à IA. Ademais, conforme o MCTI (2021), em um estudo realizado pela *International Data Corporation – IDC*, publicado no ano de 2019, revelou que apenas 15,3% das médias e grandes corporações do Brasil conseguem contar com essa tecnologia.

Nesse cenário, apesar da visão positiva de Martins e Neri (2021), para Carvalho (2021), o panorama do Brasil é nítido, as movimentações de fomento à utilização, e mais significativo, a realização de estudos, inovações e tecnologias de IA, competitivas internacionalmente, acontecem isoladamente, timidamente, desorganizadamente e sem um objetivo nítido. O Brasil, lamentavelmente, está se assentando e se conformando com o papel de consumidor de produtos e serviços que se baseiam em IA.

Nessa perspectiva, alguns centros de pesquisa nacionais terminam por ser somente mostruários para ajudar na venda do que foi produzido por indústrias ou a fim de diminuir os tributos pagos por elas. Para, de fato, ajudar no progresso da “ciência, tecnologia e inovação no país, um centro de IA nacional tem que ser internacionalmente competitivo, com pesquisas da mesma qualidade daquelas realizadas nos principais centros de pesquisa do exterior” (CARVALHO, 2021, p. 26).

Posto isto, no que tange à regulação da IA no Brasil, até o fim do ano de 2020, contava com poucas propostas de controle da IA no Parlamento. Fato é que tramitam ou tramitavam, na Câmara dos Deputados, Projetos de Lei – PL concernentes à regulamentação da IA. Nesse cenário, é possível destacar dois Projetos que se sobressaíram, a saber: PL 21/2020 – em tramitação na Câmara dos Deputados; e PL 240/2020 – arquivada em 2021 (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2022).

Diante disso, sob a égide do PL 21/2020, o Art. 1º descreve que tal Projeto estabelece “princípios, direitos, deveres e instrumentos de governança para o uso da inteligência artificial no Brasil e determina as diretrizes para a atuação da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios”, além de pessoas físicas e jurídicas, tanto de direito público, quanto privado, bem como entes sem personalidade jurídica em relação à matéria.

Dentre os regramentos, o referido Projeto de Lei institui, em seu Art. 9º, que são deveres dos agentes de inteligência artificial:

I - divulgar publicamente a instituição responsável pelo estabelecimento do sistema de inteligência artificial; II - fornecer, na forma do inc. II do art. 7º, informações claras e adequadas a respeito dos critérios e dos procedimentos utilizados pelo sistema de inteligência artificial, observados os segredos comercial e industrial; III - assegurar que os dados utilizados pelo sistema de inteligência artificial observem a Lei 13.709, de 2018 – Lei Geral de Proteção de Dados; IV - implantar um sistema de inteligência artificial somente após avaliação adequada de seus objetivos, benefícios e riscos relacionados a cada fase do sistema e, caso seja o responsável pelo estabelecimento do sistema, encerrar o sistema se o seu controle humano não for mais possível; V - responder, na forma da lei, pelas decisões tomadas por um sistema de inteligência artificial; e VI - proteger continuamente os sistemas de inteligência artificial contra ameaças de segurança cibernética.

Nessa concepção, o Projeto de Lei 240/2020, de forma mais simplória, possuía como intuito, conforme seu Art. 1º, dispor sobre a IA, a qual pretendia estruturar “segurança jurídica para o investimento em pesquisa e desenvolvimento tecnológico de produtos e serviços”, dentre outros, “nos limites da ética e dos Direitos Humanos”.

Contudo, mesmo diante de sua relevância, em agosto de 2021, esse PL foi declarado prejudicado, em face da aprovação da Subemenda Substitutiva Global, adotada pela relatora da Comissão de Ciência e Tecnologia, Comunicação e Informática na Sessão Deliberativa Extraordinária Virtual – 112ª Sessão.

Todavia, os dois Projetos preconizam as primeiras iniciativas do Poder Legislativo do Brasil, no que diz respeito à regulação da inteligência artificial. Ainda assim, observa-se que a nação brasileira já contém alguns mecanismos legais fixados que auxiliam no controle de algumas questões específicas da IA, sendo possível citar a Lei Geral de Proteção de Dados – LGPD, de 14 de agosto de 2018.

Visto isso, utilizando-se por base o Regulamento Geral de Proteção de Dados da União Europeia, ou GDPR, a LGPD dispõe acerca do tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de “direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural” (TEIXEIRA; CHELIGA, 2020) (BRASIL, 2018, Art. 1º).

Desse modo, enquanto não há legislações específicas em território brasileiro, ou acordos internacionais, os indivíduos e órgãos atribuídos por dar vida e implantar sistemas de inteligência artificial, seja por meio de patentes ou outros mecanismos do direito intelectual, precisam assumir responsabilidade pela funcionalidade dos seus sistemas.

Nessa lógica, assim como no âmbito internacional, no Brasil, as discussões legislativas se encontram em um nível inicial. Aparentemente, há um descompasso entre o crescimento exponencial das tecnologias de inteligência artificial e a construção de normativas, que expressem, de maneira lógica e flexível, a realidade e os cenários tecnológicos envolvidos à sociedade e às economias no século XXI.

2.2 Visão computacional

O ser humano possui cinco sentidos essenciais para sua existência, visão, audição, olfato, paladar e tato. Todavia, a visão é, na concepção de Davies (2012), sem dúvidas, o principal elemento receptor do homem, a qual fornece grande parte das informações cotidianas e necessárias para as tomadas de decisões.

À vista disso, em consonância ao pensamento de Nixon e Aguado (2020, p. 4), a visão humana é um sistema sofisticado, que evoluiu ao longo de milhares de anos, tendo por objetivo a defesa e a sobrevivência. Destarte, a função precípua do olho é “formar uma imagem, em que requer a habilidade de focar, seletivamente, em objetos de interesse. Isto é conseguido pelos músculos ciliares que seguram a lente ocular”.

Nesse ínterim, muitas das imagens captadas se tornam redundantes e são comprimidas pelas várias camadas do córtex visual, “de modo que os centros

superiores do cérebro precisam interpretar, abstratamente, apenas uma pequena fração dos dados”. Todavia, a quantidade de informações recebidas diariamente por meio do olho humano é superior a todo o restante de dados que se obtêm dos outros sentidos (DAVIES, 2012, p. 1).

Ademais, Nixon e Aguado (2020, p. 4) descrevem que:

A íris, ou pupila, é como uma abertura em uma câmera que controla a quantidade de luz que entra no olho. É um sistema delicado e precisa de proteção, isso é fornecido pela córnea (esclera). Isso está fora da coróide, que possui vasos sanguíneos que fornecem nutrição e é opaco para reduzir a quantidade de luz. A retina está no interior do olho, que é onde a luz incide para formar uma imagem. Por esse sistema, os músculos giram o olho e moldam a lente, para formar uma imagem na fóvea (ponto focal) onde a maioria dos sensores está situada.

Outra particularidade da visão humana é, de acordo com Davies (2012, p. 2), a facilidade com que a interpretação das imagens é realizada. Nessa perspectiva, vê-se uma cena como ela é, por exemplo, árvores em uma paisagem, não sendo necessárias deduções e interpretações óbvias. Além disso, “as respostas são efetivamente imediatas e normalmente estão disponíveis em um décimo de segundo”.

Desse modo, o olho possibilita que os humanos possam perceber e compreender o mundo ao seu redor, enquanto que a visão computacional tem por desafio duplicar o efeito da visão humana ao identificar e entender uma imagem captada por um dispositivo eletrônico. Sonka, Hlaváč, Boyle (2014, p. 39) explicitam na obra *“Image Processing, Analysis, and Machine Vision”* que outros livros, além deste, “se debruçariam longamente sobre essa frase e o significado da palavra ‘duplicado’, se a visão computacional está simulando ou imitando sistemas humanos, isso é um território filosófico”.

Entretanto, Davies (2012, p. 2) aponta:

É claro que uma das maneiras pelas quais o sistema visual humano ganha da máquina é que o cérebro possui mais de 1.010 células (ou neurônios), algumas das quais têm mais de 10.000 contatos (ou sinapses) com outros neurônios. Se cada neurônio atua como uma espécie de microprocessador, então temos um imenso computador no qual todos os elementos de processamento podem operar concorrentemente.

Destarte, ainda de acordo com Davies (2012), a necessidade de um sistema de processamento robusto, em paralelo às complexas variáveis de

cenários, aclara que a visão computacional deve ser compreendida, de fato, como um dos desafios mais difíceis de resolução na atualidade. Portanto, permitir que computadores possam ver e entender não é algo simplório (SONKA, HLAVÁČ, BOYLE, 2014).

Apesar disso, intuitivamente, a visão humana e dos computadores aparentam ter a mesma função. “O objetivo de ambos os sistemas é interpretar dados espaciais, dados que são indexados por mais de uma dimensão”. Nessa lógica, embora ambas as visões sejam funcionalmente semelhantes, não pode haver a ilusão, neste momento, que um sistema de visão computacional apresente, de forma exata, a função do olho humano (NIXON; AGUADO, 2020, p. 3-4).

À face do exposto, delimitar o conceito de visão computacional é, ao menos num primeiro momento, uma tarefa mais concludente, tendo em vista que a compreensão sobre a visão humana é um conceito concreto, diferentemente da IA que recorre a pensamentos filosóficos para sua concepção. Tendo em vista essa particularidade, serão delineadas, nas próximas subsecções: conceituação e síntese histórica da visão computacional; sistema de visão computacional; e síntese de sua aplicabilidade.

2.2.1 Conceito e síntese histórica da visão computacional

Em consonância ao pensamento de Shanmugamani, (2018, p. 6), a visão computacional “é a ciência de entender ou manipular imagens e vídeos”. Nessa perspectiva, tal tecnologia é, na contemporaneidade, entendida como um ramo da inteligência artificial que permite a localização automatizada de marcos de mídia digital (ADAMIAN et al., 2020). Outrossim, um sistema de visão computacional “processa imagens adquiridas de uma câmera eletrônica, que é como o sistema de visão humano, em que o cérebro processa imagens derivadas do olho” (NIXON; AGUADO, 2020, p. 1).

Para Prateek (2017, p. 12), a visão computacional é um sistema que “lida com dados visuais como imagens e vídeos. Esses sistemas entendem o conteúdo e extraem *insights* com base no caso de uso”. Para Holm et al. (2020, p. 2), a visão computacional é o “campo da ciência da computação que se concentra na quantificação do conteúdo de informação visual de imagens digitais”.

Ademais, na concepção de Khemasuwan et al., (2020, p. 6), a visão computacional é uma subcategoria do *deep learning*, a qual identifica objetos a partir de pixels de imagens brutas. Nesse sentido, os especialistas, primeiramente, rotulam cada imagem, representando o que é compreendido como verdade, então, a visão computacional se “concentra no reconhecimento de imagem e vídeo que lida com tarefas atribuídas, como classificação, detecção e interpretação de objetos, a fim de categorizar resultados predefinidos”.

Nessa lógica, Nixon e Aguado (2020, p. 1) trazem a perspectiva que a visão computacional é uma área sofisticada de estudo e pesquisa para engenheiros, cientistas da computação e outros profissionais interessados pelo tema. “Agora que as câmeras são baratas e amplamente disponíveis e a capacidade e a memória do computador são vastas, a visão computacional é encontrada em muitos lugares”.

Nesse contexto, o “objetivo principal da visão computacional é fazer com que as máquinas vejam o mundo da mesma forma que os humanos” (BHATT et al., 2020, p. 1-2). Dessa forma, as tecnologias de inteligência artificial, que constituem a visão computacional, permitem que a máquina compreenda o mundo por meio de suas próprias experiências. “A IA exige que os dados sejam treinados, a partir dos quais gera um modelo; por exemplo, orelhas pontudas significam gato, orelhas caídas significam cachorro” (PEREIRA; MORESCHI, 2020, p. 2).

À luz disso, a visão computacional como uma área de estudo é, conforme Forsyth e Ponce (2012, p. xvii), uma fronteira intelectual. “Como qualquer fronteira, é excitante e desorganizada, e muitas vezes, não há autoridade confiável para apelar”.

Posto isto, tece-se uma síntese histórica acerca do tema. Cabe ressaltar que a história da visão computacional possui uma linha escassa dos fatos, diferentemente de como ocorre com a inteligência artificial, em que há um conjunto mais expressivo de informações. O fato é que os progressos históricos da visão computacional estão atrelados à história da IA.

No entanto, a visão computacional foi, possivelmente, idealizada na década de 1960, por meio da tese de Lawrence Gilman Roberts (1963), intitulada “*Machine Perception of Three-Dimensional Solids*”, enquanto estudante do

Massachusetts Institute of Technology. “Foi uma das primeiras publicações no campo, introduzindo ideias-chave como detecção de aresta e correspondência baseada em modelo” (RUSSELL; NORVING, 2013, p. 1110).

Em sua tese, Roberts (1963, p. 2) analisa que:

A fotografia é uma projeção em perspectiva de um conjunto de objetos que podem ser construídos a partir da transformação de modelos tridimensionais conhecidos, e que os objetos são suportados por outros objetos visíveis ou por um plano de fundo. Essas suposições permitem que um computador obtenha uma descrição tridimensional razoável das informações de borda em uma fotografia por meio de um processo matemático topológico.

Em suma, Roberts (1963) descreveu, em sua tese, um programa de computador, o qual podia processar uma fotografia em um desenho de linha e, por conseguinte, a transformação em uma representação tridimensional, que exibía uma estrutura com todas as linhas ocultas removidas. À vista disso, tinham-se três processos principais, os quais foram desenvolvidos e programados por intermédio de sua tese:

O processo de entrada produz um desenho de linha a partir de uma fotografia. Em seguida, o programa de construção 3D produz uma lista de objetos tridimensional a partir do desenho de linha. Quando isso é concluído, o programa de exibição 3-D pode produzir uma projeção bidimensional dos objetos de qualquer ponto de vista. Destes processos, o programa de entrada é o mais restritivo, enquanto o programa 2-D para 3-D e o programa 3-D para 2-D são capazes de lidar com quase todos os objetos de superfície planar (ROBERTS, 1963, p. 8-9).

Apesar do pioneirismo de Roberts na década de 1960, Russell e Norving (2013, p. 1110) colocam que o progresso foi lento nas décadas de 1960, 1970 e 1980, haja vista o baixo nível de recursos computacionais e, principalmente, de armazenamento. Já as décadas seguintes, em conformidade com Sonka, Hlaváč e Boyle (2014, p. 27), foram marcadas por um amadurecimento do campo e um “crescimento significativo de aplicações ativas; sensoriamento remoto, diagnóstico técnico, orientação de veículos autônomos, imagens biomédicas”. Além do mais, vigilância automática foi uma das áreas que obteve um desenvolvimento mais rápido.

Em 2005, Sebe et al. (2005, p. 15) identificaram, naquele momento, que:

A capacidade de raciocinar e a capacidade de aprender são as duas principais capacidades associadas a esses sistemas. Nos últimos anos, avanços teóricos e práticos estão sendo feitos no campo da visão computacional e reconhecimento de padrões por meio de novas técnicas e processos de aprendizagem, representação e adaptação. Provavelmente é justo afirmar, no entanto, que o aprendizado representa a próxima fronteira desafiadora para a visão computacional.

Em 2012, Forsyth e Ponce (2012, p. xix) analisavam, na conjunta obra “*Computer Vision - A Modern Approach*”, que a visão computacional estava em um ponto extraordinário em seu desenvolvimento. “Esse florescimento foi impulsionado por várias tendências, dentre elas, o fato de computadores e sistemas de imagem terem se tornado mais acessíveis”.

Avante, nos últimos 10 anos, o campo da visão computacional se transformou drasticamente. No início dos anos 2000, “a opinião comum dos especialistas era de que levariam décadas para que os computadores ganhassem uma compreensão de alto nível das imagens digitais” (SMITS; WEVER, 2021, p. 2). No entanto, já em 2015, o jornal britânico *The Guardian* anunciou que os “computadores são melhores que humanos em reconhecer e classificar imagens”¹, no tocante às categorias predefinidas.

Outrossim, as câmeras digitais criadas no início da década de 1970 e o desenvolvimento de tecnologias e algoritmos complexos em IA, a partir do final do século XX, “proporcionaram a criação de modernos *softwares* de visão computacional”. Desse modo, há, na contemporaneidade, uma “demanda significativa para reconhecer objetos e imagens automaticamente” (BHATT et al., 2020, p. 1).

Nesse cenário, atualmente, existem muitos sistemas em uso, câmeras “inspecionam peças mecânicas para verificar o tamanho, alimentos são inspecionados quanto à qualidade e imagens usadas em astronomia se beneficiam de técnicas de visão computacional” (NIXON; AGUADO, 2020, p. 1). Isso ocorre graças ao crescente número de novos algoritmos de *machine learning* e *deep learning*, “acessíveis por meio de bibliotecas de *software* livre e de código aberto, juntamente à disponibilidade de grandes conjuntos de dados e ao

¹ Disponível em: <https://www.theguardian.com/global/2015/may/13/baidu-minwa-supercomputer-better-than-humans-recognising-images>. Acesso em 20 jul. 2022.

aumento do uso de unidades de processamento gráfico – GPU” (HOSSEINI et al., 2021, p. 286).

Nessa lógica, este ramo da IA “está preenchendo a lacuna entre os talentos humanos e da máquina em um ritmo vertiginoso”. Muitos acadêmicos, cientistas, empresas e entusiastas estão trabalhando em vários elementos tecnológicos no domínio da visão computacional (BHATT et al., 2020, p. 1-2).

Isso tudo significa que as tecnologias da visão computacional têm estado em um cenário intenso de mudanças, marcadas por avanços e conquistas quase exponenciais, e “testemunhada pela qualidade, e muitas vezes, pela quantidade de contribuições notáveis para o campo publicadas em importantes conferências e revistas como ICCV e IEEE” (DAVIES, 2012, p. xxi).

Diante disso, as revistas e as conferências acadêmicas sobre o tema não poderiam deixar de serem explicitadas. Segundo Russell e Norving (2013), as principais revistas de visão computacional são *Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* – IEEE, fundada em 1979 e a revista *Intelligence and International Journal of Computer Vision* – IJCV, constituída em 1987. Já as conferências, incluem-se a *International Conference on Computer Vision* – ICCV (1987), *Computer Vision and Pattern Recognition* – CVPR (1983) e *European Conference on Computer Vision* – ECCV (1990).

Desse modo, enquanto há uma reflexão do contínuo desenvolvimento, cresce o número de cursos e cadeiras acadêmicas em processamento de imagens digitais, bem como visão computacional oferecidos em Instituições de Ensino de todo o mundo. Todavia, “o assunto sofre, no entanto, com a escassez de textos ‘completos’ no sentido de serem acessíveis ao principiante, de uso para os instruídos e atualizados” (SONKA, HLAVÁČ, BOYLE, 2014, p. 27). Bem, tal fato, aparentemente, ainda persiste no ano de 2022.

2.2.2 Sistema de visão computacional

A imersão no tema de visão computacional não é uma tarefa tão simples, principalmente quando a ideia é uma abordagem descritiva de sua origem e de suas funcionalidades. Os livros e artigos científicos disponíveis quase sempre tratam de modelos matemáticos, descrição de algoritmos complexos, bem como processamento de imagens e vídeos por meio de tecnologias preexistentes, a

exemplo de técnicas de utilização de câmeras digitais inteligentes, técnicas de reconhecimento de cenários e objetos, mecanismos *machine learning* e *deep learning*, além de programações computacionais que utilizam redes neurais artificiais e redes neurais convolucionais, ou do termo inglês *convolutional neural network*.

Além do mais, boa parte desses documentos é de língua inglesa, o que gera para estudantes e pesquisadores brasileiros um pouco mais de afinco para a concretude do entendimento acerca das particularidades dos sistemas de visão computacional. No entanto, a concepção geral é a de que a visão computacional está interconectada transversalmente aos sistemas de *machine learning*, *deep learning* e redes neurais convolucionais. Nesse ínterim, a missão dos próximos parágrafos é compor uma trilha cronológica desses mecanismos vinculados à visão computacional.

2.2.2.1 *Machine learning* e *deep learning*

A capacidade de aprender é essencial para um comportamento inteligente. Isso inclui atividades como “memorizar, observar e explorar situações para aprender fatos, melhorar habilidades motoras e cognitivas por meio de novas práticas e organização do conhecimento em representações apropriadas” (FACELI et al., 2011, p. 2-3).

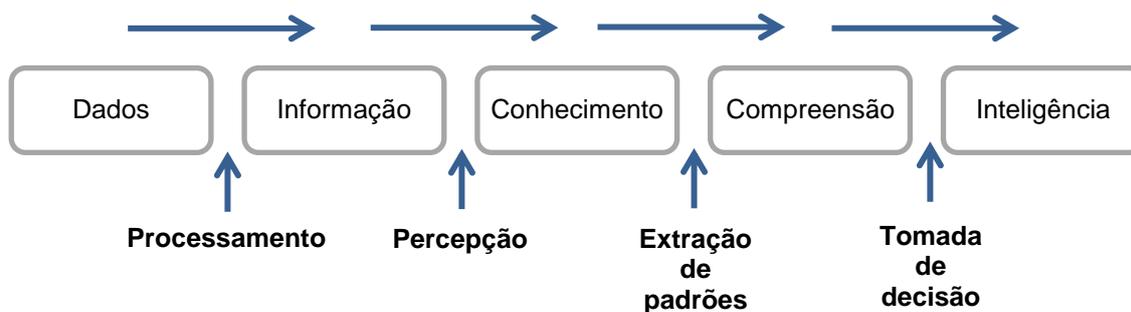
À luz disso, sob a perspectiva computacional, Cozman e Neri, (2021, p. 28) descrevem que, sem dúvida, as técnicas relacionadas à *machine learning* foram as que mais obtiveram atenção nos últimos anos. Na década de 1990, o “aprendizado de máquina era um dos possíveis focos de atenção dentro de IA. Todavia, hoje é uma fração dominante da área e, em certos aspectos, mais popular que a própria IA”.

Sendo assim, o *machine learning* lida com a compreensão da inteligência, ao passo que desenvolve algoritmos que aprendem com dados disponíveis, assim o computador adquire experiência e melhora seu comportamento de aprendizado ao longo do tempo (HOLZINGER, 2018).

Outrossim, o reconhecimento de padrões por intermédio do *machine learning* é, talvez, a tecnologia mais popular de IA, pois, “com base nos modelos de aprendizado, realizam-se previsões em dados desconhecidos e imperceptíveis

ao ser humano” (PRATEEK, 2017, p. 31). Na Figura abaixo, esquematiza-se, segundo prateek (2017), como os dados brutos são convertidos em sabedoria por meio de vários níveis de processamento de *machine learning*.

Figura 01: Níveis de processamento de IA em *machine learning*.



Fonte: PRATEEK, 2017.

Sob essa perspectiva, o *machine learning* “é quase inteiramente dominado por técnicas que extraem padrões de grandes bases de dados”. Nesse sentido, há uma concentração expressiva em sistemas estatísticos, fundamentado em mecanismos inspirados na biologia (COZMAN; NERI, 2021, p. 28). Destarte, “a classificação de dados do *machine learning* resolve o problema de identificar a categoria à qual um novo ponto de dados pertence” (PRATEEK, 2017, p. 31).

Diante disso, a construção de modelo de classificação, com base em *machine learning*:

Dá-se com base no conjunto de dados de treinamento contendo pontos de dados e os rótulos correspondentes. Por exemplo, para verificar se a imagem fornecida contém o rosto de uma pessoa ou não, é necessário um conjunto de dados de treinamento contendo classes correspondentes a essas duas classes: face e sem face. Em seguida, treina-se o modelo com base nas amostras de treinamento (PRATEEK, 2017, p. 31).

Nesse sentido, essa tecnologia é usada em robótica, reconhecimento de fala, previsões do mercado financeiro, bem como no reconhecimento de imagem e em sistemas de visão computacional (PRATEEK, 2017). No entanto, em consonância ao pensamento de Holzinger (2018, p. 1), os grandes desafios dessa tecnologia “estão na criação de sentido, na compreensão do contexto e na tomada de decisões diante de incertezas”. Sob essa ótica, uma das principais restrições é que os programas de aprendizado são limitados ao conjunto de

dados disponibilizados. “Se o conjunto de dados for pequeno, os modelos de aprendizado também serão limitados” (PRATEEK, 2017, p. 31).

Nesse contexto, o *machine learning*, especialmente impulsionado pelo *deep learning*, revolucionou a IA, bem como ultrapassou os humanos a alcançarem melhores desempenhos em algumas áreas, do reconhecimento visual de objetos até jogos complexos. Diante disso, o *deep learning* processa, de modo eficaz, “a enorme quantidade de dados disponíveis atualmente e possui grande poder e velocidade computacionais das máquinas modernas” (COSTA et al., 2021, p. 61).

A aplicação dessa tecnologia, que é uma subárea do *machine learning*, tornou-se realidade a partir dos anos 2000, com os avanços tecnológicos exponenciais das unidades de processamento gráfico, as quais possibilitaram a construção de “requisitos computacionais complexos de multiplicação de múltiplas matrizes com processamento paralelo” (MUTASA; SUN; HA, 2021, p. 1).

Diante disso, o *deep learning* reveste-se de significância para a IA, haja vista a estruturação de novos métodos, como as redes neurais artificiais – RNA e redes neurais convolucionais, as quais revolucionaram a prática nas áreas de visão computacional e processamento de linguagem natural – PLN, além de praticamente todos os demais campos de aplicação de modelagem quantitativa (COZMAN; NERI, 2021). Mutasa, Sun e Ha (2021, p. 1) ressaltam que:

Os algoritmos de *deep learning* extraem e combinam automaticamente representações de nível superior de uma entrada para executar a tarefa necessária. Há entusiasmo em torno da capacidade do *deep learning* de descobrir conexões de dados, anteriormente desconhecidas, e realizar tarefas mais complexas.

Sendo assim, o uso de *deep learning* em visão computacional pode ser ordenado em diferentes mecanismos: “classificação, detecção, segmentação e processamento, tanto em imagens quanto em vídeos”. Dessa forma, ao utilizar técnicas desse tipo de sistema, a visão computacional se apropria das propriedades da visão humana em um computador (SHANMUGAMANI, 2018, p. 21).

Destarte, o desenvolvimento recente das abordagens de *deep learning* provou ser útil na “detecção e classificação de objetos a partir de imagens, em particular, por intermédio do uso de variações de redes neurais convolucionais”

(SHEAVES et al., 2020, p. 6). Nesse contexto, a supracitada rede será apresentada no próximo tópico.

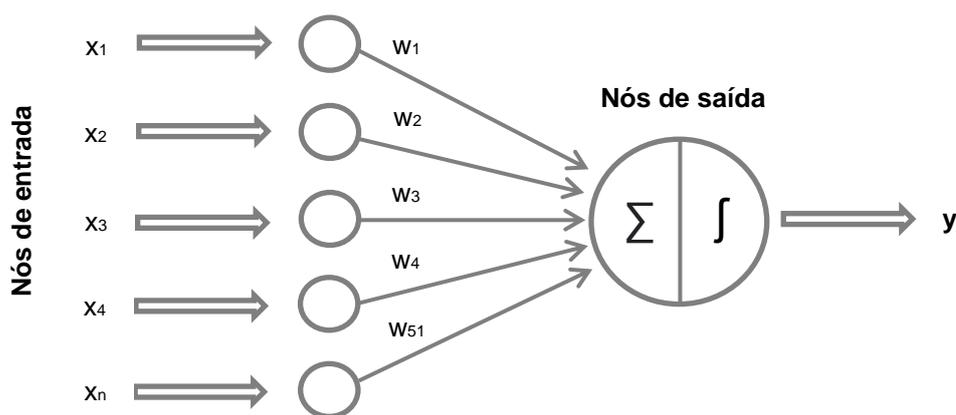
2.2.2.2 Redes neurais artificiais e redes neurais convolucionais

As redes neurais artificiais, por meio do *machine learning* e *deep learning*, simulam o sistema nervoso humano, “tratando as unidades computacionais em um modelo de *machine learning* semelhante aos neurônios humanos” (AGGARWAL, 2018, p. vii). No nível mais básico, “uma rede neural artificial é uma função que inclui unidades, que também podem ser chamadas de neurônios” (TAULLI, 2019, p. 73).

As redes neurais artificiais contêm arranjos em nós, semelhantes a corpos celulares humanos, as quais se articulam com outros nós por meio de conexões programadas, que são ponderadas com base em sua capacidade de fornecer um resultado almejado (CHOI et al., 2019, p. 7).

A grande contribuição da RNA “é criar inteligência artificial por meio de aprendizado, cuja arquitetura computacional simule o sistema nervoso humano” (AGGARWAL, 2018, p. vii). Nessa conjectura, a rede neural mais simples é chamada de “perceptron”. Esta rede neural contém uma única camada de entrada e um único nó de saída, conforme a Figura 02.

Figura 02: Arquitetura básica de um perceptron.



Fonte: AGGARWAL, 2018.

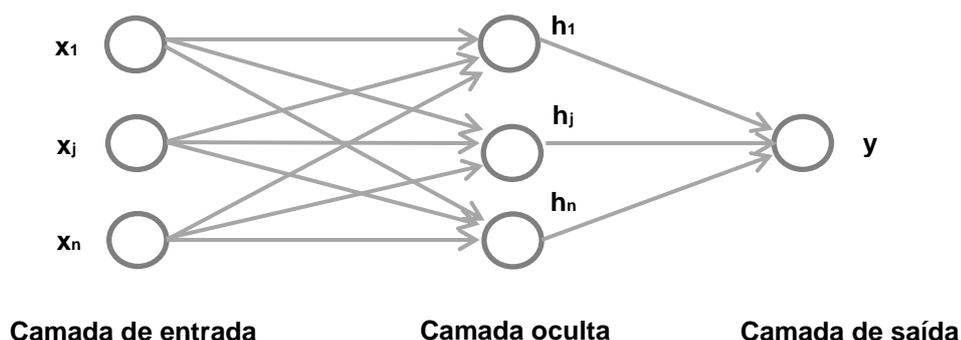
A instância de treinamento é dada pela fórmula (\bar{X}, y) , em que cada $\bar{X} = [x_1 \dots x_n]$ contém n variáveis de recurso e $y \in \{-1, +1\}$ contém o valor observado

da variável de classe binária. A camada de entrada contém n nós que transmitem as n características $\bar{X} = [x_1 \dots x_n]$ com arestas de peso $\bar{W} = [w_1 \dots w_n]$ para um nó de saída. A camada de entrada não executa nenhum cálculo por si só. Todavia, a função linear $\bar{X} \cdot \bar{W} = \sum_{i=1}^n w_i x_i$ é calculada no nó de saída. Posteriormente, o sinal desse valor real é usado para prever a variável dependente de \bar{X} (AGGARWAL, 2018).

Em outras palavras, o perceptron recebe várias entradas de dados e realiza uma soma ponderada, por meio de pesos, para produzir uma saída. Nessa lógica, a soma passa por uma função degrau unitário, neste caso, para um problema de classificação binária. Sendo assim, um perceptron só aprende funções simples ao compreender os pesos a partir de exemplos, esse processo é chamado de treinamento (SHANMUGAMANI, 2018).

Por conseguinte, têm-se, também, os perceptrons multicamadas, os quais são conectados para formar camadas ou unidades ocultas. “As unidades ocultas formam a base não linear que mapeia as camadas de entrada para as camadas de saída em um espaço de menor dimensão”. Os valores são calculados pela adição ponderada das entradas com vieses (SHANMUGAMANI, 2018, p. 11).

Figura 03: Diagrama de um perceptron multicamada.



Fonte: SHANMUGAMANI, 2018.

Desse modo, várias entradas $[x_1 \dots x_n]$ são passadas por uma camada oculta de perceptrons $[h_1 \dots h_n]$ e somadas à saída. Nessa vertente, cada camada oculta pode ter uma das funções de ativação, as quais decidem se um perceptron deve ser ativado ou não. Além do mais, o número de camadas ocultas e perceptrons podem ser escolhidos com base no problema (SHANMUGAMANI, 2018).

Posto isto, em visão computacional, as redes neurais artificiais foram desenvolvidas em analogia à funcionalidade da visão humana, as quais executam combinações, de modo progressivo, entradas de neurônios ou perceptrons, que reconhecem desde características simples, como linhas ou cores no campo visual, até representações mais complexas (MUTASA; SUN; HA, 2021).

Nos últimos anos, “os métodos baseados em *deep learning* tornaram as técnicas mais poderosas que detectam automaticamente os recursos da imagem como um mapa de recursos” (JOSHI; PATEL, 2020, p. 6). Diante disso, a rede neural convolucional tornou-se uma das redes neurais artificiais mais representativas no campo da aprendizagem profunda (LI et al., 2021, p. 1).

A diferença entre redes neurais comuns e redes neurais convolucionais está no tipo de camadas que são usadas e os dados são tratados nas entradas. A RNC assume que as entradas são imagens, o que lhes permite extrair propriedades específicas. Isso torna as redes neurais convolucionais muito mais eficientes em lidar com técnicas de processamento de imagens (PRATEEK, 2017, p. 400). Por certo, as redes neurais profundas, segundo Khemasuwan et al. (2020, p. 6):

São comparáveis à do padrão de conectividade dos neurônios no cérebro humano, seguindo um modelo hierárquico que cria uma estrutura semelhante a um funil para fornecer uma camada totalmente conectada, em que todos os neurônios estão interligados. De interesse histórico, a precisão de visão computacional de última geração foi comparada, favoravelmente, com a precisão humana em tarefas de classificação de objetos.

Outrossim, Bhatt et al. (2020, p. 1) ratifica que a RNC beneficiou a comunidade de visão computacional ao fornecer resultados de ponta em “processamento de vídeo, reconhecimento de objetos, classificação e segmentação de imagens, processamento de linguagem natural, reconhecimento de fala e muitos outros campos”. Diante desses fatos, na atualidade, as redes neurais convolucionais executam tarefas de reconhecimento de imagens, quase tão bem quanto os humanos (CORREIA et al., 2020, p. 2).

Ademais, enquanto os métodos baseados em *machine learning* exigem dados rotulados, a rede neural convolucional pode executar dados não rotulados (JOSHI; PATEL, 2020, p. 2). Além disso, a introdução de grandes quantidades de dados e *hardware* prontamente disponíveis abriram novos rumos para projetos que utilizam RNC. “Vários conceitos inspiradores para o progresso da RNC são

investigados, incluindo funções alternativas de ativação, regularização e otimização de parâmetros” (BHATT et al., 2020, p 1).

À vista disso, boa parte das aplicações de redes neurais convolucionais se concentra “em dados de imagem, embora também se possam usar essas redes para todos os tipos de dados temporais, espaciais e espaço-temporais” (AGGARWAL, 2018, p. 318). Em termos mais técnicos, as redes neurais convolucionais são robustas em comparação a uma rede neural regular. Diante disso, utilizar processamento de imagens em uma simples rede, provocaria um *overfitting*, haja vista o expressivo quantitativo de perceptrons necessários para a concretização das tarefas (SHANMUGAMANI, 2018).

Esse tipo de procedimento requer um grande número de perceptrons, pois uma imagem é considerada volumosa, diante dos fatores de dimensão, largura e profundidade. Sendo assim, as redes neurais convolucionais possuem pesos, vieses e saídas por meio de uma ativação não linear. Cada uma das camadas transforma o volume de entrada em um volume menor de saída (SHANMUGAMANI, 2018).

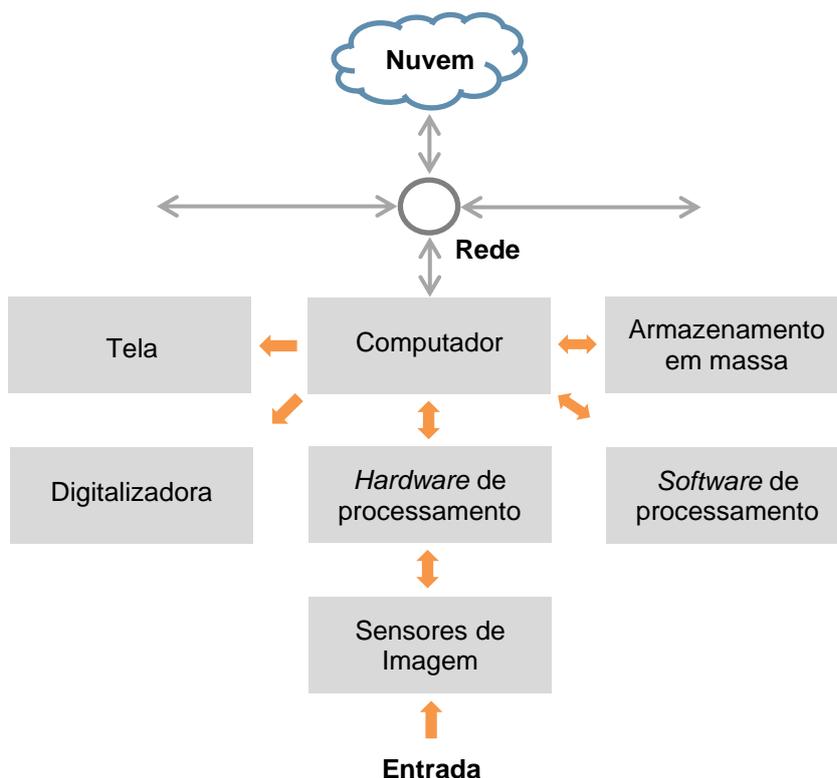
Diante disso, Li et al. (2021. p. 1) ratifica que as redes neurais convolucionais, em conjunto à visão computacional, permitiu o que era considerado impossível nos últimos séculos, “como reconhecimento facial, veículos autônomos, supermercados de autoatendimento e tratamentos médicos inteligentes”. Para tanto, atrelado à RNC, os sistemas de visão computacional necessitam de um grupo de componentes e etapas de processamento de imagens, os quais são descritos na seção subsequente.

2.2.2.3 Componentes e processamento de imagens em sistemas de visão computacional

Como visto nos tópicos anteriores, para que ocorra a concretude das técnicas de um sistema de visão computacional, é necessário um conjunto de tecnologias digitais que se inter-relacionam, como os mecanismos de *deep learning* e as redes neurais convolucionais. Outrossim, conforme Nixon e Aguado (2020), um sistema de visão computacional básico requer, ao menos, uma câmera digital e sua interface com *softwares* de processamento de imagem.

Todavia, para além disso, Gonzalez e Woods (2018) expõem que a tendência continua em direção à miniaturização e combinação de pequenos computadores de uso geral com *hardware* e *software* de processamento de imagem especializado. Nesse ínterim, os autores estabelecem os componentes básicos que compõem um sistema típico de uso geral usado para processamento de imagens digitais, os quais estão descritos na Figura 04.

Figura 04: Componentes de um sistema de processamento de imagens.



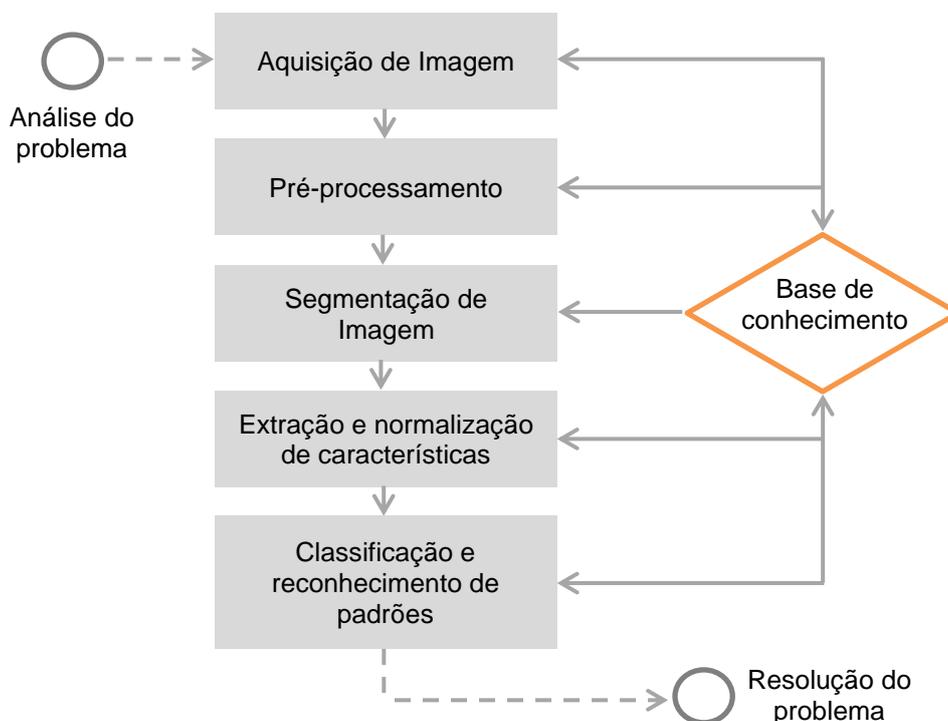
Fonte: Gonzalez e Woods (2018).

Segundo Gonzalez e Woods (2018), há, ao menos, nove componentes básicos para processamento de imagens. São eles: sensores físicos de imagens, os quais convertem as entradas em dados digitais; dispositivos de digitalização, impressoras a laser, câmeras de filme, dispositivos sensíveis ao calor, unidades de jato de tinta e unidades digitais, como discos ópticos e CD-ROM; *hardwares* de processamento de imagem especializado, cujas funções permitem rápidas transferências de dados; *software* de processamento de imagem, que consiste em módulos especializados que realizam tarefas específicas; computador, que pode variar de um PC a um supercomputador; armazenamento em massa, o qual

envolve mecanismos de compactação de imagens; telas para exibição das imagens; rede e comunicação em nuvem, quase padrão em qualquer sistema de computador em uso hoje.

Posto isto, estão atrelados a esses *softwares* e *hardwares* alguns requisitos mínimos para que o computador reconheça e interprete determinada imagem. Isso ocorre por intermédio de etapas típicas de processamento de imagens em sistemas de visão computacional, conforme é explicitado na 3ª (2009) e 4ª (2018) edição da obra *Digital Image Processing* de Gonzalez e Woods e simplificado por Almeida (2018), exemplificado na Figura abaixo.

Figura 05: Etapas típicas no processamento de imagens em visão computacional.



Fonte: Gonzalez e Woods (2018); Almeida (2018).

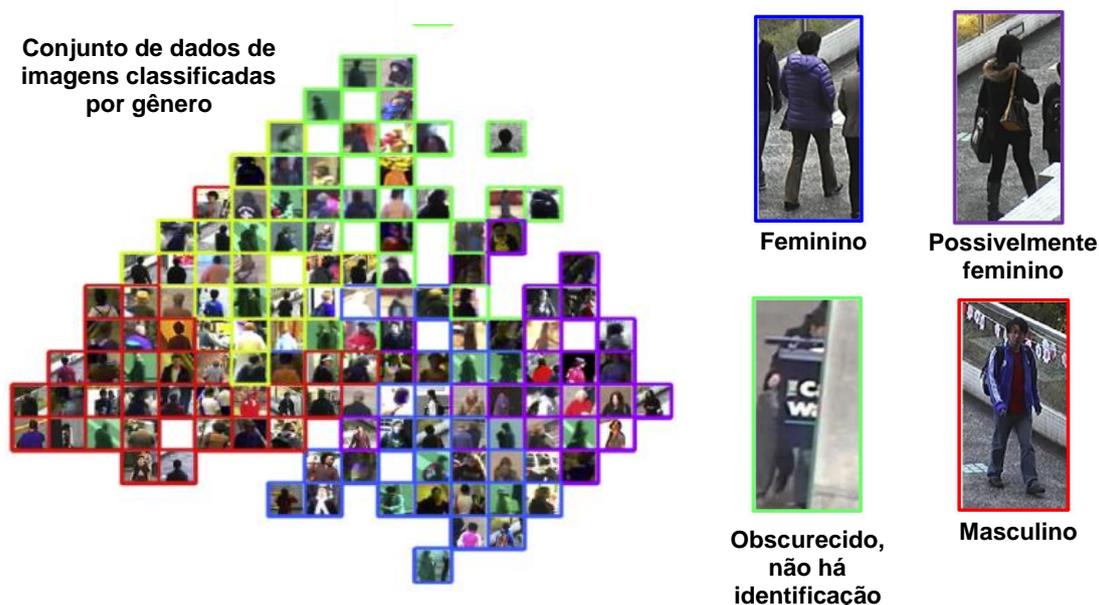
Conforme Almeida (2018), a estrutura de um sistema de visão computacional contempla etapas sequenciais, mediante a descrição de um problema visual, em que todas estão interligadas a uma base de conhecimento dos resultados obtidos.

Desse modo, têm-se as etapas:

- I. Aquisição de imagem: é a primeira etapa de um processamento de imagens de um sistema de visão computacional. Segundo Gonzalez e Woods (2018, p. 41), “a aquisição pode ser tão simples quanto receber uma imagem que já está em formato digital”.
- II. Pré-processamento: envolve elementos que assegurem a qualidade da imagem, tais como redução de ruídos, ajuste de luz e contraste; processamento morfológico e compactação de imagem (CERTI, 2021) (GONZALEZ; WOODS, 2018).
- III. Segmentação de imagem: divide uma imagem em suas partes ou objetos constituintes. De modo geral, a segmentação é uma das tarefas mais complexas no processamento digital de imagens. “Um procedimento de segmentação robusto leva o processo a uma solução bem-sucedida para problemas de imagem que exigem que os objetos sejam identificados individualmente” (GONZALEZ; WOODS, 2018, p. 42-43).
- IV. Extração e normalização de características: utiliza o resultado da segmentação. Geralmente, por meio desse resultado, obtêm-se dados brutos de pixel, permitindo a entrada para os algoritmos de classificação de padrões (GONZALEZ; WOODS, 2018).
- V. Classificação e reconhecimento de padrões: é o processo que atribui um “rótulo (por exemplo, “veículo”) a um objeto com base em seus descritores de recursos”, utilizando métodos de *deep learning* e redes neurais convolucionais (GONZALEZ; WOODS, 2018, p. 43).

Na Figura 06, Nixon e Aguado (2020) explicitam essa última etapa, a classificação e reconhecimento de padrões. No exemplo, após o transcorrer das quatro primeiras etapas de um sistema de visão computacional, o *software* reconhece pessoas por gênero nas ruas de uma cidade qualquer.

Figura 06: Classificação de pessoas por gênero com utilização de *deep learning*.



Fonte: NIXON; AGUADO, 2020.

Esse é o resultado final de um sistema de visão computacional. É a partir da classificação e reconhecimento de padrões que os computadores tomam decisões, com base em outros sistemas de inteligência artificial. Todavia, conforme Nixon e Aguado (2020, p. 574), o percorrer “é bastante longo e complicado, e requer muito poder computacional”. Outrossim, o processamento e a classificação das imagens da Figura 06 são obtidos em tempo real, por meio de *deep learning*, utilizando-se técnicas de redes neurais convolucionais, aplicadas a um sensor de vídeo, após o sistema ter sido treinado (NIXON; AGUADO, 2020).

2.2.3 Aplicação da visão computacional

A visão computacional tem muitas aplicações, incluindo “direção autônoma, inspeção industrial e realidade aumentada” (SHANMUGAMANI, 2018, 6). Essa tecnologia tem sido muito utilizada nos campos de “agricultura, vigilância, saúde, entre outros campos da ciência e indústria” (PANGAL et al., 2021, p. 1).

Smits e Wevers (2021) ratificam o rápido desenvolvimento, nos últimos anos, da aplicabilidade da visão computacional:

Cientistas, governos e profissionais da indústria têm empregado modelos de visão computacional para tomar decisões de alto risco na sociedade. Eles são usados para uma ampla gama de tarefas, como inspeção automática na fabricação, controle de processos industriais, diagnóstico médico, policiamento, vigilância, navegação (carros autônomos), organização de dados visuais (em mídias sociais), marketing personalizado e uma infinidade de aplicações militares (SMITS; WEVERS, 2021, p. 2).

Por conseguinte, não é objetivo dos parágrafos subsequentes esgotarem a discussão da crescente multidisciplinaridade da visão computacional, mas exemplificar, por meio de algumas tecnologias existentes, suas reais aplicações. Sendo assim, suas funcionalidades e seus mecanismos são transversais e, desse modo, em consonância aos autores Shanmugamani, (2018), Pangal et al. (2021) e Smits e Wevers (2021), abrangem ou podem abranger todos os segmentos da sociedade e da economia. Nessa acepção, delineiam-se, na sequência, quatro diferentes usos de visão computacional.

Exposto isto, explicita-se, em primeiro lugar, talvez a mais conhecida e popular tecnologia de visão computacional, o reconhecimento facial e seus mecanismos. Ngoc et al. (2020, p. 473) descreve, em seu trabalho intitulado “*Automatic Facial Expression Recognition System Using Convolutional Neural Networks*”, o reconhecimento de expressão facial – REF, em que o principal objetivo é “classificar uma determinada imagem facial em uma das sete emoções humanas: raiva, desgosto, medo, alegria, tristeza, surpresa e neutro”.

Em termos concretos, o Simão, Fragoso e Roberto (2020) expressa, no estudo “Reconhecimento Facial e o Setor Privado” do IDEC, que a empresa ViaQuatro, concessionária da Linha 4 Amarela do metrô de São Paulo, instalou, nas plataformas de embarque e desembarque, por ela administradas, um sistema de “Portas Interativas Digitais”. A tecnologia consiste, basicamente:

Em câmeras, instaladas junto a painéis de publicidade, que identificam a presença de rostos humanos e reconhecem as emoções das pessoas diante de determinado anúncio publicitário, além de permitir a coleta de dados sobre o número de pessoas que transitam na plataforma e suas características de gênero, etnia e faixa etária (SIMÃO; FRAGOSO; ROBERTO, 2020, p. 22).

Outra tecnologia de visão computacional é o reconhecimento de imagens, materializadas, dentre outras ferramentas de mercado, pelo *Google Cloud Vision*, que é, segundo Pereira e Moreschi, (2020), o resultado de muito trabalho humano e de *machine learning*. O mecanismo é baseado na recente expansão de inovações do Google, o qual utiliza algoritmos especializados e exaustivos dados para o treinamento de suas máquinas inteligentes, cujo intuito é permitir que os computadores enxerguem e compreendam o mundo.

A visão computacional também tem sido crescentemente aplicada na automação de diagnósticos de saúde. Na contemporaneidade, já é possível contar com diagnósticos automáticos acertados e precisos e, algumas vezes, até mais precisos que aqueles dados pelos profissionais da área de saúde. A indústria *iFlytek* desenvolveu um robô que conseguiu passar no exame nacional para licenciamento de médicos da China. O “Médico Assistente robô” é capaz de apontar as queixas dos pacientes, avaliar as imagens de tomografia computadorizada e fazer o diagnóstico inicial (LUDEMIR, 2021).

Por último e mais desafiante, são os sistemas de visão computacional aplicados em veículos autônomos. Conforme Guedes e Machado (2020, p. 53), esse tipo de veículo se depara com cenários complexos e próximos do realmente enfrentado por humanos, como a “percepção do ambiente, o reconhecimento de pedestres e a predição de suas intenções, a condução do veículo em condições meteorológicas adversas”, como chuvas, raios solares, dentre outros.

Em 2009, o Google assumiu a liderança em pesquisas relacionadas a veículos autônomos, mas não foi a única empresa a investir em projetos desse cunho. Em 2013, a Mercedes Benz apresentou o *S500 Intelligent Drive*, em um “passeio autônomo de 103 km na histórica rota *Bertha Benz* de *Mannheim* a *Pforzheim* na Alemanha” (JANAI et. al., 2020, p. 14).

O veículo Mercedes S500 foi equipado, segundo Janai et al. (2020, p. 14):

Com *hardware* de sensor próximo à produção. A detecção de objetos e a análise do espaço livre foram realizadas usando radar e visão estéreo. A visão monocular foi usada para detecção de semáforos e classificação de objetos. Dois algoritmos de visão complementares, baseados em recursos de ponto e baseados em marcação de pista, permitiram a localização com precisão de centímetros em relação a mapas HD anotados manualmente. Enquanto se concentra em uma única rota, o esforço demonstrou que a condução autônoma em ambientes complexos do centro da cidade com base em *hardware* próximo à produção e mapas HD é viável.

É certo que sistemas de visão computacional aplicados em carros autônomos possuem um nível maior de complexidade, diante das n variáveis que os cercam, todavia, encontrar esses veículos nas ruas se tornará uma realidade próxima, ao menos é o que demonstram os projetos veiculados em mídias das empresas Google, Uber, Tesla, Mercedes-Benz, dentre outras.

Conforme o portal eletrônico da NVIDIA (2020), líder global em computação acelerada, há um planejamento de criar, em mútua cooperação à Mercedes-Benz, um revolucionário sistema de computação em veículo e infraestrutura de computação de IA. A pretensão é que, a partir de 2024, esse sistema seja inserido em toda a frota de veículos da empresa, permitindo-lhes funções de condução automatizadas atualizáveis.

Diante disso, a visão computacional, enquanto um ramo da inteligência artificial, também possui variadas frentes de pesquisa e diferentes níveis de complexidade de aplicação. Isso é refletido por intermédio dos mecanismos descritos em tópicos anteriores e nos exemplos expostos nesta seção. Tudo indica que é só o início de uma nova era da humanidade.

3 METODOLOGIA

Para a realização de uma pesquisa científica, é necessário que o pesquisador estruture um percurso metodológico, ou seja, as etapas que serão preestabelecidas para o alcance do objetivo previamente proposto. Diante disso, o presente Trabalho de Conclusão de Curso foi desenvolvido mediante os regramentos delimitadores expostos nos parágrafos subsequentes.

Nessa lógica, quanto aos objetivos, classifica-se como uma pesquisa exploratória. De acordo com Gil (2010, p. 41), trata-se de um método que visa ao “aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado”.

No que diz respeito à abordagem, categoriza-se quanti-qualitativa, pois envolve mensuração e análise de artigos científicos, patentes e projetos de empreendimento inovadores. Santos Filho (1995) defende que a complementaridade das abordagens deve ser reconhecida, considerando as distintas pretensões da pesquisa, cujos propósitos não podem ser alcançados por uma única vertente.

Quanto à natureza, configura-se em pesquisa básica, a qual, segundo Silveira e Cordóva (2009, p. 34), “objetiva gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da ciência, sem aplicação prática prevista”. Para Gil (2010), a pesquisa básica reúne estudos que possuem por finalidade complementar lacunas do conhecimento em análise, bem como acumular informações que possam colaborar em resultados aplicados significativos, mas sem, necessariamente, utilizar essa interface.

No que concerne ao processo de coleta de dados, incorporou-se a realização de uma pesquisa bibliográfica e documental. Nessa seara, destaca-se que foram considerados artigos científicos, por meio de Revisão Sistemática de Literatura – seção 3.1, bem como patentes brasileiras sobre visão computacional, por intermédio de prospecção de patentes – seção 3.2. Ademais, positiva-se, também, a delimitação dos projetos do Programa TECNOVA e Centelha – seção 3.3. Dessa forma, a seguir, será estratificada, de forma mais contundente, a estruturação metodológica.

3.1 Revisão Sistemática de Literatura

A Revisão Sistemática de Literatura – RSL, segundo Cerrao e Castro (2020, p. 4), se caracteriza como “um método de revisão da literatura acrescida de etapas e de critérios rigorosos, o que garante à pesquisa científica maior confiabilidade e reprodutibilidade”. Nesse contexto, a presente RSL tem por fito recuperar artigos científicos que tratem acerca de soluções de visão computacional que sejam passíveis de aplicação no mercado.

Para tanto, desenha-se o protocolo de pesquisa, composto no total por 14 campos que embasam o processo de busca, de seleção e de extração de dados. Diante disso, utilizou-se a ficha do *software State of the Art through Systematic Review – StArt*, desenvolvido pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software – LaPES do Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Tabela 1.

Tabela 01: Protocolo de Revisão Sistemática da Literatura.

Campo	Preenchimento do campo
Objetivo	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.
Questão	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?
População	Artigos científicos sobre visão computacional.
Controle	Artigos científicos que tratem acerca de soluções de visão computacional que sejam passíveis de aplicação no mercado.
Palavras-chave e sinônimos	<i>Artificial; intelligence; computer vision; e image. String: (((artificial) AND (“Intelligence”) AND (“computer vision” OR Image)))).</i>
Definição de critérios de busca	Artigos científicos em conformidade a <i>string</i> utilizada. Intervalo: 2000 a 2022. Região/país: Brasil.
Idiomas	Inglês e português.
Métodos de pesquisa	Leitura do título e do resumo dos documentos; aplicação dos critérios de inclusão e de exclusão; leitura da introdução, metodologia e da conclusão dos documentos; leitura do documento completo nos casos em que as análises anteriores se mostraram inconclusivas para a seleção.
Lista de fontes	As bases de dados consultadas e utilizadas foram: <i>Web of Science</i> ; e <i>Scopus</i> .
Critérios de seleção (Inclusão e Exclusão)	Os critérios de seleção foram definidos como (I) para Inclusão e (E) para Exclusão.

	(I) Abordar a visão computacional e o processamento de imagens. (I) Abordar a visão computacional sob o âmbito mercadológico. (I) Abordar soluções de visão computacional desenvolvido no Brasil. (I) Ao menos um autor brasileiro com filiação à instituição brasileira. (E) Documento não acessível ou que não possui DOI. (E) Não estar no idioma especificado. (E) Não abordar a visão computacional. (E) Não possuir soluções de visão computacional.
Definição de tipos de estudos	Apenas artigos científicos sobre visão computacional, indexados nas bases de dados consultadas.
Avaliação de qualidade dos estudos	Realizada por meio dos quartis dos artigos científicos incluídos na RSL.
Forma de extração de dados	A extração ocorreu por meio de planilhas do <i>Microsoft Office Excel</i> , baixadas das próprias bases de dados.
Sumarização de resultados	Os resultados estão descritos na Tabela 2.

Elaborado pelo autor.

Após definido o protocolo de pesquisa, partiu-se para a execução, com buscas nas bases de dados definidas. Conforme visto, utilizou-se a *string* de busca “(((*artificial*) AND (“*Intelligence*”) AND (“*computer vision*” OR *Image*)))”, bem como os filtros já especificados. No entanto, definiu-se o campo “tópico” para a *Web of Science* e “título e resumo” para a *Scopus*. O quantitativo dos artigos científicos identificados por base de dados é contemplado na Tabela 2.

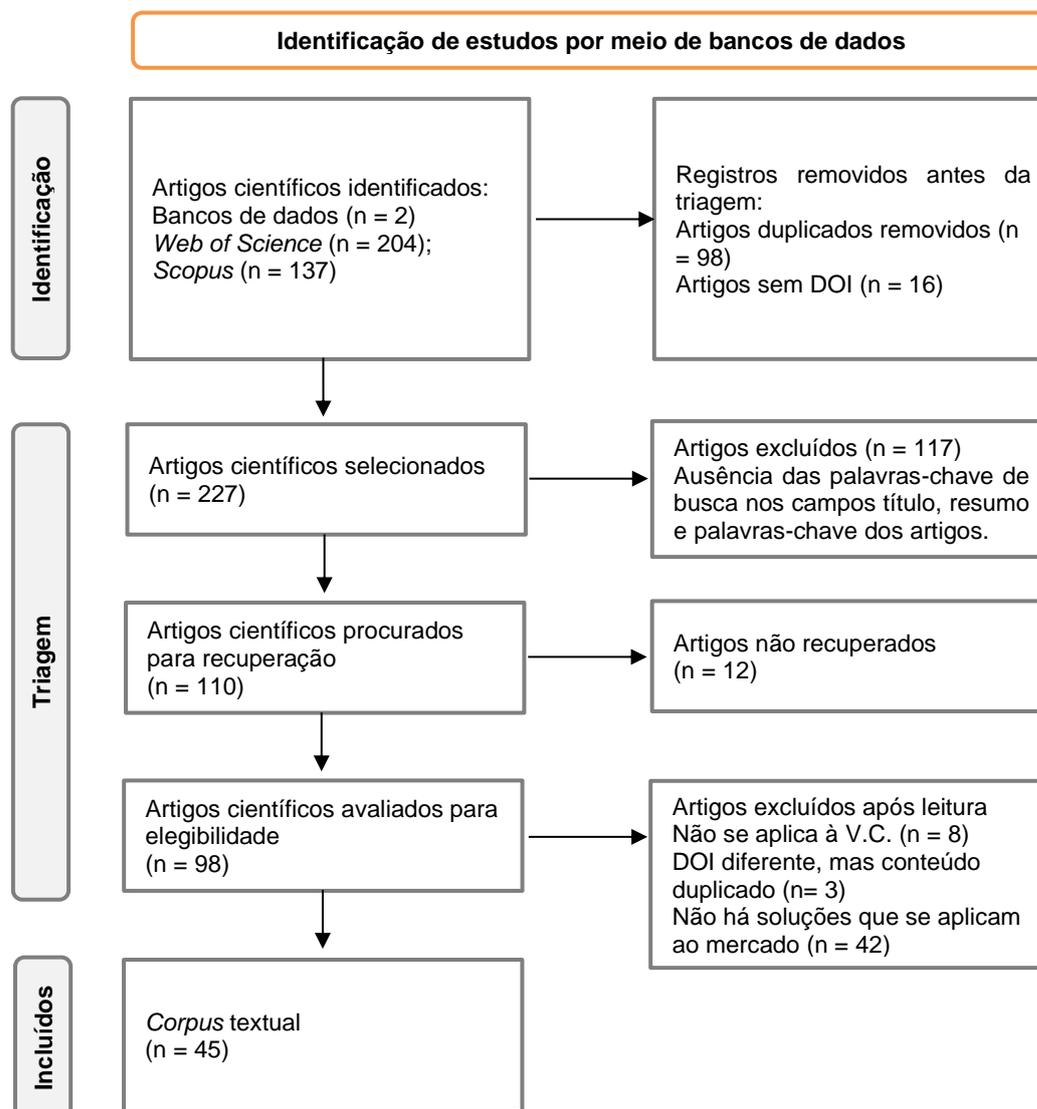
Tabela 02: Quantidade de trabalhos recuperados por base de dados.

Base de dados	Quantidade de trabalhos (n) recuperados
<i>Web of Science</i>	204
<i>Scopus</i>	137
Total	341

Fonte: *Web of Science*; *Scopus*, jun. 2022.

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, conforme o fluxo da Figura 07.

Figura 07: Identificação de artigos por meio de bancos de dados.



Elaborado pelo autor.

Diante do exposto, o *corpus* textual da Revisão Sistemática de Literatura consiste em 45 artigos científicos recuperados que possuem soluções de visão computacional. Isto posto, serão conferidos, na próxima seção, os regramentos da prospecção de patentes.

3.2 Prospecção de Patentes

A prospecção tecnológica, de acordo com Antunes et al. (2018, p. 29-30), “usa diferentes atividades e/ou métodos de captação, tratamento e análise de informações para subsidiar os processos de tomada de decisão”. Nessa lógica, a

prospecção de patentes, desta seção, tem por finalidade identificar patentes brasileiras sobre visão computacional, dados estes, importantes para a execução deste trabalho.

Para tanto, desenha-se o protocolo de pesquisa, composto, no total, por 13 campos que embasam o processo de busca, de seleção e de extração de dados. Utilizou-se a ficha adaptada do *software StArt*, Tabela 3.

Tabela 03: Protocolo de Prospecção de Patentes.

Campo	Preenchimento do campo
Objetivo	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.
Questão	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?
População	Patentes sobre visão computacional.
Palavras-chave e sinônimos	<i>Artificial; intelligence; computer vision; e image.</i> String utilizada no Questel Orbit “((artificial and intelligence)/ti/ab/clms and (computer vision or image)/ti/ab/clms)”. Palavra-chave utilizada no INPI: Inteligência Artificial > Resumo > leituras dos resumos.
Definição de critérios de busca	Patentes brasileiras sobre visão computacional. Intervalo: 2000 a 2022.
Idiomas	Inglês e Português.
Métodos de pesquisa	Leitura do título e do resumo das patentes; aplicação dos critérios de inclusão e de exclusão.
Lista de fontes	As bases de dados consultadas e utilizadas foram: <i>Questel Orbit</i> ; e INPI.
Critérios de seleção (Inclusão e Exclusão)	Os critérios de seleção foram definidos como (I) para Inclusão e (E) para Exclusão. (I) Tecnologias de visão computacional. (I) Patentes brasileiras. (I) Inventores brasileiros. (E) Não estar no idioma especificado. (E) Patentes que não são de visão computacional. (E) Não ter sido depositada no Brasil.
Definição de tipos de estudos	Apenas patentes brasileiras sobre visão computacional, inseridas nas bases de dados consultadas.
Forma de extração de dados	No <i>Questel Orbit</i> , a extração ocorreu por meio de planilha do <i>Microsoft Office Excel</i> , baixada da própria base de dado. Já no INPI, a extração ocorreu por meio da leitura dos resumos e, por conseguinte, compilação em arquivo do <i>Microsoft Office Excel</i> .
Sumarização de resultados	Os resultados estão descritos na Tabela 4.

Elaborado pelo autor.

Após definido o protocolo de pesquisa da prospecção de patentes, partiu-se para a execução, com buscas nas bases de dados definidas. Assim, como exposto no protocolo de pesquisa (Tabela 3), utilizou-se a *string* e os operadores “((*artificial and intelligence*)/*ti/ab/clms and (computer vision or image)*/*ti/ab/clms*)” na plataforma *Questel Orbit*.

Por conseguinte, em nível nacional, empregou-se a plataforma de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, o qual é uma Autarquia federal brasileira, vinculada ao Ministério da Economia, responsável pelo aperfeiçoamento, disseminação e gestão do sistema brasileiro de concessão e garantia de direitos de propriedade industrial para a indústria.

Posto isto, foi inserida a palavra-chave “inteligência artificial” no campo pesquisa, em que se fixou a expressão exata dentro das possíveis variáveis de busca. Após a identificação e compilação dos resultados, realizou-se leitura dos resumos, cujo fito foi a identificação das tecnologias sobre visão computacional. O quantitativo de patentes por base de dados está contemplado na Tabela 4.

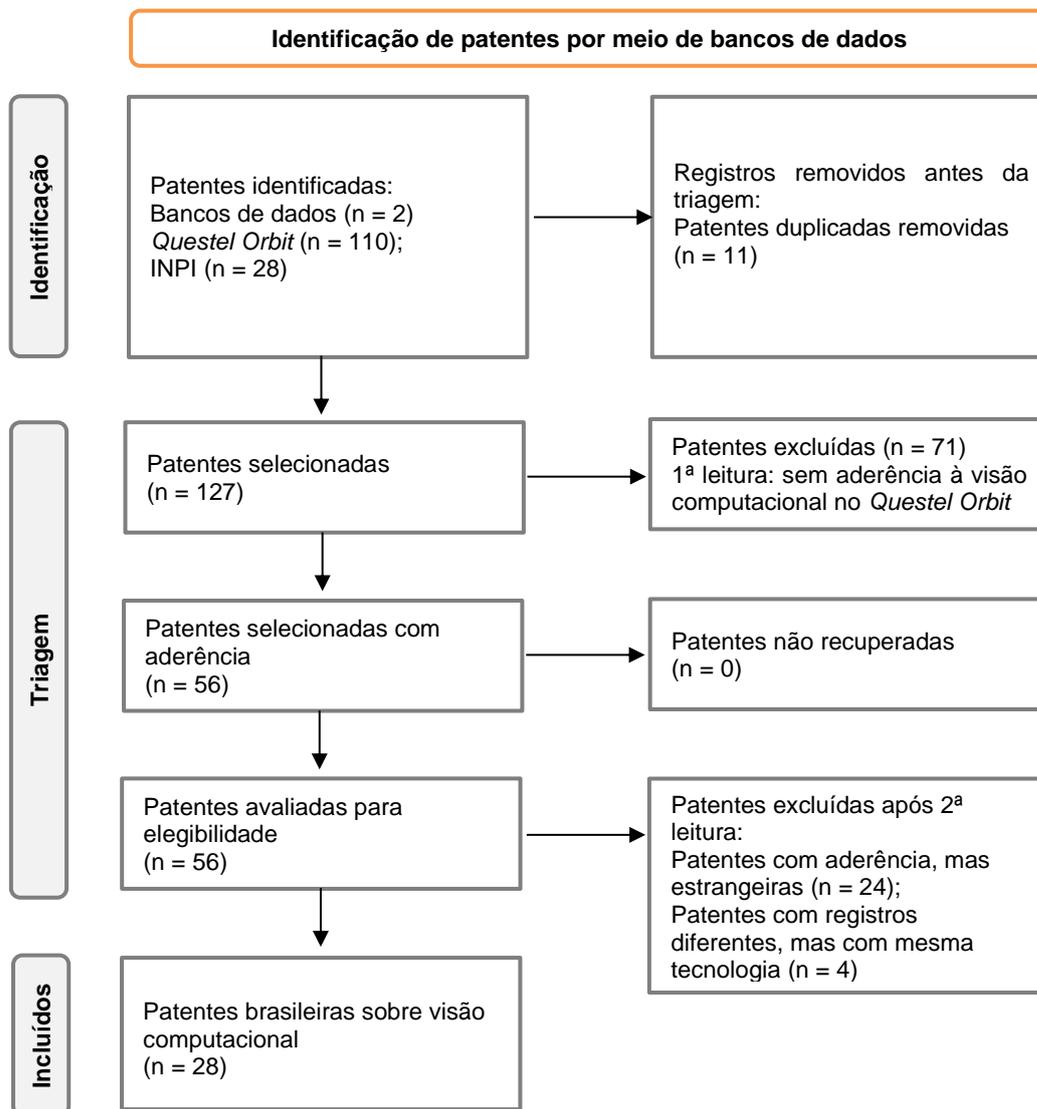
Tabela 04: Quantidade de patentes prospectadas por base de dados.

Base de dados	Quantidade de patentes (n) prospectadas
<i>Questel Orbit</i>	110
INPI	28
Total	138

Fonte: *Questel Orbit*, INPI, jun. 2022.

Por conseguinte, aplicou-se o método PRISMA, adaptado à prospecção de patentes, com o auxílio de planilha específica *Microsoft Office Excel* para o tratamento dos dados, tendo em vista a definição do quantitativo de patentes brasileiras sobre visão computacional, conforme o fluxo da Figura 08.

Figura 08: Identificação de patentes por meio de bancos de dados.



Elaborado pelo autor.

À face do exposto, identificaram-se, por intermédio dos filtros da Figura 10, 28 patentes brasileiras sobre visão computacional, as quais compõem, conjuntamente à RSL, os dados que orientam a discussão dos resultados, tendo em vista a possibilidade de aplicação no desenvolvimento dos projetos dos Programas TECNOVA e Centelha. Na próxima seção, especificar-se-ão os supracitados projetos.

3.3 Projetos dos Programas TECNOVA e Centelha

O Programa TECNOVA, criado em 2010, é uma iniciativa pioneira do MCTI e da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, o qual se desenvolveu mediante atuação conjunta com entes descentralizados, em grande parte, as Fundações de Amparo à Pesquisa dos estados (FINEP, 2019, p. 4). O Programa, o qual se encontra na segunda edição, tem por objetivo “ampliar as atividades de inovação e incrementar a competitividade das empresas e da economia do país” (FINEP, 2010, p. 6).

Por conseguinte, o Programa Centelha, instituído por meio da Portaria MCTI/GM nº 4.082, de 10 de agosto de 2018, também é uma Iniciativa do MCTI e da FINEP, no entanto, em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, o Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa – CONFAP e a Fundação CERTI. O Centelha, que também está em sua segunda edição, tem por finalidade:

A cultura do empreendedorismo inovador em todo o território nacional e para a geração acelerada de novos empreendimentos de base tecnológica alinhados com as vocações de desenvolvimento econômico, social, científico e tecnológico dos diferentes estados e regiões do país (FINEP, 2018, p. 3).

Diante disso, os Programas TECNOVA e Centelha, presentes nos 26 estados e no Distrito Federal, podem ser caracterizados como uma das políticas públicas mais importantes do país para o fomento ao empreendedorismo inovador e à criação de empresas de base tecnológica em todo o território nacional.

Outrossim, os supracitados Programas oferecem recursos de subvenção econômica – prevista no Art. 19 da Lei de Inovação de 2004, bolsas de apoio técnico, capacitações e assessorias para incentivar empreendedores a transformarem ideias em negócios de sucesso, o que totaliza um investimento global em torno de R\$ 400 milhões.

Isto posto, mediante a relevância nacional, bem como o impacto positivo para o desenvolvimento tecnológico regional e local, além de aspectos metodológicos robustos, é que se priorizou, no âmbito do estado de Alagoas, a delimitação do estudo por meio dos Programas de fomento à inovação do TECNOVA e Centelha, os quais são coordenados pela Fundação de Amparo à

Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL, em parceria com outras Instituições do estado.

Nessa lógica, positivam-se, no protocolo de delimitação – Tabela 5, os recortes propostos para a seleção e extração dos projetos dos Programas, no estado de Alagoas. Para tanto, utilizou-se a ficha adaptada do *software StArt*.

Tabela 05: Protocolo de delimitação dos projetos do Programa TECNOVA e Centelha.

Campo	Preenchimento do campo
Objetivo	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.
Questão	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?
População	Projetos contemplados nos Programas TECNOVA e Centelha no estado de Alagoas. 2013 a 2021.
Palavras-chave e sinônimos	Projetos de subvenção econômica; Programa TECNOVA; Programa Centelha; Alagoas.
Definição de critérios de busca	Projetos contemplados nos Programas TECNOVA I e II e Centelha I e II do estado de Alagoas.
Idiomas	Português.
Métodos de pesquisa	Leitura do título e do resumo dos projetos; aplicação dos critérios de inclusão e de exclusão.
Lista de fontes	As bases de dados consultadas e utilizadas foram: Sistema Centelha; e Base de dados da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL.
Critérios de seleção (Inclusão e Exclusão)	Os critérios de seleção foram definidos como (I) para Inclusão e (E) para Exclusão. (I) Projetos contemplados no Programa TECNOVA I e II do estado de Alagoas. (II) Projetos contemplados no Programa Centelha I e II do estado de Alagoas. (E) Projetos contemplados no Programa TECNOVA I e II de outras unidades federativas. (E) Projetos contemplados no Programa Centelha I e II de outras unidades federativas.
Forma de extração de dados	Extração de relatórios por meio das bases de dados definidas.
Sumarização de resultados	Os resultados estão descritos na Tabela 6.

Elaborado pelo autor.

Após definidas as delimitações dos Programas TECNOVA e Centelha, no estado de Alagoas, partiu-se para a sua execução e extração dos dados previamente definidos, Tabela 6.

Tabela 06: 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

Fonte: FAPEAL, out. 2022.

À vista disso, não foi necessária, no caso dos projetos identificados nos referidos Programas, a utilização do fluxo PRISMA, haja vista que todos estão aptos para a análise e discussão dos resultados deste trabalho, uma vez que, mesmo sem a prévia relação com inteligência artificial e visão computacional, as tecnologias prospectadas podem contribuir para o desenvolvimento ou aprimoramento dos negócios inovadores.

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

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, apresentam-se a análise e 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 no estado de Alagoas, conforme os aspectos já tratados na Metodologia.

Sob essa ótica, as quatro primeiras seções tratam sobre a análise dos resultados, em que se descrevem as soluções de visão computacional extraídas dos artigos científicos inseridos na RSL; as patentes brasileiras sobre visão computacional; os projetos contemplados no Programa TECNOVA I e II; e os projetos contemplados no Programa Centelha I e II.

Por conseguinte, há a discussão dos resultados, seção 4.5. Desse modo, discorre-se sobre as tecnologias (soluções e patentes) que possuem aderências aos projetos Programas TECNOVA e Centelha no estado de Alagoas, almejando responder à pergunta-pesquisa, bem como validar o objetivo central deste trabalho.

4.1 Soluções de visão computacional

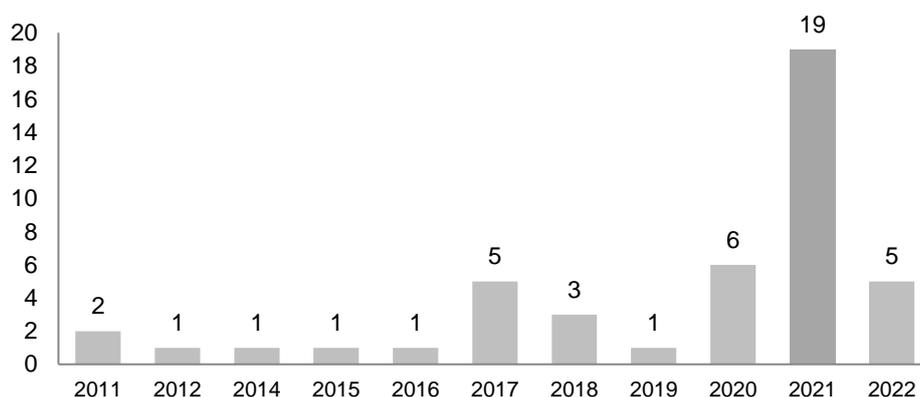
Antes de tudo, para fins de melhor entendimento e padronização, as tecnologias de visão computacional, extraídas por meio dos artigos científicos, recebem, aqui, a nomenclatura de “solução”. Outrossim, é imperioso destacar que não há, nesse contexto, nenhuma patente identificada, apenas *softwares* e aplicativos digitais.

Além do mais, tais soluções possuem, em seus desenvolvimentos, um aparato de sistemas preexistentes que se inter-relacionam ou se somam, a exemplo do *software Matlab; OpenCV; Kera; Python; TensorFlow; Inception V3;* dentre outros.

Posto isto, conforme os requisitos do protocolo de pesquisa, Tabela 01, e os filtros utilizados a partir do método PRISMA, Figura 09, foram identificados 45 artigos científicos que possuem soluções de visão computacional, aplicáveis ao mercado, em diferentes setores.

Todavia, apesar de se utilizar um espaço temporal entre os anos de 2000 a junho de 2022, as tecnologias extraídas se deram a partir de 2011, com ênfase para o ano de 2021, conforme o Gráfico 04.

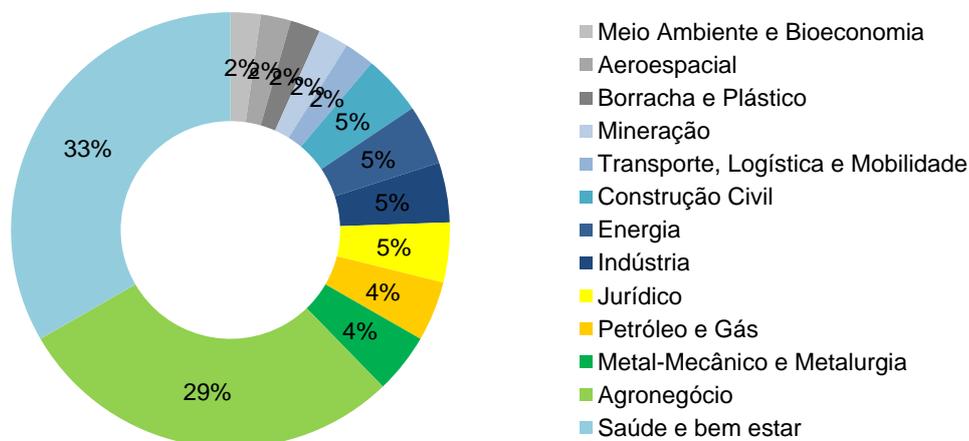
Gráfico 04: Artigos científicos publicados com soluções de visão computacional, por ano.



Fonte: *Web of Science; Scopus*, jun. 2022.

Quanto à classificação dos setores das soluções identificadas, utilizou-se a relação definida nos editais dos Programas TECNOVA e Centelha, cujo objetivo é a padronização dos resultados, bem como a posterior discussão dos dados. Nessa concepção, no Gráfico 05, têm-se os percentuais de soluções de visão computacional, por setor. Destaque para “saúde e bem-estar” e “agronegócio”.

Gráfico 05: Percentual de soluções de visão computacional, por setor.



Fonte: *Web of Science; Scopus*, jun. 2022.

Por conseguinte, elencam-se, na Tabela 07, as soluções identificadas nos artigos científicos já retratados. Nessa lógica, estabeleceram-se alguns campos para a estruturação das informações, a saber: título e autores; solução identificada; descrição da solução; e o setor que mais se adequa.

Tabela 07: Soluções de visão computacional extraídas dos artigos científicos.

Nº	Título e Autores	Solução	Descrição da solução	Setor
1	<i>Computer-aided autism diagnosis based on visual attention models using eye tracking</i> (OLIVEIRA J.S. et al., 2021)	Método para diagnosticar paciente com TEA	Método computacional, integrando conceitos de Modelo de Atenção Visual, processamento de Imagens para realizar diagnóstico de paciente com TEA.	Saúde e bem estar
2	<i>Breast cancer diagnosis using thermal image analysis: A data-driven approach based on swarm intelligence and supervised learning for optimized feature selection</i> (MACEDO et al., 2021)	Diagnóstico de câncer de mama usando análise de imagem térmica	Maximizar o diagnóstico preciso de câncer de mama por meio de visão computacional.	Saúde e bem estar
3	<i>An artificial intelligence model based on the proteomic profile of euploid embryos and blastocyst morphology: a preliminary study</i> (BORI, et al., 2021)	Modelo de inteligência artificial baseado no perfil proteômico de embriões euploides	É uma ferramenta promissora para selecionar embrião euploide. Fertilização <i>In Vitro</i> .	Saúde e bem estar
4	<i>Identification of areas of grading difficulties in prostate cancer and comparison with artificial intelligence assisted grading</i> (EGEVAD L. et al., 2020)	Identificação de câncer de próstata	Identificar de câncer de próstata a partir de um sistema de inteligência artificial treinado em classificação de imagens.	Saúde e bem estar
5	<i>Semivariogram and Semimadogram functions as descriptors for AMD diagnosis on SD-OCT topographic maps using Support Vector</i> (SANTOS A. M. et al., 2018)	Diagnóstico de Degeneração Macular Relacionada à Idade - DMRI	Detecção automática de DMRI por técnicas automatizadas de processamento de imagens aplicadas em volumes de tomografia de coerência óptica de domínio espectral.	Saúde e bem estar
6	<i>Automated grading of age-related macular degeneration from color fundus images using deep convolutional neural networks</i> (BURLINA P. M. et al., 2017)	Classificação automatizada de Degeneração Macular Relacionada à Idade - DMRI	Método para detecção automática de DMRI a partir de imagens de fundo de olho usando uma nova aplicação de métodos de aprendizado profundo para a avaliação automatizada.	Saúde e bem estar
7	<i>An image mining based approach to detect pressure ulcer stage</i> (GUADAGNIN R. et al., 2014)	Detectar o estágio de úlcera de pressão	Suporte computacional eficaz para a assistência às decisões médicas para tratamento de úlceras por pressão.	Saúde e bem estar
8	<i>Alzheimer's Disease Detection Through Whole-Brain 3D-CNN MRI</i> (FOLEGO G. et al., 2020)	Detecção da doença de Alzheimer	Detecção da doença de Alzheimer por meio de ressonância magnética 3D-CNN.	Saúde e bem estar
9	<i>Classification of Approximal Caries in Bitewing Radiographs Using Convolutional Neural Networks</i> (MORAN M. et al., 2021)	Classificação de cárie proximal	Identificação de cáries proximais em imagens radiográficas interproximais e classificá-las de acordo com a gravidade da lesão.	Saúde e bem estar
10	<i>Smartpath(k): a platform for teaching glomerulopathies using machine learning</i> (ALDEMAN, N.L.S. et al., 2021)	<i>Smartpathk</i>	Reconhecer padrões histológicos em biópsia renal.	Saúde e bem estar
11	<i>Development of a System Classification of Images Dermoscopic for Mobile Devices</i> (ALENCAR, F.E.S; LOPES, D.C; NETO, F.M.M., 2016)	Sistema de classificação de imagens dermatoscópicas	Análise e classificação lesões cutâneas a partir das características das bordas e cor da regra ABCD.	Saúde e bem estar

12	<i>SKAN: Skin Scanner - System for Skin Cancer Detection Using Adaptive Techniques</i> (GANZELI, H.S. et al., 2011)	Sistema para detectar câncer de pele	Distinguir imagens de câncer de pele, especificamente melanoma, de outras que mostram apenas manchas comuns ou outros tipos de doenças de pele.	Saúde e bem estar
13	<i>Recognition of Human Face Regions under Adverse Conditions- Face Masks and Glasses-In Thermographic Sanitary Barriers through Learning Transfer from an Object Detector</i> (SILVA J. R. et al., 2022)	Reconhecimento de regiões da face humana sob condições adversas	Detectar as temperaturas mais quentes nas regiões de interesse (ROIs) da face humana em imagens termográficas, permitindo a identificação de um estado febril em humanos.	Saúde e bem estar
14	<i>Development and validation of an artificial neural network to support the diagnosis of melanoma from dermoscopic images</i> (FERREIRA C.A.Z. et al., 2021)	Diagnóstico de melanoma em imagens dermatoscópicas	Diagnóstico de melanoma em imagens dermatoscópicas.	Saúde e bem estar
15	<i>The malaria system microapp: A new, mobile device-based tool for malaria diagnosis</i> (OLIVEIRA A.D. et al., 2017)	<i>The Malaria System MicroApp</i>	Sistema de diagnóstico de malária baseado em dispositivo móvel automatizado.	Saúde e bem estar
16	<i>Determining leaf stomatal properties in citrus trees utilizing machine vision and artificial intelligence</i> (COSTA L. et al, 2021)	Método para identificar e quantificar estômatos em folhas de árvores cítricas	Regulação estomática das folhas, com fito de proporcionar uma melhor capacidade fotossintética de árvores cítricas.	Agronegócio
17	<i>Ethoflow: Computer vision and artificial intelligence-based software for automatic behavior analysis</i> (BERNARDES R.C. et al., 2021)	<i>Software Ethoflow</i>	Software para análise automática do comportamento animal.	Agronegócio
18	<i>Multivariate regression and artificial neural network to predict phenolic content in Schinus terebinthifolius stem bark through TLC images</i> (MORAES R.R.T. et al., 2021)	Quantificação de polifenóis de matrizes vegetais	Prever conteúdo fenólico na casca do caule de <i>Schinus terebinthifolius</i> por meio de imagens de cromatografia em camada delgada.	Agronegócio
19	<i>Development of a low-cost digital image processing system for oranges selection using hopfield networks</i> (FERMO I.R. et al., 2021)	Sistema de seleção de laranjas	Inspeção de qualidade e seleção automática de laranjas.	Agronegócio
20	<i>Interactive machine learning for soybean seed and seedling quality classification</i> (MEDEIROS A.D. et al., 2020)	Classificação de qualidade de sementes e mudas de soja	Método interativo e tradicionais de aprendizado de máquina para classificar sementes e mudas de soja de acordo com sua aparência e potencial fisiológico.	Agronegócio
21	<i>Artificial Intelligence-Based Grading Quality of Bovine Blastocyst Digital Images: Direct Capture with Juxtaposed Lenses of Smartphone Camera and Stereomicroscope Ocular Lens</i> (GOUVEIA N.M.F. et al., 2018)	Classificação de blastocistos bovinos	Interface gráfica e intuitiva online conectada a um servidor com o objetivo de facilitar o acesso de profissionais em todo o mundo àqueles que enfrentam problemas com a classificação de blastocistos bovinos.	Agronegócio
22	<i>Fully automatic segmentation of bee wing images</i> (FAGUNDES, J.M.G. et al., 2020)	Segmentação automática de imagens de asas de abelha	Automatização de identificação das espécies de abelhas.	Agronegócio
23	<i>Identification of Cotton Leaf Lesions Using Deep Learning Techniques</i> (CALDEIRA, R.F. et al., 2021)	Identificação de lesões em folhas de algodão	Triagem de folhas de algodão que permite monitorar a saúde da cultura do algodão e tomar melhores decisões para seu manejo.	Agronegócio
24	<i>ATSS Deep Learning-Based Approach to Detect Apple Fruits</i> (BIFFI, L.J. et al., 2021)	Sistema de detecção de maçãs	Sistema de detecção de maçãs por meio de visão computacional.	Agronegócio
25	<i>A Decision Support System For Fault Detection And Definition Of The Quality Of Wet Blue Goat Skins</i> (SOUSA C.E.B. et al., 2021)	Detecção de falhas e definição da qualidade de peles de cabra	Reduzir falhas na categorização de amostras de pele de cabra.	Agronegócio

26	<i>Artificial intelligence method developed for classifying raw sugarcane in the presence of the solid impurity</i> (SANTOS L.J., FILLETTI E.R., PEREIRA F.M.V., 2021)	Classificação de cana crua na presença da impureza sólida	Avaliar impureza sólida na cana-de-açúcar bruta.	Agronegócio
27	<i>Automatic Mapping of Center Pivot Irrigation Systems from Satellite Images Using Deep Learning</i> (SARAIVA, M. et al., 2020)	Mapeamento automático de sistemas de irrigação	Método para detectar e mapear automaticamente sistemas de irrigação por pivô central por meio de imagens de satélite.	Agronegócio
28	<i>InsectCV: A system for insect detection in the lab from trap images</i> (CESARO JÚNIOR T. et al., 2022)	<i>InsectCV</i>	Sistema para detecção automática de insetos em laboratório a partir de imagens de armadilhas digitalizadas.	Agronegócio
29	<i>Hybrid Human-Artificial Intelligence Approach For Pavement Distress Assessment (PICUCHA)</i> (SALINI, R; XU, B; CARVALHO, R., 2017)	PICUCHA	Identificar rachaduras seladas e não seladas, buracos, remendos, diferentes tipos de pavimentos e outros.	Construção Civil
30	<i>Characterization of the air void content of fine aggregate matrices within asphalt concrete mixtures</i> (ENRÍQUEZ-LEÓN A.J. et al., 2021)	Definição de vazios de ar na fabricação de agregados finos para misturas de concreto asfáltico	Sistema com base em microtomografia computadorizada de raios X (micro-CT) e processamento digital de imagens para identificar vazios de ar na fabricação de agregados finos para misturas de concreto asfáltico.	Construção Civil
31	<i>Development of DIP-based algorithm for extraction of UV video attributes from corona discharges on polymeric insulators</i> (BRITO K.B. et al., 2022)	Extração de atributos de vídeo UV de descargas corona em isoladores poliméricos	Identificar a manifestação ultravioleta da descarga corona em isoladores poliméricos.	Energia
32	<i>Automated Monitoring of Construction Sites of Electric Power Substations Using Deep Learning</i> (OLIVEIRA B.A.S. et al., 2021)	Monitoramento automatizado de canteiros de obras de subestações de energia elétrica	Aumentar o gerenciamento e monitoramento de obras de subestações de energia com o monitoramento remoto.	Energia
33	<i>Identification of the state-space dynamics of oil flames through computer vision and modal techniques</i> (SILVA R.P. et al., 2015)	Sistema de classificação de chamas em fornos industriais a óleo	Monitorar e identificar, de forma eficiente, o comportamento de chamas em fornos industriais a óleo por meio de visão computacional.	Indústria
34	<i>Activity Recognition Using Temporal Optical Flow Convolutional Features and Multilayer LSTM</i> (ULLAH, A. et al., 2019)	Sistema de vigilância digital	Framework para reconhecimento de atividade em vídeos de vigilância capturados em sistemas industriais.	Indústria
35	<i>Using micro-services and artificial intelligence to analyze images in criminal evidences</i> (SILVA I. et al., 2021)	Aplicação baseada em processamento de grandes quantidades de imagens contidas em provas criminais	Modelo construído para identificar tipos específicos de objetos, por exemplo, armas de fogo, munições, carteiras de identidade brasileiras, documentos de texto, capturas de tela de celular e nudez.	Jurídico
36	<i>Automatic ear detection and feature extraction using Geometric Morphometrics and convolutional neural networks</i> (CINTAS, C. et al., 2017)	Detecção automática de morfometria geométrica	O sistema é capaz de fornecer marcos morfométricos nas imagens das orelhas automaticamente.	Jurídico
37	<i>CNN Prediction Enhancement by Post-Processing for Hydrocarbon Detection in Seismic Images</i> (SOUZA J.F.L. et al., 2020)	Detecção de hidrocarbonetos em imagens sísmicas	Detecção de zonas de hidrocarbonetos potencialmente recuperáveis.	Petróleo e Gás

38	<i>Petroleum well drilling monitoring through cutting image analysis and artificial intelligence techniques</i> (GUILHERME I.R. et al., 2011)	Monitoramento de perfuração de poços de petróleo	Auxiliar o processo de perfuração analisando as imagens de corte no <i>shaker</i> vibratório, nas quais diferentes concentrações de cascalhos podem indicar possíveis problemas, como o colapso das paredes do poço.	Petróleo e Gás
39	<i>Deep learning approach at the edge to detect iron ore type</i> (KLIPPEL E. et al., 2022)	Detecção precoce de risco de deslizamento	Detecção precoce de risco de deslizamento com base em imagens de minério de ferro transportado em esteiras transportadoras.	Metal-Mecânica e Metalurgia
40	<i>Microstructural analysis of the special steels produced by continuous casting process</i> (GSCHWENTER V.L. et al., 2012)	Análise microestrutural dos aços especiais produzidos pelo processo de fundição contínua	Obter equações empíricas que permitam a correlação entre o espaçamento os braços dendríticos secundários (SDAS) (k2) e as taxas de resfriamento (T) dos aços especiais, produzidos pelo processo de lingotamento contínuo.	Metal-Mecânico e Metalurgia
41	<i>Mapping Key Indicators of Forest Restoration in the Amazon Using a Low-Cost Drone and Artificial Intelligence</i> (ALBUQUERQUE R.W. et al., 2022)	Mapeamento de indicadores chave de restauração florestal	Monitoramento da estrutura da vegetação e composição de espécies da restauração florestal (FR) na Amazônia.	Meio Ambiente e Bioeconomia
42	<i>Earth observations and statistics: Unlocking sociodemographic knowledge through the power of satellite images</i> (GÓMEZ P.M. et al., 2021)	Observações e Estatísticas da Terra	Fornecer informações sobre as condições socioeconômicas a partir de imagens de satélites.	Aeroespacial
43	<i>Artificial intelligence based system to improve the inspection of plastic mould surfaces</i> (LIBRANTZ A.F.H. et al., 2017)	Avaliação superficial de moldes plásticos	Sistema automático para avaliação superficial de moldes plásticos, visando à automatização da análise da superfície de polimento.	Borracha e Plástico
44	<i>Deep learning for lithological classification of carbonate rock micro-CT images</i> (ANJOS C.E.M. et al., 2021)	Classificação litológica de imagens micro-CT de rochas carbonáticas	Aplicação de técnicas de aprendizado profundo para identificar padrões litológicos em rochas carbonáticas do pré-sal brasileiro usando imagens microtomográficas.	Mineração
45	<i>Machine-learning-based system for multi-sensor 3D localisation of stationary objects</i> (BERZ, E.L. et al., 2018)	Sistema baseado em aprendizado de máquina para localização de objetos	Sistema de posicionamento interno multissensor capaz de estimar a localização tridimensional (3D) de objetos em prateleiras.	Transporte, Logística e Mobilidade

Elaborado pelo autor.

Diante do exposto, nota-se um conjunto representativo de soluções de visão computacional, desenvolvidas ou com a participação de autores brasileiros. O destaque é para o setor da saúde, que detém um conjunto de tecnologias aptas para o diagnóstico precoce para alguns tipos de câncer.

Na sequência, tem-se o setor do agronegócio, que possui soluções voltadas para a melhoria e o controle de alguns processos no campo, tais como detecção automatizada de frutas, insetos e pragas, além da identificação de tipos de folhagens e de rastreamento e comportamento animal.

Por fim, as tecnologias oriundas dos artigos científicos trouxeram à baila algumas soluções inovadoras, afora o eixo saúde e bem-estar / agronegócio,

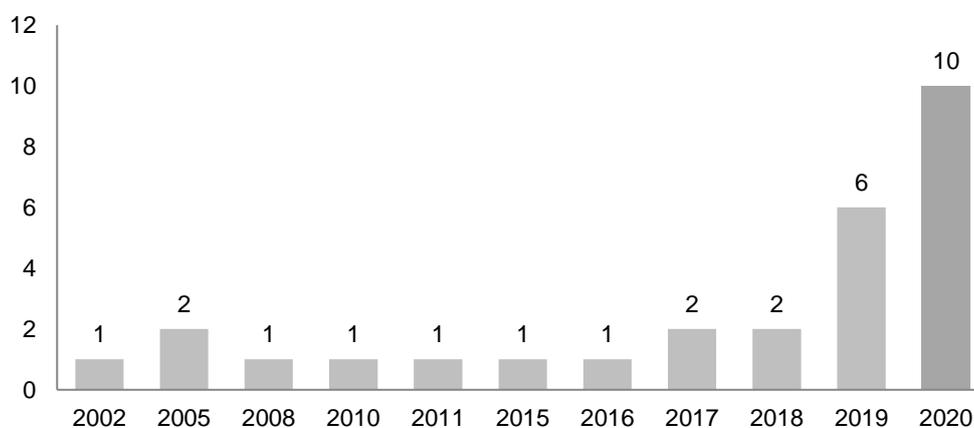
como é o caso do Sistema de Detecção Automática de Morfometria Geométrica, o qual é capaz de fornecer marcos morfométricos nas imagens das orelhas automaticamente, cujo intuito é a possibilidade de identificar pessoas por meio de suas cartilagens auditivas.

4.2 Patentes brasileiras sobre visão computacional

De modo geral, a prospecção de patentes ocorreu conforme os requisitos do protocolo de pesquisa, Tabela 03, e os filtros utilizados a partir do método PRISMA, Figura 10, em que foram identificadas 28 patentes brasileiras sobre visão computacional.

Todavia, apesar de se utilizar um espaço temporal entre os anos de 2000 a junho de 2022, há um número mais expressivo de patentes prospectadas a partir do ano de 2019, com ênfase para o ano de 2020, conforme o Gráfico 06.

Gráfico 06: Quantitativo de depósito de patentes brasileiras sobre visão computacional, por ano (*Questel Orbit/INPI*).



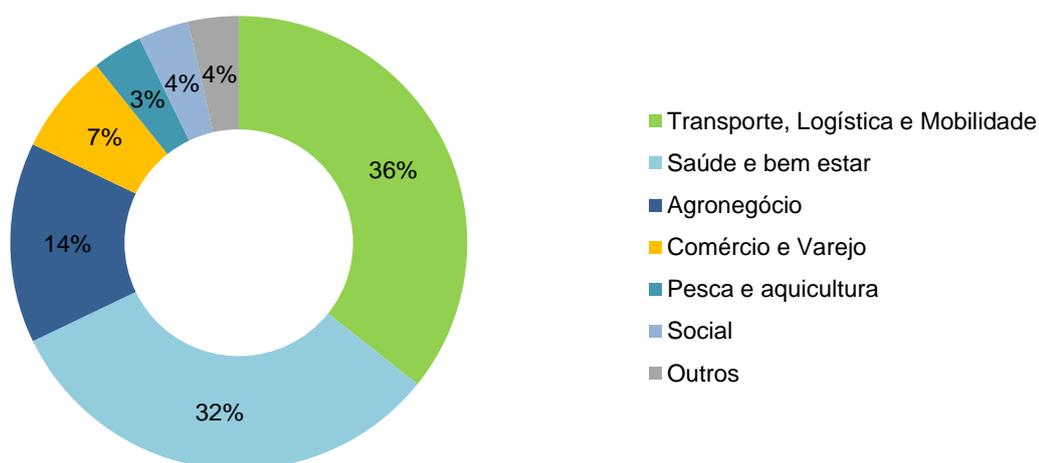
Fonte: *Questel Orbit/INPI*, jun. 2022.

Quanto à classificação das patentes, utilizou-se a relação definida de setores nos editais dos Programas TECNOVA e Centelha, haja vista a padronização dos resultados, bem como a posterior discussão dos dados. Ademais, os códigos do IPC positivados nas patentes nem sempre refletiam o real objetivo da tecnologia, a exemplo da patente BR1020190034246, que possui os códigos G06T 7/00 – análise de imagens; G06T 7/70 – determinar a posição ou orientação de objetos ou câmeras; e G06F 19/00 – equipamentos ou métodos de

computação digital ou processamento de dados, especialmente adaptados para aplicações específicas. Ou seja, pelos códigos não havia como identificar o setor de saúde e bem-estar, uma vez que a patente tem por objetivo a detecção automática de câncer de pele, mas que utiliza, evidentemente, mecanismos dotados de inteligência artificial e visão computacional como meio para tal finalidade.

Nessa lógica, no Gráfico 07, têm-se os percentuais de patentes brasileiras sobre visão computacional, por setor. Destaque para “transporte, logística e mobilidade”, além da “saúde e bem-estar”.

Gráfico 07: Percentual de patentes brasileiras sobre visão computacional, por setor.



Fonte: *Questel Orbit/INPI*, jun. 2022.

Nessa lógica, visualiza-se que há um número reduzido, bem como centralizado de setores, diferentemente de como ocorre com as soluções de visão computacional, extraídas por meio de artigos científicos, conforme posto no Gráfico 05.

Isto posto, elencam-se, na Tabela 08, as patentes brasileiras prospectadas. Nessa lógica, estabeleceram-se alguns campos para a estruturação das informações, a saber: título e inventores; número da patente e classificação IPC; descrição da tecnologia; e o setor que mais se adequa.

Tabela 08: Patentes brasileiras sobre visão computacional.

Nº	Título e Inventores	Número e IPC	Descrição	Setor
1	Sistema inteligente de identificação de objetos baseado em características (SCHNEIDER, 2020)	BR1020200206036 G06K 7/14; G06F 16/24; G06F 3/048	Realizar a busca de pessoas ou veículos por características específicas como tipo de veículo e cor predominante do objeto em um determinado grupo de gravações oriundas de câmeras hospedadas nas plataformas.	Transporte, Logística e Mobilidade
2	Sistema de controle de fluxo e acesso a pistas e ambientes demarcados para pessoas e/ou veículos (GOMES, et al., 2020)	BR2020200201927 B60W 50/14	Solução integra diversas funcionalidades já existentes e disponibilizadas na web, interagindo com meio ambiente através de sinalizadores gráficos, luminosos ou de frequência.	Transporte, Logística e Mobilidade
3	Sistema de controle de passagem de veículos em praças de pedágios das vias expressas, estacionamentos e outros serviços (COSTA; TOPPAN, 2020)	BR1020200066226 G06Q 50/30; H04L 29/06; G08G 1/01	Controle da passagem de veículos em praças de pedágio, em estacionamentos e outros serviços passíveis de serem obtidos através da leitura das placas de veículos, utilizando câmeras de captação de imagem e de contraprova, cancela e fluxos sistêmicos.	Transporte, Logística e Mobilidade
4	Câmera com inteligência artificial para detecção e controle de riscos de acidentes pessoais em operações em máquinas/equipamentos (AGUIRR, 2020)	BR1020200047418 H04L 29/06; G06N 20/00	Reconhecimento e controle de riscos de acidentes do trabalho com alertas com sirene, bloqueios de máquinas e equipamentos com gráficos automáticos em tempo real.	Transporte, Logística e Mobilidade
5	Agente autônomo inteligente de trânsito (SCHROEDER; MONTANHA, 2017)	BR1020170139034 G08G 1/0962; G08G 1/095; G08G 1/082	Dispositivo eletrônico de sinalização, monitoramento, gestão e fiscalização de trânsito para interação com veículos, seus condutores e pedestres em vias públicas.	Transporte, Logística e Mobilidade
6	Câmera inteligente multiprocessada de análise comportamental georreferenciada (SCHROEDER; MONTANHA, 2015)	BR1020150322186 H04N 5/222; H04N 5/225	Dispositivo eletrônico de monitoramento por imagem e áudio, dotado de inteligência artificial, audição e visão computacional, conectividade e georreferenciação, tecnologias que, combinadas, dão a capacidade de registrar, localizar, segmentar, qualificar e identificar os elementos presentes em um conjunto de sinais.	Transporte, Logística e Mobilidade
7	Método e sistema aplicativo, individual e interativo, dotado com inteligência artificial (SUMAN, 2011)	PI1104441-1 G06F 3/01; G06T 13/00; G10L 13/00; G10L 15/00; G10L 17/00	A presente invenção consiste em um programa ou <i>software</i> , especialmente desenvolvido que permite criar, desenvolver e carregar uma interface homem máquina e denominada de ser cibernético, o qual será personalizado pelo usuário e dispendo de características próprias tais como imagem, movimento, voz interativa e inteligência.	Transporte, Logística e Mobilidade
8	Uso de roteador com conexão via rádio e grupos focais (semáforos) equipados com câmera digital e endereço IP em redes de cruzamentos viários (LIMA, 2008)	MU8802805-4 G07C 5/02; H04N 7/18; H04L 12/24; H04W 84/12	Controlador local e compõem um sistema de rede local entre os semáforos de um cruzamento e rede remota entre os semáforos de diversos cruzamentos de uma mesma via pública, bairro ou região.	Transporte, Logística e Mobilidade
9	Esteira para translado e rotação simultâneos para peças que possuam simetria aproximadamente axial (AZEVEDO; BUENO, 2002)	PI0202356-3 B65G 47/22	Conjuga as funções de transportar os objetos e de girá-los no sentido axial, proporciona uma solução mecanicamente simples, onde não há impactos entre o objeto e a esteira, para o problema de se fazer os objetos girarem para terem suas imagens captadas de ambos os lados para um processamento utilizando inteligência computacional, através de visão artificial.	Transporte, Logística e Mobilidade

10	Sistema de detecção de passagem de veículos (DYCK, 2019)	BR1020190269880 G08G 1/04; G08G 1/01; G01V 8/10; G02F 1/00	Controle e identificação de passagem de veículos, incluindo sua categoria e quantidade de eixos suspensos até uma altura determinada composta por duas colunas óticas, infravermelha sendo uma emissora de luz, TX e outra a receptora, RX.	Transporte, Logística e Mobilidade
11	Método de detecção e segmentação da região labial (PADILHA et. al, 2020)	BR1020200221620 G06K 9/00; G06K 9/46; G06K 9/66; G06N 20/00	Tecnologia de utilização de algoritmos <i>de deep learning, machine learning</i> e inteligência artificial de modo a identificar a delimitação labial bem como métodos que permitam a detecção e a segmentação da região labial.	Saúde e bem estar
12	Método e sistema automático de análise de imagem de mamografia e método de treinamento de rede neural profunda (LOTUFO; FLEURY; SEOLIN, 2020)	BR102020009547 1G06K 9/00; G06T 7/00; A61B 10/00	Sistema de qualidade do posicionamento da mama na imagem de mamografia, classificando o risco de a densidade mamária mascarar um diagnóstico de uma possível lesão.	Saúde e bem estar
13	Sistema e método automático de análise de imagem de mamografia e uso do sistema (LOTUFO; FLEURY; SEOLIN, 2019)	BR1020190096934 G06T 7/00; G06F 19/00	Compreende um preditor de qualidade do posicionamento da mama na imagem de mamografia e um preditor de densidade mamária na imagem de mamografia, sendo que ambos os elementos são compreendidos em classificador automático contido em um processador.	Saúde e bem estar
14	Processo de detecção de melanoma automatizado (MORAIS et al., 2019)	BR1020190034246 G06T 7/70; G06T 7/00; G06F 19/00	Processo para detecção automática de câncer de pele usando técnicas de inteligência artificial e processamento digital de imagem implementada em um hardware dedicado. O objetivo desse invento é proporcionar aos profissionais da saúde uma segunda opinião no reconhecimento de melanoma.	Saúde e bem estar
15	Dispositivo de apoio ao diagnóstico de câncer bucal (KANOMATA et al., 2018)	BR1020180706098 G06T 7/00; G06K 9/00; G06K 9/62	Dispositivo de apoio ao diagnóstico de câncer bucal, o qual se trata de um dispositivo de captação de imagens integrado a um sistema de visão computacional dotado de inteligência artificial que, através de imagens intra e extrabucais, indica ao dentista a probabilidade de uma lesão na boca ser ou não um câncer com um alto grau de assertividade.	Saúde e bem estar
16	Teste diagnóstico portátil para qualificação e quantificação de diferentes tipos de células e uso (BRAGUINE; GHIGLIENO, 2016)	BR1020160237572 A61B 5/145	Sistema portátil de <i>hardware</i> que trabalha em conjunto com o sistema de inteligência artificial para análise qualitativa e quantitativa das informações obtidas sobre a fluorescência e a morfologia da amostra.	Saúde e bem estar
17	Sistema móvel e processo auxiliar para avaliação de imagens termográficas mamárias (SOUTO, 2020)	BR1020200020196 G16H 10/60; G16H 20/00	Sistema móvel para avaliação de câncer de mama em pacientes. Especificamente, a presente invenção compreende um sistema capaz de analisar e avaliar imagens das mamas de um paciente capturadas por um dispositivo móvel conectado com um capturador de imagens térmicas, em que a análise resulta em um resultado probabilístico das chances de o paciente desenvolver câncer de mama.	Saúde e bem estar
18	Sistema para gestão de dados pré-operatórios implementado por programa de computador (SILVA, 2019)	BR1020190182504 A2G06Q10/10; G16H 40/20	Sistema automatizado de registro, armazenamento, controle, acompanhamento, rastreabilidade e processamento de dados provenientes do pré-operatório voltado ao manejo anestésico.	Saúde e bem estar
19	Processo de identificação e caracterização de indivíduos através da extração de medidas biométricas em imagens 'in vivo' da retina humana (VIEIRA; MARTINEZ, 2005)	BRPI0500196 A61B-003/14; A61B-005/117; A61B-005/1171; G06T-007/00	Processo de identificação e caracterização de vasos sanguíneos com aplicação na biometria, ou seja, no reconhecimento e identificação de seres humanos.	Saúde e bem estar

20	Sistema ecológico, móvel, escalável, automático e online para controle de pragas (GONÇALVES; ALMEIDA, 2020)	BR1020200008501 A01M 3/00; A01M 1/22	Sistema ecológico, móvel, escalável, automático e online para controle de pragas. O sistema elimina as pragas em madeira, alvenaria e grãos, com radiação micro-ondas corretamente direcionadas e controladas com o uso de técnicas de controle e inteligência artificial.	Agronegócio
21	Processo e dispositivo para análise de estado nutricional, sanitário e de maturação de plantas, por meio de análise de imagens (CASTRO; FOGAGNOLI, 2017)	BR1020170209245 G01N 21/64	Processo e dispositivo para diagnóstico de estado nutricional, sanitário e de maturação de plantas, por meio de análise de imagens.	Agronegócio
22	Método de identificação do <i>guignardia citricarpa</i> (PAZOTI; BRUNO, 2005)	BRPI0501535 C12Q-001/00; G01N; G01N-015/00; G01N-021/84; G01N-033/483	Sistema de visão computacional para a identificação do fungo <i>guignardia citricarpa</i> , causador da mancha preta em citros.	Agronegócio
23	Equipamento com módulo eletrônico para análise de amostras de forragem através de imagens (CUNHA, 2020)	BR1020200047957 G06T 7/00	Equipamento de análise de amostras de forragem, capim, silagem, grãos e similares, para que um pecuarista possa tomar decisões em curto prazo sobre o tratamento da forragem ou sobre possíveis dietas suplementares para seus animais.	Agronegócio
24	Sistema para obtenção de medidas corporais em ambientes virtuais de prova (VIEIRA; IERVOLINO; NISHIDA, 2020)	BR1020200216040 G06T 17/00; G06T 13/40; G06T 15/00; G06T 19/20	Permite a obtenção das principais medidas do corpo humano para a criação de avatar virtual 3D, sobre o qual seja feita a prova de roupa em plataformas de Ambiente Virtual de Prova (AVP).	Comércio e Varejo
25	Sistema de vendas de produtos industrializados para usuários através de uma máquina de vendas (GODOI; BILEKI, 2019)	BR1020190213655 G07F 7/00; G06Q 20/18	Tornam uma geladeira expositora ou um armário com portas, em uma <i>vending machine</i> automática.	Comércio e Varejo
26	Isca artificial robô com recursos tecnológicos, movimentos e inteligência própria (NÓBREGA, 2010)	PI1004529-5 A01K 85/01; A01K 85/16	Consiste em chamar a atenção do peixe com movimentos originais e inteligência própria, possui uma espécie de radar que rastreia massas de carne (peixes), fazendo com que a isca vá atrás do peixe para provocá-lo, proporcionando, assim, uma pescaria mais vantajosa e tranquila.	Pesca e aquicultura
27	Sistema de gerenciamento e método de identificação de animais (VOLPATO et al., 2018)	BR1020180677560 A2 A01K 11/00; G06F 16/50	Gerenciamento de animais de estimação em espaços compartilhados e sua identificação/localização através do cruzamento de dados (imagens, georreferenciamento, etc.).	Social
28	Método e sistema para a inspeção de qualidade de materiais (GRIPP et al, 2019)	BR1320190253796 G06T (7/00; 7/13; 7/155; 7/136; 5/3); G01N 21/55; G01B 11/30; G01N 21/88	Métodos e sistemas para a inspeção automática da qualidade de materiais. Identifica defeitos na superfície do material real ou do material virtual.	Outros

Elaborado pelo autor.

Conforme visto, destacam-se, em consonância à Tabela 08, diferentes patentes que tratam acerca de sistemas de identificação de veículos e controle de tráfego. Além do mais, assim como nas soluções, existe um conjunto de tecnologias patenteadas direcionadas para o diagnóstico precoce para alguns tipos de câncer, que utilizam mecanismos de visão computacional.

Na sequência, tem-se o setor do agronegócio, que possui quatro patentes relacionadas, também, para a melhoria e o controle de alguns processos no campo. Todavia, neste caso, há uma atenção maior para a detecção automatizada de grãos e pragas.

Por fim, as tecnologias inseridas na Tabela 08 forneceram um conjunto de patentes sobre visão computacional em outros diferentes setores, tal como o comércio e varejo, em que se identificou um sistema que permite a obtenção das principais medidas do corpo humano para a criação de avatar virtual 3D, sobre o qual seja feita a prova de roupa em plataformas de Ambiente Virtual de Prova (AVP), um interessante mecanismo para vendas de roupas em ambientes digitais.

4.3 Projetos do Programa TECNOVA I e II Alagoas

Em um introito básico, é preciso destacar que o programa TECNOVA, no âmbito do estado de Alagoas, é executado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas, em parceria com a Secretaria Estadual da Ciência, da Tecnologia e da Inovação de Alagoas, com o Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Alagoas, com a Federação das Indústrias do Estado de Alagoas e com o Instituto Euvaldo Lodi.

Nesse contexto, conforme o Edital FAPEAL nº 06/2013, foram destinados à inovação no Estado de Alagoas, por meio de concessão de subvenção econômica, tendo em vista o apoio às propostas aprovadas, recursos no valor global até o limite de R\$ 8 milhões. Ainda em consonância ao supracitado Edital, cada proposta foi enquadrada entre o valor mínimo de R\$ 160 mil e o valor máximo de R\$ 500 mil.

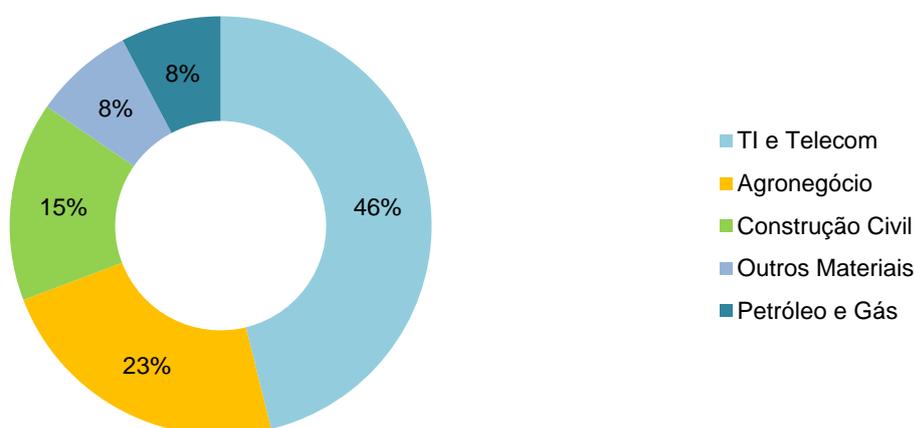
Edital 2019, o Edital FAPEAL Nº 05/2020 – Programa TECNOVA II – AL FAPEAL/SECTI/SEBRAE-AL/FIEA/IEL expressou um valor menor do que a primeira edição, ao todo, foram destinados R\$ 2 milhões para a execução dos projetos aprovados, sendo propostas enquadradas entre o valor mínimo de R\$ 100 mil e o máximo de R\$ 200 mil.

Em Alagoas, os editais do TECNOVA consideraram, para submissão e desenvolvimento das propostas inovadoras, os setores estratégicos: petróleo e gás; energias alternativas; TI e Telecom; construção civil; agronegócio; química e plástico; e outros materiais.

Visto isto, diferentemente do Programa Centelha, como será abordado na seção 4.4, no TECNOVA I e II não há a definição de áreas temáticas, a exemplo de tecnologias sociais, química e novos materiais, inteligência artificial e *machine learning*, dentre outros.

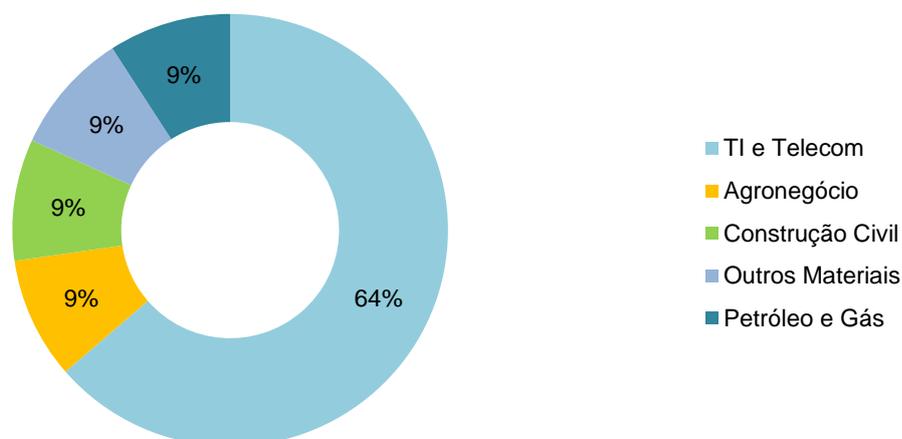
Desse modo, no que diz respeito aos setores previamente estabelecidos no edital do Programa TECNOVA I Alagoas, em que os projetos possuem vínculos, identificou-se que 46% estão inseridos em TI e Telecom, 23% estão inseridos no Agronegócio, 15% estão inseridos no ramo da Construção Civil, 8% dedicam-se ao Petróleo e Gás e, também, outros 8% estão inseridos em Outros Materiais.

Gráfico 08: Percentual de projetos do Programa TECNOVA I Alagoas, por setor.



Fonte: FAPEAL, out. 2022.

No que concerne aos setores, previamente estabelecidos no edital do Programa TECNOVA II Alagoas, em que os projetos possuem vínculos, identificou-se, como observado no Gráfico abaixo, uma leve modificação na área de TI e Telecom, que passaram a possuir 64% dos projetos, os demais setores acabaram por uniformizarem-se, possuindo um percentual de 9% cada um, a saber: agronegócio; construção civil, outros materiais; e petróleo e gás.

Gráfico 09: Percentual de projetos do Programa TECNOVA II Alagoas, por setor.

Fonte: FAPEAL, out. 2022.

Posto isto, elencam-se, na Tabela 09, os projetos contemplados no Programa TECNOVA I e II do estado de Alagoas. Diante disso, estabeleceram-se alguns campos para a estruturação das informações, a saber: edição; título do projeto; nome da empresa; resumo do produto / projeto; e o setor que mais se adequa.

Tabela 09: Projetos do Programa TECNOVA I e II Alagoas.

Nº Ed.	Projeto	Empresa	Resumo do Produto / Projeto	Setor
1 I	Validação da Green Extraction™ para a Própolis Vermelha de Alagoas e outros tipos de própolis comerciais	Apícola Almar Ltda	Caracterizar e padronizar extratos PWE™ e FLAV™ derivados da própolis Vermelha e outros tipos comerciais por meio de Green Extraction™.	Agronegócio
2 I	Padronização e transposição para escala semi-industrial de Bioprodutos com matriz de liberação controlada usando extratos nanoencapsulados de própolis vermelha dos manguezais de Alagoas	Apícola Fernão Velho	Padronizar processos semi-industriais de produtos farmacêuticos/nutracêuticos e cosméticos em matrizes de liberação controlada.	Agronegócio
3 I	Desenvolvimento de sistema de divisórias verticais leves utilizando matriz cimentícia sustentável	Braus	Desenvolver um sistema construtivo de vedação vertical interna e externa, adotando estrutura de aço galvanizado e painéis de fechamento produzidas por meio de uma matriz de cimento magnésiano.	Construção Civil
4 I	Sistema de análise de risco de ectasia para candidatos à cirurgia refrativa	Clínica Micro Cirurgia Ocular	Desenvolver um sistema integrado, e inovador, de apoio a decisão médica.	TI e Telecom
5 I	Tradução Automática de Websites de Português para Língua Brasileira de Sinais	Hand Talk Serviços Ltda	Aperfeiçoar a plataforma de tradução em tempo real de português do Brasil para Libras.	TI e Telecom

6	I	<i>The Huxley</i>	HRM Informática Ltda	Desenvolver e implantar ferramentas integradas ao sistema <i>The Huxley</i> para o suporte à redução da evasão de alunos em disciplinas de Programação de Computadores.	TI e Telecom
7	I	Desenvolvimento e Padronização do Processo 'quebra-cabeça' para otimização do aproveitamento de couro de animais – Tilápia	Indústria Parisotto Ltda	Processo de desenvolvimento de molde a partir de couro de animais.	Outros Materiais
8	I	Plataforma Eng. para um framework gamificado	Innovate	Instituir a substituição do Mínimo Produto Viável (MVP) da Plataforma Eng para um framework gamificado, para minimizar as desvantagens das ferramentas de aprendizagem e de gestão do conhecimento tradicionais.	TI e Telecom
9	I	Desenvolvimento de Síntese Química Inovadora de Feromônio para Prevenção e Controle de Pragas Invasoras no Território Nacional Brasileiro	Interacta Química Ltda	Contribuir para o desenvolvimento de produto e processos inovadores para prevenção e combate de pragas invasoras que devastam plantações em Alagoas e a cultura da soja no território nacional.	Agronegócio
10	I	Plataforma Educacional Inteligente para Personalizar a Aprendizagem e Auxiliar na Tomada de Decisões Estratégicas	Meututor Ltda	Plataforma educacional inteligente (MeuTutor-Plataforma) que personaliza a aprendizagem de acordo com os alunos e auxiliam na tomada de decisões de gestores e instrutores.	TI e Telecom
11	I	Intranet Social <i>SaaS Linno</i>	Plus Estúdio Web Ltda	Aprimorar significativamente o produto intranet, de maneira a inovar o mercado nacional de Tecnologias de Informação e Comunicação.	TI e Telecom
12	I	Sistema Integrado de Gestão de Vazamentos de Petróleo e Gás Natural	Sed	Fornecer um sistema único para o controle ambiental de vazamentos nas operações de exploração, produção e processamento de Petróleo e Gás Natural, em solo, no ar e na água.	Petróleo e Gás
13	I	CocosBeton	Verdom	Linha de equipamentos que recicle o resíduo da casca do coco que sobra da linha dos pastilhados, que a empresa já comercializa, para produzir grandes blocos de compósito de coco e/ou outras fibras e sementes naturais.	Construção Civil
14	II	Desenvolvimento e padronização de extratos e composições aquosas de própolis vermelha de Alagoas	Fernão Velho	Desenvolver e padronizar Extratos Comerciais e Composições Oraís Aquosas para tratamento clínico de carcinoma Espinocelular de Boca e Outras Patologias Oraís.	Agronegócio
15	II	Plataforma Educacional de Correção Automática e Recomendação Pedagógica de Textos Transcritos e Manuscritos	eNeuron	Desenvolvimento e comercialização de um produto inovador para o contexto nacional na área de educação. Isto será feito através do estudo, definição, desenvolvimento e comercialização de uma plataforma educacional inteligente (Análise).	TI e Telecom
16	II	SMART TOOLS EP	Apololabs	Promover inovação no ensino e no diagnóstico dos potenciais eletrofisiológicos evocados e outros exames.	TI e Telecom
17	II	Transformar produtos e serviços de comunicação e Inteligência Artificial da Ilhasoft em uma Plataforma unificada com autosserviço	Weni	Transformar todos os nossos produtos em uma única plataforma unificada com autosserviço, ou seja, completa e robusta que melhore a comunicação das organizações, por meio da inteligência artificial da Ilhasoft.	TI e Telecom
18	II	QuickBoss	Doity	Implementação de uma plataforma chamada QuickBoss, que realizará recomendações de estratégias de marketing de forma autônoma.	TI e Telecom
19	II	Gamificação no aprendizado da Libras no aplicativo da Hand Talk	Hand Talk Serviços Ltda	Desenvolvimento de um módulo educacional desenvolvido através de metodologia pedagógica, para que os usuários possam aprender Língua Brasileira de Sinais de uma forma dinâmica e multimídia dentro do aplicativo.	TI e Telecom

20	II	BrAln IOL Advisor	Logos	Fornecer uma ferramenta inovadora que auxilia o cirurgião oftalmológico na escolha da melhor estratégia biométrica para as cirurgias de catarata.	TI e Telecom
21	II	Desenvolvimento de um Monitor e Controlador das Etapas de Coagulação, Flocculação e Decantação em Estações de Tratamento de Água e Efluentes 4.0	Hidro Solo	Desenvolver um equipamento eletrônico, denominado de "Monitor de Coagulante", capaz de monitorar, em tempo real, vários parâmetros da água bruta e controlar automaticamente a dosagem de coagulante e alcalinizante em estações de tratamento de água e efluentes.	Outros Materiais
22	II	Hydra	Sed	O objetivo deste projeto é aperfeiçoar o protótipo do Hydra, uma ferramenta que utiliza inteligência artificial para detectar a formação danosa de hidratos em poços de petróleo, bem como aumentar seu escopo de atuação para outros processos industriais.	Petróleo e Gás
23	II	Automatização do ambiente virtual de negócios relacionados ao marketing	Id5	Evoluir a plataforma digital para gestão do marketing (Timmy) com a implementação de um agente inteligente que aumentará a colaboração na cadeia de suprimentos do setor.	TI e Telecom
24	II	DELLAS	Dellas	Desenvolver um serviço inovador em engenharia e arquitetura de interiores para unidades habitacionais (casas e apartamentos) em Alagoas.	Construção Civil

Elaborado pelo autor.

Conforme já identificado anteriormente, na Tabela acima, destacam-se os projetos relacionados ao setor de TI e Telecom, bem como o agronegócio, haja vista o maior número de propostas contempladas, em conformidade à metodologia do Programa TECNOVA.

Nesse ínterim, no setor de TI e Telecom, incluem-se inovações desde automatização do ambiente virtual de negócios relacionados ao marketing, até a correção automática e recomendação pedagógica de textos transcritos e manuscritos.

Ademais, tanto o TECNOVA I, quando a sua segunda edição, possuem projetos de estruturação e melhorias na tradução automática do português para a língua brasileira de sinais em de websites, idealizados pela empresa premiada internacionalmente, *Hand Talk Serviços Ltda.*

Outrossim, a empresa alagoana *Doity*, projetada nacionalmente, executa, por intermédio do TECNOVA II, a implementação da plataforma *QuickBoss*, a qual foi planejada para realizar recomendações de estratégias de marketing de forma autônoma.

No que concerne ao setor do agronegócio, o Programa detém quatro importantes projetos, dentre eles, o desenvolvimento e a padronização de

extratos e composições aquosas de própolis vermelha no estado Alagoas, executado pela empresa Fernão Velho.

4.4 Projetos do Programa Centelha I e II Alagoas

Em Alagoas, o Programa Centelha I e II também é executado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas, em parceria com a SECTI/AL, o SEBRAE Alagoas, a Federação das Indústrias do Estado de Alagoas e o Instituto Euvaldo Lodi, no âmbito dos Contratos de nº 03.20.0234.00 e de nº 03.20.0234.00, respectivamente (FAPEAL, 2019) (FAPEAL, 2021).

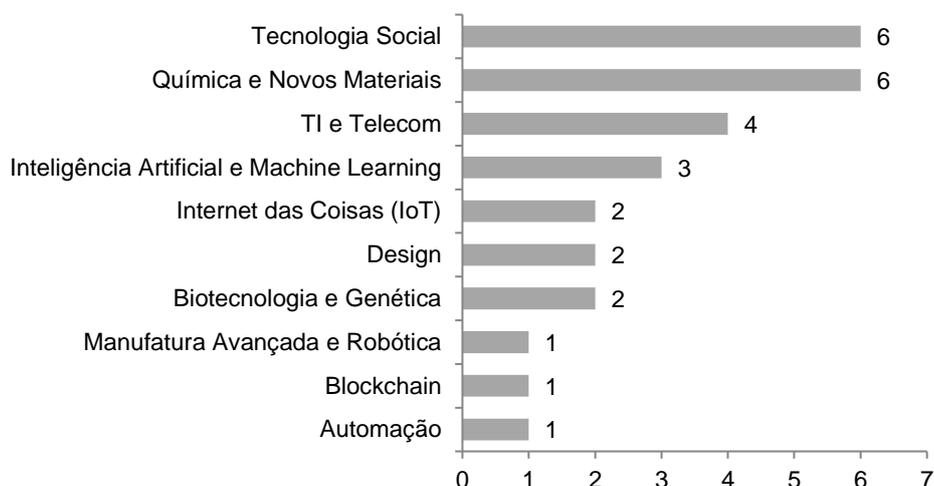
Nesse sentido, conforme o Edital FAPEAL nº 09/2019, foram destinados à inovação no Estado de Alagoas, por meio de concessão de subvenção econômica, tendo em vista o apoio às propostas aprovadas, recursos no valor global de R\$ 1,6 milhão, sendo R\$ 1,1 milhão oriundos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT/FINEP e R\$ 490 mil, provenientes da contrapartida do Estado de Alagoas, dotados pela FAPEAL.

Quanto ao Centelha II, que se encontra na etapa de contratação dos projetos aprovados, por meio do Edital FAPEAL nº 03/2021, serão destinados, também, à concessão de subvenção econômica à inovação, o valor global de R\$ 2,6 milhões, sendo R\$ 2 milhões oriundos do FNDCT/FINEP e R\$ 600 mil provenientes da Contrapartida Estadual (FAPEAL, 2021).

Posto isto, conforme explicitado na Tabela 06, após o percorrer das três fases de seleção, foram aprovados 28 projetos no Programa Centelha I Alagoas, os quais possuem, ao todo, 117 empreendedores contemplados nas equipes de execução das *startups*. Já na segunda edição, no âmbito da FINEP/FAPEAL, são 50 novos projetos aprovados e em torno de 250 novos empreendedores vinculados ao Programa (FAPEAL; CERTI, 2022).

Diante disso, dos 28 projetos da primeira edição, 6 estão relacionados às tecnologias sociais, outros 6, à química e novos materiais, TI e Telecom detêm 4 projetos e 3 estão atrelados à IA e *machine learning*. Além disso, outros possuem propostas em *design* e automação, dentre outros. Esses dados estão postos no Gráfico 10.

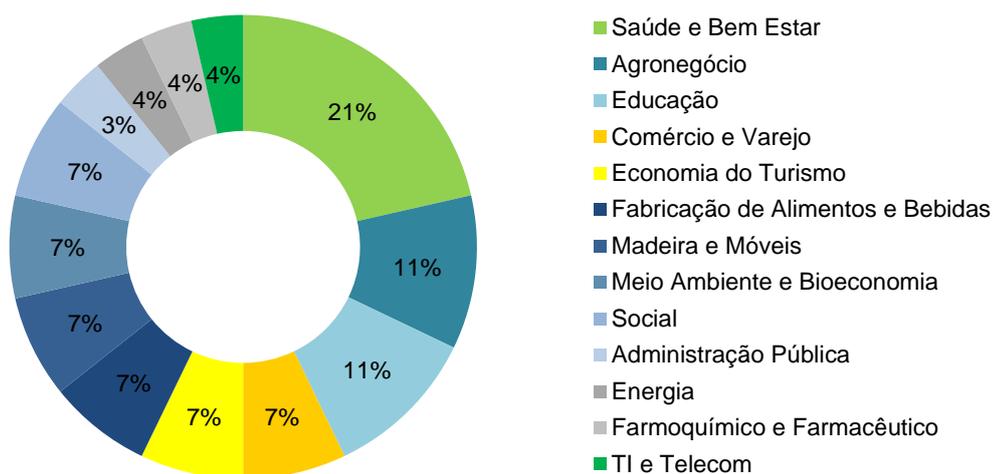
Gráfico 10: Quantitativo de projetos do Programa Centelha I Alagoas, por área temática.



Fonte: Centelha; FAPEAL, out. 2022.

Ainda sob à ótica do Centelha I Alagoas, no que diz respeito aos setores, como visto, previamente estabelecidos nos editais do Programa, os quais os projetos possuem vínculos, identificou-se que 21% estão inseridos em saúde e bem-estar, 11% desenvolvem propostas para o agronegócio, e outros 11% dedicam-se ao desenvolvimento de soluções para a educação.

Gráfico 11: Percentual de projetos do Programa Centelha I Alagoas, por setor.

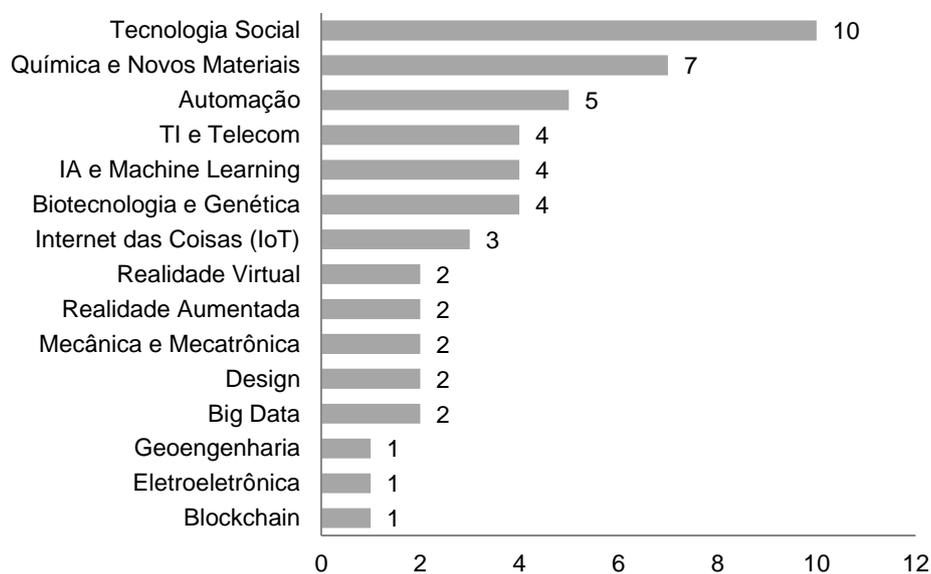


Fonte: Centelha; FAPEAL, out. 2022.

Coincidentemente, o gráfico setor saúde possui o maior número de projetos, assim como observado nas soluções, bem como no âmbito das tecnologias patenteadas, mesmo que em segunda colocação.

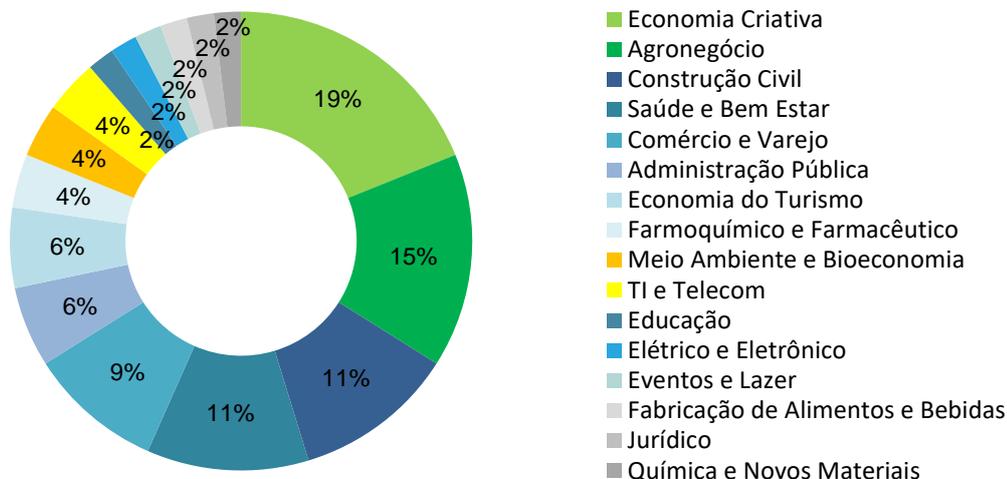
Igualmente ao Centelha I, identificou-se, que na segunda edição do Programa em Alagoas, dos 50 projetos aprovados FINEP/FAPEAL, 10 estão relacionados às tecnologias sociais e outros 7, à química e novos materiais. No entanto TI e Telecom deixou a terceira posição, conforme o Gráfico 12.

Gráfico 12: Quantitativo de projetos do Programa Centelha II Alagoas, por área temática.



Fonte: Centelha; FAPEAL, out. 2022.

À luz disso, no que diz respeito aos setores, os projetos aprovados na segunda edição do Programa, identificou-se que 19% estão inseridos em economia criativa, 15% desenvolvem propostas para o agronegócio, e outros 11% dedicam-se à saúde e bem-estar, bem como ao comércio e varejo. Os demais setores estão divididos em outros percentuais, em consonância ao Gráfico 13.

Gráfico 13: Percentual de projetos do Programa Centelha II Alagoas, por setor.

Fonte: Centelha; FAPEAL, out. 2022.

De modo consequente, elencam-se, na Tabela 10, os projetos aprovados no Programa Centelha I e II Alagoas. Diante disso, estabeleceram-se alguns campos para a estruturação das informações, a saber: edição; título do projeto; nome da empresa; resumo do produto / projeto; e o setor que mais se adequa.

Tabela 10: Projetos do Programa Centelha I e II Alagoas.

Nº Ed.	Projeto	Empresa	Resumo do Produto / Projeto	Setor
1 I	<i>DC CALC:</i> <i>calculadora de</i> <i>drogas intensivas</i>	Medica Aplicativos Médicos	Permite ao médico realizar de maneira rápida, segura e individualizada o cálculo das doses de medicações críticas nos ambientes de emergência e medicina intensiva.	Saúde e Bem Estar
2 I	<i>Diaghans:</i> aplicativo móvel para o manejo da hanseníase	Medteco	Auxiliar no diagnóstico da hanseníase, tendo como principal tecnologia a inteligência artificial. O <i>App</i> possibilitará ao profissional de saúde fotografar a lesão suspeita de hanseníase e adicionar informações clínicas da doença. A partir de então, o <i>App</i> irá gerar uma estimativa de que a lesão seja correspondente à hanseníase.	Saúde e Bem Estar
3 I	Produtos bioativos à base mel do sertão como reparador tecidual	Curamel	Tratamento das feridas complexas, as que não seguem a fisiologia e cronologia esperadas na cicatrização.	Saúde e Bem Estar
4 I	Um novo jeito de marcar e acompanhar consultas e exames médicos	<i>Zerotime</i>	Plataforma que otimizar o tempo em atendimento eletivo, seja na saúde pública ou privada, cuja solução é composta por um sistema completo de gerenciamento de clínicas e um <i>App</i> para o paciente, assim, formando uma única plataforma que se interagem.	Saúde e Bem Estar
5 I	Oncotarget: oncologia de precisão	Oncotarget	Teste molecular para avaliação do prognóstico de pacientes com câncer de próstata, mama, pulmão e cabeça e pescoço, usando algoritmo de classificação molecular.	Saúde e Bem Estar

6	I	Software para análise 3D biomecânica do movimento humano	Otimize: Tecnologia Em Movimento	Sistema de análise biomecânica, o qual será capaz de reproduzir os movimentos corporais em 3D, por meio de sensores inerciais IMU, que são dispositivos vestíveis fixados ao longo do corpo para rastreamento do movimento.	Saúde e Bem Estar
7	I	Utilização de produtos naturais na agricultura	Agroserv Proteção De Cultivos	Agroserv é uma empresa de consultoria especializada e nossos serviços são segmentados em três tipos: Agroserv Consultoria - com programa personalizado de monitoramento e manejo biológico de pragas agrícolas. Agroserv Científica - serviço especializado em testes de produtos biológicos em pragas e doenças agrícolas, em campo e laboratório. Agroserv Educa - visa difundir e fortalecer o conhecimento acerca da identificação de pragas e agentes biológicos.	Agronegócio
8	I	Vigor <i>check</i> : teste rápido para atestar a qualidade de sementes	Scisense	O kit permite uma triagem mais eficiente na seleção dos lotes de sementes para plantio ou comercialização, sendo um teste de baixo custo e rápido. A tecnologia explora a forte correlação existente entre a capacidade de germinação da semente no campo e a integridade do seu sistema membranas biológica.	Agronegócio
9	I	Voisin online	Voisin Online Serviços De Tecnologia Ltda	Acesso remoto às informações do rebanho, controle da rotação do pasto, facilitando a tomada de decisão. Esta é a sua plataforma online de gestão do negócio rural. Trata-se de um aplicativo de gerenciamento de propriedades rurais, focado na implantação do Sistema Racional de Pastoreio Voisin para bovinos.	Agronegócio
10	I	Conscientização, prevenção e combate ao <i>Bullying</i> nas escolas	Smartapp	Canal de comunicação entre as vítimas de <i>Bullying</i> e seus responsáveis legais, pelo qual, através de aplicativo e/ou site, os alunos podem relatar o que aconteceu consigo ou com algum colega - em poucos cliques é enviado um relato detalhado em tempo real para a escola, a qual tomará as medidas cabíveis.	Educação
11	I	Qquant - quantificadores qualitativos	Qquant	Mecanismo automático que visa facilitar Revisão Sistemática de Literatura.	Educação
12	I	Adapt-e: um tutor inteligente para cada professor	Two Know Better	O Adapt-E oferece um ambiente online de aprendizagem customizável para atender as necessidades de ensino dos professores.	Educação
13	I	Gidle intermediação de entregas	Gidle	Entregas inteligentes, possibilitando a otimização do estoque de grupos do setor de varejo que possuem mais de uma loja. O sistema gerencia as entregas dos estabelecimentos parceiros, que posteriormente serão entregues pelos entregadores parceiros.	Comércio e Varejo
14	I	Arko: sistema gamificado para o controle de metas	Arko	A ARKO é uma plataforma digital voltada para empresas e tem como objetivo tornar transparente o acompanhamento das metas e premiações de seus colaboradores.	Comércio e Varejo
15	I	Rota Maceió	Office Brasil Consultoria	Promoção a visualização de ambientes turísticos em realidade virtual aumentada 4D utilizando a tecnologia web projetado para <i>device mobile</i> , Inclusão, acessibilidade a informação sobre os principais pontos turísticos e sua história, com localização em tempo real, traçando rotas do destino a serem visitados.	Economia do Turismo
16	I	Plataforma de gerenciamento de manutenção - <i>oper365</i>	Oper Tecnologia Ltda	O Oper365 é um sistema para o gerenciamento da manutenção no setor hoteleiro, que tem como objetivo a redução dos custos com manutenção, aumento da lucratividade, e informatização de processos.	Economia do Turismo
17	I	Pasta americana sem açúcar	Le Fit	Cobertura em pasta sem açúcar semelhante a pasta americana comercializada mundialmente e empregada na confeitaria.	Fabricação de Alimentos e Bebidas

18	I	Nova bebida probiótica fermentada por kombucha com base de frutas.	Pirá Fermentados Ltda	A Kombucha-Pirá é uma bebida fermentada viva que apresenta propriedades sensoriais desejáveis a qual entrará no mercado consumidor em vários nichos, tendo sua comercialização como produto alternativo para substituição dos refrigerantes, visto que o padrão de consumo de refrigerantes por bebidas saudáveis é crescente, com diminuição de 5% ao ano.	Fabricação de Alimentos e Bebidas
19	I	Sururu Fablab	Sururu Fablab	Desenvolvimento de peças do segmento moveleiro e artesanal utilizando a casca do sururu como agregado ou cobertura das peças. Pesquisas de aprimoramento de uma resina desenvolvida a partir da casca do sururu para cobertura de móveis e estruturas arquitetônicas.	Madeira e Móveis
20	I	Móveis inteligentes desmontáveis	Minde	Linha de móveis desmontáveis e portáteis móveis desmontáveis e portáteis que contêm dispositivos de tecnologia embutidos. Os produtos gerados são uma linha de móveis com baixo custo e <i>design</i> que traga além de conforto funcionalidades que possam envolver tecnologias como Internet das Coisas dentro do segmento de lares e escritórios inteligentes.	Madeira e Móveis
21	I	Soluções em logística reversa para os resíduos sólidos em Maceió	Sirius Ecotech	Plataforma multilateral que conecta vários atores da sociedade, como por exemplo as indústrias de transformação, empresas públicas e privadas de vários nichos e segmentos, consumidores, cooperativas de reciclagem/triagem e coletores autônomos, gerando uma rede de colaboração e responsabilidade compartilhada sobre os resíduos sólidos que cada um desses atores gera.	Meio Ambiente e Bioeconomia
22	I	Aproveitamento de resíduo de mineração como remineralizador de solos	Bioinsugran Pesquisa Agrícola	Resíduo da mineração de agregados da zona da Mata alagoana, com alto potencial para uso direto no solo como fertilizante agroecológico. Não existe no mercado alagoano nenhum remineralizador registrado.	Meio Ambiente e Bioeconomia
23	I	Acolher.me - plataforma de captação de recursos para o 3º Setor	Acolher.Me	Oferecer aos clientes a facilidade de divulgar o trabalho de suas respectivas organizações com custo zero. A empresa também oferta ferramentas de tecnologia web e móvel para expor clientes e parceiros em uma escala maior, integrando-os a rede social.	Social
24	I	Com paixão - e-commerce de doações	Com Paixão	Marketplace focado na disseminação da caridade, do amor e de impacto na vida da comunidade carente, atuando como ponte facilitadora no processo de doação.	Social
25	I	ControleGov	Controlegov	O ControleGov cruzará informações de dados primários, dados secundários e análise de comentários, críticas e sugestões oriundas das redes sociais, cujo objetivo é trazer informações visuais para tomada de decisões.	Adm. Pública
26	I	Greenenergy: biodigestores eficientes e acessíveis.	Reversus Tecnologia Ambiental Ltda	Sistemas biodigestores autônomos que têm como objetivos principais gerar energia limpa sem eletricidade e permitir o tratamento dos resíduos orgânicos de maneira ecologicamente correta, contribuindo para a preservação do nosso planeta.	Energia
27	I	Bidecos: fitocosmético, dermocosmético, natural, orgânico e vegano	Bidecos Bio Dermo Cosméticos	Creme vegano para assaduras e queimaduras para uso infantil e adulto, que promove alívio imediato da dor e ardor. Também desenvolvemos produtos para higiene pessoal de origem natural, orgânica e vegana.	Farmaq. e Farmacêutico
28	I	Slamduino: navegação autônoma fácil e descomplicada	Devtag Sistemas Embarcados Ltda	Mapeamento, navegação inteligente e detecção automática de ambientes e obstáculos. Nosso produto permite aos usuários 1) rápida prototipação, 2) redução da complexidade e custo e 3) customização. Disponibilizamos uma biblioteca que facilita a comunicação do Arduino com nossa tecnologia.	TI e Telecom

29	II	Aplicativo - Master Reforço Escolar	Master Educação	O aplicativo Master é uma ideia inovadora na área educacional por promover aulas particulares, leitura de módulos e resumos escolares, aplicações de TDICs e gamificação às aulas tradicionais e trazer ferramentas de gestão escolar.	Economia Criativa
30	II	<i>Immersive Room Canvas</i>	<i>Immersive Room Canvas</i>	O <i>Immersive Room Canvas</i> é uma aplicação em realidade virtual onde equipes de marketing podem se reunir e colaborar através de canvas em um ambiente imersivo digital.	Economia Criativa
31	II	Estúdio Obo	Estúdio Obo	O Estúdio Obo é um espaço de criação e colaboração artística independente que mescla design, manualidades, artesanato, moda, artes e afins, sob uma perspectiva decolonial e afrofuturista.	Economia Criativa
32	II	EstampaPOP - Espaço <i>Maker</i> com alma nordestina e DNA alagoano	Estampa Pop	Estampa POP oferece tecnologia inclusiva e gratuita em um <i>marketplace</i> para entusiastas nas artes. O formato de <i>marketplace</i> é um dos mais escaláveis da atualidade.	Economia Criativa
33	II	Phi Criativo - Realidade Aumentada	Phi Criativo	O <i>Phi Criativo</i> é uma plataforma de Realidade Aumentada em aplicativos e <i>WebAR</i> , voltada para pequenos e médios empreendimentos e disponibilizada gratuitamente para usuários de tablets e smartphones.	Economia Criativa
34	II	Mordomo Digital	Mordomo Digital	App que insere tecnologia na gestão da casa ao gerar automaticamente o planejamento personalizado de limpeza e manutenção do lar através de lista de afazeres de cada dia, semana e mês de acordo com o tempo que o responsável pelas tarefas dispõe.	Economia Criativa
35	II	NFTudio - Registros em <i>Blockchain</i>	Cisum	Nossa iniciativa consiste na apresentação de um novo conceito de arte, unindo música, inclusão, ciência, <i>blockchain</i> e inteligência artificial.	Economia Criativa
36	II	<i>UltraBrix</i> : um medidor do teor de sacarose da cana-de-açúcar	Agroctech	Nosso negócio é desenvolver, fabricar e comercializar equipamentos para o setor sucroalcooleiro. O <i>UltraBrix</i> é um medidor de Brix da cana-de-açúcar, de baixo custo e não destrutivo.	Agronegócio
37	II	Produto Inovador para o Controle de Pragas e Doenças Fúngicas	Inovacitrus	Trata-se de um biofungicida, solúvel em água, com elevado tempo de prateleira, apresentado na forma solução e aerossol, que possui significativo potencial no controle e eliminação de pragas, e doenças fúngicas associadas ao cultivo de frutas cítricas.	Agronegócio
38	II	Ifield-Plataforma de serviços de sensoriamento remoto agrícola	Camps Soluções Agrícolas Ltda	A Ifield tem o propósito de facilitar o acesso dos produtores rurais a informações úteis para tomadas de decisão ágeis e assertivas que aumentem a eficiência produtiva.	Agronegócio
39	II	Materiais tecnológicos utilizando micélio	Merkaba Tecnologias	Empresa de pesquisa e desenvolvimento de produtos biotecnológicos, biodegradáveis, com propriedades e aplicações similares ao plásticos, sendo estes produzidos utilizando resíduos orgânicos de indústrias agropecuárias do estado de Alagoas e micélio (fungo).	Agronegócio
40	II	Aplicativo para gestão de serviços terceirizados no setor agrícola	Sincronize - Soluções Em Software	Trata-se de um sistema web para gestão de prestadores de serviços terceirizados adaptado à realidade do agronegócio, tem como objetivo desburocratizar e agilizar o processo de contratação e acompanhamento dos serviços.	Agronegócio
41	II	Projeto Artemis	Sadap	Empresa focada no desenvolvimento de soluções em automação para atividades do agropecuárias, com foco em produções de alta densidade.	Agronegócio

42	II	Utilização de extratos fúngicos para controle de mastite	<i>Technol Fungi</i>	A mastite é um problema sanitário na produção leiteira, causada principalmente por agentes bacterianos. O tratamento é feito com antibióticos, os quais nem sempre são eficazes. O produto consiste em um extrato de fungo para o tratamento de mastite.	Agronegócio
43	II	Fazenda Rosa	Victor Fregnani	Desenvolvimento de equipamentos para produção de alimentos indoor com utilização de iluminação artificial.	Agronegócio
44	II	Desenvolvimento de plataforma web de ensino gamificada com RA	Edra Soluções	O objeto central da Startup é promover inovação disruptiva no processo de formação de engenheiros.	Construção Civil
45	II	Produção de Artefatos de Concreto com Adição de Polímeros Reciclados	Econcreto Ltda	Nossa empresa está diretamente relacionada à sustentabilidade e inovação, agregando polímeros plásticos reciclados à fabricação do concreto.	Construção Civil
46	II	Sistema IoT de Aproveitamento de Água da Chuva	Redutti Soluções Hídricas Inteligentes	Produção de DESVIADOR e o FILTRO, com medições da chuva, das pressões e controles pelo celular. Produção de SISTEMAS IoT, com medições de volumes e de pressões.	Construção Civil
47	II	Resina Ecológica e Social	Bioresina N3	Com base no tripé da sustentabilidade: ambiental, social e econômico, buscamos desenvolver uma resina ecológica em substituição as resinas a base de petróleo existentes no mercado.	Construção Civil
48	II	CARE - Casas Responsáveis	Engenharia Responsavel	Empresa criativa que desenvolve novas tecnologias para a construção civil brasileira, visando gerar benefícios para toda a sociedade e construir cidades inteligentes.	Construção Civil
49	II	MeterMonitor: resolvendo perdas comerciais através de data Science	M M Soluções	Nossa iniciativa é o desenvolvimento de uma plataforma SaaS para solução de problemas de perdas comerciais nas empresas de saneamento, chamada MeterMonitor.	Construção Civil
50	II	Aplicativo Móvel para tratamento de Desvio Fonético-Fonológico	<i>Pygus</i>	O aplicativo para o tratamento de crianças com desvio fonológico (DF) propicia a percepção do fonema trabalhado na estrutura da palavra, favorecendo a automatização do fonema instalado na fala da criança.	Saúde e Bem Estar
51	II	Intakos - Integrated Acoustofluidics	Intaclab	Ultrassom e microfluídica para o diagnóstico rápido e portátil de doenças com a mesma eficiência de testes de laboratório (Elisa e PCR).	Saúde e Bem Estar
52	II	Rede Materna - Sua Rede de Apoio Familiar	Rede Materna	Propomos a criação de um <i>marketplace</i> de agendamento de serviços voltado exclusivamente para oferta de profissionais diversos que façam sentido dentro desse ecossistema de rede familiar.	Saúde e Bem Estar
53	II	<i>Wearables</i> na Avaliação de Amputados e sua Reinserção Laboral e Social	<i>Stc Mentoring & Health</i>	O objetivo é implementar um protocolo de avaliação utilizando <i>wearables</i> (<i>Hexoskin Smart - Carré Technologies</i>) nos CER em Alagoas. Para viabilizar o desenvolvimento do produto foi iniciado reuniões junto a SUPED- AL, onde foi apresentada a proposta inovadora sobre a realização de testes funcionais utilizando a camiseta inteligente.	Saúde e Bem Estar
54	II	"Massa!" Monitorar Atividade física, Sedentarismo, Sono e Alimentação	Teenapp4health	Busca-se desenvolver e validar o APP "É MASSA!", que a partir de componentes in-built em smartphone, poderá mensurar comportamentos de atividade física, sedentário, sono e consumo alimentar.	Saúde e Bem Estar
55	II	Simulador de Realidade Virtual para o Exame de Ressonância Magnética	Rv Saúde	Simulador composto por uma caverna (estrutura física) e um software de Realidade Virtual para simulação do ambiente de realização do exame de Ressonância Magnética (RM).	Saúde e Bem Estar

56	II	Dardos Estratégias	Dardos Estratégias	Somos uma ferramenta digital de <i>geomarketing</i> que concentra, produz, trata e permite a análise avançadas de um conjunto de dados em uma solução completa para alcançar as pessoas certas, na hora certa e no lugar em que se encontram.	Comércio e Varejo
57	II	Mercatus- Startup de inteligência de mercado e jornalismo de dados	Mercatus	A Mercatus é uma plataforma de mídia e tecnologia de dados que preenche a lacuna de conhecimento de empresários na aplicação da ciência econômica e de dados em um processo decisório baseado em evidências.	Comércio e Varejo
58	II	Tax Compliance para empresas do Simples Nacional (SimplesFique)	Descomplique Soluções Tributárias	"SimplesFique" é uma ferramenta de controle da conformidade das empresas optantes pelo Simples Nacional, que tem como objetivo evitar que a empresa seja excluída do regime.	Comércio e Varejo
59	II	Estilex: consultoria de imagem e estilo na palma da mão	Estilex	Se trata de uma plataforma onde o consumidor passará por etapas da consultoria de imagem e a partir dos seus resultados o direcionaremos para as empresas que ofertam exatamente o que o consumidor necessita.	Comércio e Varejo
60	II	Resfriador de água para Crioterapia	Criosistem	Refere-se a um tratamento para condições de pacientes que sofreram cirurgias ou contusões e que precisam de uma terapia criogênica, ou seja, com o tratamento dessas lesões através do frio.	Comércio e Varejo
61	II	KHYON Protocolo de Avaliação e Recomendação	Khyon Protocolo De Avaliação E Recomendação	Propomos um produto/sistema que incorpora os instrumentos de avaliação/protocolos usando diversas tecnologias de ponta como IA e DL para auxiliar esses profissionais multidisciplinares.	Administração Pública
62	II	E-Mediar- Soluções de Conflitos	E-Mediar	A E-Mediar veio com a proposta de trazer para solução dos conflitos o que a Uber fez para os transportes. Uma plataforma web que entrega TEMPO para a sociedade como um todo, e resolve questões de consumo, contratos, imobiliária, condominial, trabalhista, familiar, atendimento ao cliente, e outros.	Administração Pública
63	II	Atua Cidade + Inteligente	Planejare Tecnologia Ltda	Atua Cidade é uma solução tecnológica disponibilizada em aplicativo para smartphones e sistema web, estruturada em 4 eixos: i) participação social, ii) Educação e Cidadania e iii) Serviços Públicos, iv) Biossegurança.	Administração Pública
64	II	UPVÓI - Mobilidade Inteligente Só Para Turistas	Upmobi	A UPVÓI é uma solução de tecnologia com inovação para agências multiplicarem seu faturamento conectando TURISTAS com MOTORISTAS GUIAS LOCAIS não só de Alagoas mas do Mundo, promovendo: a Segurança, Liberdade, Comodidade e Custos Acessíveis.	Economia do Turismo
65	II	eCommerce ePasseios	Epasseios	Agência <i>eCommerce</i> que proverá aos viajantes todas alternativas de lazer disponíveis no período e cidade de suas férias.	Economia do Turismo
66	II	Get your Guide: Projeto Alagoas	Travel To Pin	O GET YOUR GUIDE é um sistema de mapas inteligentes que elabora roteiros turísticos personalizados a partir das características predeterminadas pelo usuário.	Economia do Turismo
67	II	Produto Inovador para Tratamento Dermatológico Veterinário	Pyropharm	O emprego da fitoterapia na saúde animal, ainda é pouco abordado e explorado haja vista o pequeno número de produtos com pedidos de registros no INPI.	Farmoquímico e Farmacêutico
68	II	Técnica de redução do uso de antiespumante em escala industrial	Consulferm	Tecnologia inovadora capaz de reduzir a quantidade de antiespumante utilizada no processo de fermentação. A tecnologia é dotada de metodologias que possuem estratégias específicas de aplicação do antiespumante que já é usado pela indústria	Farmoquímico e Farmacêutico

69	II	Lavoisier Cosméticos - Valorização de Resíduos Agroindustriais	Lavoisier Dermocosmeticos	Nossos produtos são dermocosméticos para pele, sustentáveis, multifuncionais, seguros e de alta performance. Com bioativos extraídos de resíduos de fábricas de polpas de frutas, que geralmente são descartados agregando valor a um resíduo com alto potencial biotecnológico.	Meio Ambiente e Bioeconomia
70	II	VeganCouro - Couro microbiano biodegradável	Vegan Couro	A VaganCouro é uma empresa que nasce da problemática dos impactos ambientais causado pela agropecuária e em destaque a indústria do couro, desenvolvendo uma tecnologia escalonável de produção de couro microbiano, verdadeiramente vegano, e utilizando resíduos agroindustriais.	Meio Ambiente e Bioeconomia
71	II	Ultra Anfitrião	Ultra Anfitrião	O Ultra Anfitrião é uma plataforma de software para proprietários com até duas propriedades que alugam seus imóveis por temporada como atividade secundária.	TI e Telecom
72	II	Marvin : Uma plataforma digital de manutenção preditiva	Osh Technology	Somos uma empresa de Dados, fazemos análise de falhas em máquinas eletromecânicos industriais no nicho de óleo e gás.	TI e Telecom
73	II	Alpha D - O mundo digital sem idade	Alpha D	A Alpha D é uma startup que ajuda os profissionais da geração 50+ a prosperarem no mundo digital, gerando sua independência tecnológica, proporcionando um ambiente adaptado ao seu ritmo e linguagem	Educação
74	II	StroHand - Luva para o auxílio na reabilitação de membros superiores	Strohand	O negócio se trata da criação de um dispositivo físico capaz de auxiliar um profissional a realizar uma sessão mais precisa e prática.	Elétrico e Eletrônico
75	II	Jogadores FC - Organize seu time de futebol amador	Jogadores	Jogadores FC é o jeito simples de organizar um time de futebol! Nosso objetivo é construir uma comunidade onde os times de futebol amador possam se conectar com outros times, jogadores, federações, quadras, e tudo o que gira em torno desse ecossistema.	Eventos e Lazer
76	II	Sargas: Hidromel Enriquecido com Própolis Vermelha de Alagoas	Sargas Apiario E Hidromeis	O Sargas é um protótipo em fase de testes em escala miniaturizada, que busca incorporar o extrato da própolis vermelha de Alagoas a hidroméis e meloméis de qualidade, maturados em contato com madeiras da flora brasileira e carvalho europeu.	Fabricação de Alimentos e Bebidas
77	II	Banco de Peritos/NPMJ - Inovação por Justiça	Banco De Peritos	Plataforma digital de busca por peritos judiciais e agendamentos de Pericias de forma rápida, segura e transparente.	Jurídico
78	II	Otto Cleantech	Otto Tecnologia	O produto consiste em uma estação de tratamento de efluentes (ETE) autônoma de pequeno porte, operacionalizada com tecnologias limpas e monitorada através de rede de sensores inteligentes.	Química e Novos Materiais

Elaborado pelo autor.

Diante das informações da Tabela acima, destacam-se os projetos relacionados à saúde e bem-estar, bem como o agronegócio e a educação, por possuírem o maior número de propostas em execução, em conformidade à metodologia do Programa Centelha.

No setor da saúde e bem-estar, incluem-se inovações desde o cálculo de doses de medicações críticas nos ambientes de emergência e medicina intensiva, até produtos bioativos à base mel do sertão como reparador tecidual, além de

teste molecular para avaliação do prognóstico de pacientes com câncer de próstata, mama, pulmão, cabeça e pescoço, usando algoritmo de classificação molecular.

Destarte, o setor do agronegócio detém projetos voltados para o monitoramento e manejo biológico de pragas agrícolas, bem como de controle de qualidade de sementes e sistema de acesso remoto às informações do rebanho, controle da rotação do pasto, os quais visam contribuir para a melhoria dessas atividades no campo. Ademais, esses projetos remontam ao teor de inovação identificado nas soluções e patentes, do setor de agronegócio, postas nas seções 4.1 e 4.2.

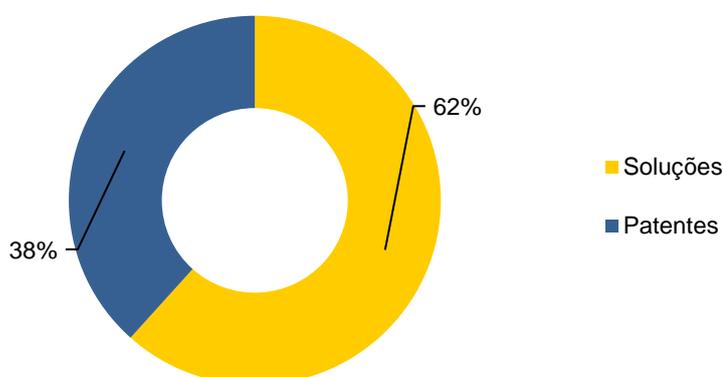
Outrossim, os projetos contemplados no Centelha I e II de Alagoas emanam um conjunto de outros projetos, igualmente representativos, no que se refere à qualidade das ideias propostas. É o caso, por exemplo, da *startup* “Bioinsugran Pesquisa Agrícola”, fundada em 2020, cujo projeto é coordenado pela Professora da UFAL, Dra. Regla Toujaguez La Rosa Massahud, que desenvolve um resíduo da mineração de agregados da zona da Mata alagoana, com alto potencial para uso direto no solo como fertilizante agroecológico.

4.5 Discussão dos Resultados

Precedentemente, para fins de melhor entendimento e padronização, a unificação das soluções e patentes brasileiras sobre visão computacional, extraídas por meio das bases descritas na Metodologia, recebem, aqui, a nomenclatura de “tecnologia”.

Diante disso, o Gráfico 14 explicita o percentual de tecnologias prospectadas por tipo, ou seja, soluções e patentes sobre visão computacional, conforme computadas e analisadas nas seções 4.1 e 4.2. Nesse ínterim, no total, foram analisadas 73 tecnologias que podem contribuir para o desenvolvimento dos projetos dos Programas TCNOVA e Centelha no estado de Alagoas.

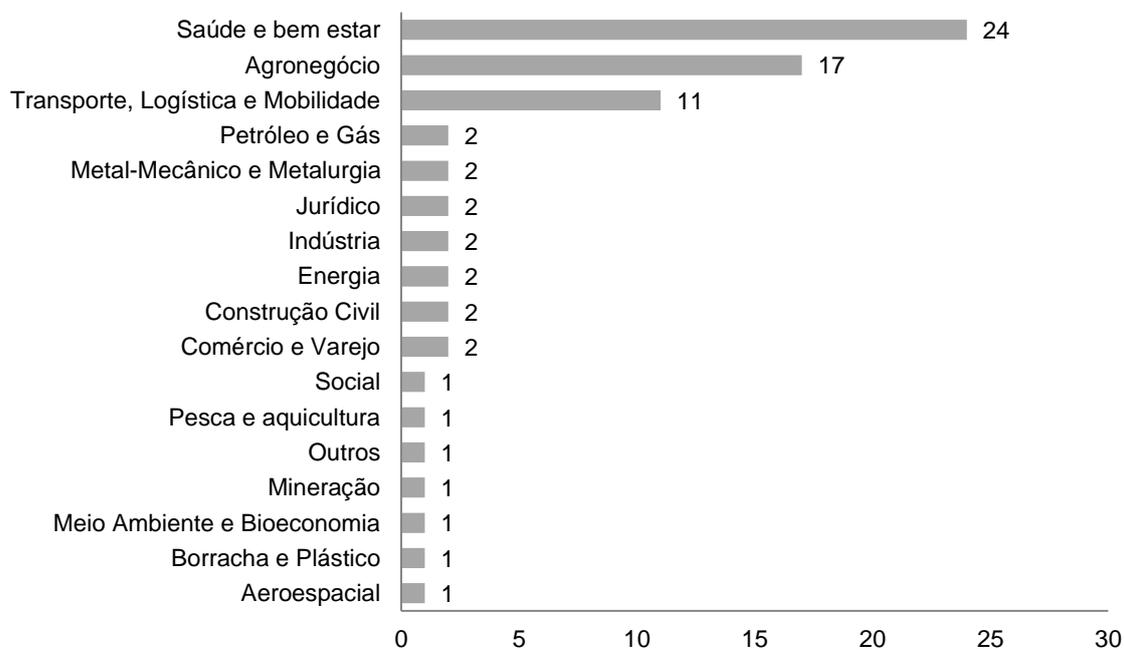
Gráfico 14: Percentual de tecnologias sobre visão computacional, por tipo.



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

À luz disso, o somatório dessas tecnologias permitiu, em um primeiro momento, observar possíveis tendências, em termos de soluções e patentes sobre visão computacional para alguns setores, como visto no Gráfico 15, explicitamente, saúde e bem-estar, bem como agronegócio, além de transporte, logística e mobilidade.

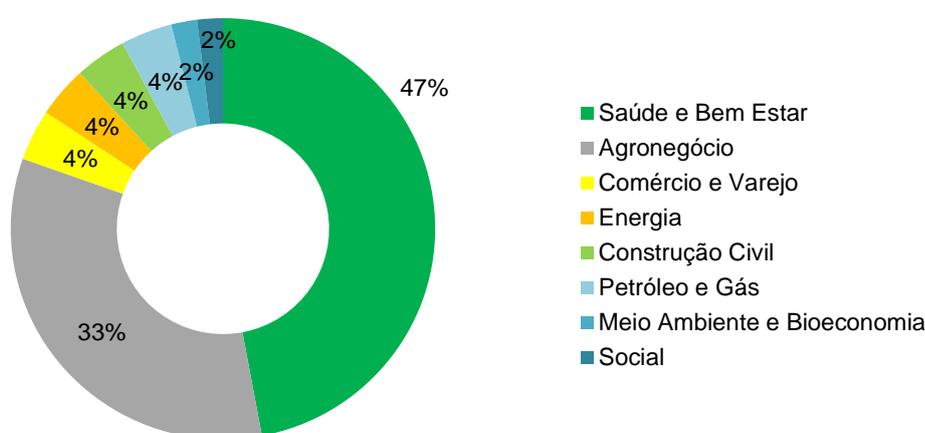
Gráfico 15: Tecnologias sobre visão computacional, por setor.



Fonte: 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 Alagoas, tem-se, inicialmente, a interconexão para, apenas: saúde e bem-estar; agronegócio; comércio e varejo; energia; construção civil; petróleo e gás; meio ambiente e bioeconomia; e social, conforme o Gráfico 16. Destaque para saúde e bem-estar, com 47% das tecnologias prospectadas.

Gráfico 16: Tecnologias prospectadas com aderência aos setores dos projetos do Programa TECNOVA e Centelha em Alagoas.



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

Dessa forma, a princípio, não há tecnologias prospectadas que possuam vínculo direto para os setores de alguns projetos dos supracitados Programas, são eles: educação; economia e turismo; fabricação de alimentos e bebidas; madeira e móveis; administração pública; farmoquímico e farmacêutico; e TI e Telecom.

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 explicitados nas seções 4.1 e 4.1.

Destarte, 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.

Nessa concepção, positiva-se, na Tabela 11, a aderência das supracitadas tecnologias aos projetos do Programa TECNOVA I e II. Diante disso, estabeleceram-se alguns campos para a estruturação das informações, a saber: título do projeto; setor; solução; e patente. Ademais, tanto os projetos quanto as tecnologias estão identificados pelos números atribuídos em suas respectivas Tabelas.

Tabela 11: Aderência das tecnologias prospectadas aos projetos de inovação do Programa TECNOVA I e II Alagoas.

Nº	Projeto	Setor	Solução	Patente
4	Sistema de análise de risco de ectasia para candidatos à cirurgia refrativa	TI e Telecom	5. Diagnóstico de Degeneração Macular Relacionada à Idade - DMRI	-
			6. Classificação automatizada de Degeneração Macular Relacionada à Idade - DMRI	-
7	Desenvolvimento e Padronização do Processo 'quebra-cabeça' para otimização do aproveitamento de couro de animais – Tilápia	Outros Materiais	25. Detecção de falhas e definição da qualidade de peles de cabra	-
9	Desenvolvimento de Síntese Química Inovadora de Feromônio para Prevenção e Controle de Pragas Invasoras no Território Nacional Brasileiro	Agronegócio	-	20. Sistema ecológico, móvel, escalável, automático e online para controle de pragas
12	Sistema Integrado de Gestão de Vazamentos de Petróleo e Gás Natural	Petróleo e Gás	37. Detecção de hidrocarbonetos em imagens sísmicas	-
			38. Monitoramento de perfuração de poços de petróleo	-
20	BrAln IOL Advisor	TI e Telecom	5. Diagnóstico de Degeneração Macular Relacionada à Idade - DMRI	-
			6. Classificação automatizada de Degeneração Macular Relacionada à Idade - DMRI	-
22	Hydra	Petróleo e Gás	37. Detecção de hidrocarbonetos em imagens sísmicas	-
			38. Monitoramento de perfuração de poços de petróleo	-

Elaborado pelo autor.

Diante da realização da análise de inter-relação, foram identificadas 6 tecnologias sobre visão computacional, sendo 5 soluções e 1 patente, que possuem aderência, a princípio, às ideias propostas de 6 empresas do Programa

TECNOVA I e II Alagoas, são elas: Clínica Micro Cirurgia Ocular; Indústria Parisotto Ltda; Interacta Química Ltda; SED; e Logos. Destarte, a SED possui dois projetos contemplados, sendo o “Sistema Integrado de Gestão de Vazamentos de Petróleo e Gás Natural” na primeira edição do TECNOVA, e o aperfeiçoamento da ferramenta Hydra na segunda rodada. No entanto, não houve aderência de tecnologias para 18 projetos analisados.

No que diz respeito às tecnologias que podem contribuir para o desenvolvimento ou melhoria dos projetos do Programa TECNOVA de Alagoas, constatou-se que dois setores detêm mais de um projeto, são eles: TI e Telecom; e Petróleo e Gás. No entanto, apesar dos projetos “Sistema de análise de risco de ectasia para candidatos à cirurgia refrativa” e “*BrAln IOL Advisor*” estarem inseridos em TI e Telecom, compreende-se, aqui, que tais soluções fazem parte do setor saúde, haja vista seus objetivos principais. Isto se deve ao fato, como já destacado, que, nos editais do Programa, não houve a priorização desse setor.

Nesse ínterim, sobre os projetos de TI e Telecom, visualiza-se que, em ambos, há a aderência de duas soluções que podem contribuir para o incremento tecnológico ou melhoria das já existentes. Tais soluções, aparentemente, possuem o mesmo objetivo, que é realizar diagnóstico preciso de degeneração macular relacionada à idade por meio de técnicas de visão computacional.

No tocante aos projetos relacionados à cadeia produtiva de petróleo e gás, averiguou-se a possibilidade do uso de duas soluções, são elas: Detecção de hidrocarbonetos em imagens sísmicas; e Monitoramento de perfuração de poços de petróleo, as quais, segundo Souza et al. (2020) e Guilherme et al. (2011) utilizam processamento de imagens para a tomada de decisões, em meio a eventuais problemas na perfuração de poços e extração de petróleo, bem como permitem a interpretação de imagens sísmicas, procedimento relevante para o setor.

Postos os pontos do TECNOVA, descreve-se, na Tabela 12, a aderência das tecnologias prospectadas aos projetos do Programa Centelha I e II do estado de Alagoas. Diante disso, estabeleceram-se alguns campos para a estruturação das informações, a saber: título do projeto; setor; solução; e patente. Ademais, tanto os projetos quanto as tecnologias estão identificados pelos números atribuídos em suas respectivas Tabelas.

Tabela 12: Aderência das tecnologias prospectadas aos projetos de inovação do Programa Centelha I e II Alagoas.

Nº	Projeto	Setor	Solução	Patente
2	<i>Diaghans</i> : aplicativo móvel para o manejo da hanseníase	Saúde e Bem Estar	11. Sistema de classificação de imagens dermatoscópicas	-
3	Produtos bioativos à base mel do sertão como reparador tecidual	Saúde e Bem Estar	11. Sistema de classificação de imagens dermatoscópicas 14. Diagnóstico de melanoma em imagens dermatoscópicas	14. Processo de detecção de melanoma automatizado -
4	Um novo jeito de marcar e acompanhar consultas e exames médicos	Saúde e Bem Estar	-	18. Sistema para gestão de dados perioperatórios implementado por programa de computador
5	Oncotarget: oncologia de precisão	Saúde e Bem Estar	2. Diagnóstico de câncer de mama usando análise de imagem térmica 4. Identificação de câncer de próstata 12. Sistema para detectar câncer de pele	12. Método e sistema automático de análise de imagem de mamografia e método de treinamento de rede neural profunda 13. Sistema e método automático de análise de imagem de mamografia e uso do sistema 14. Processo de detecção de melanoma automatizado 15. Dispositivo de apoio ao diagnóstico de câncer bucal 16. Teste diagnóstico portátil para qualificação e quantificação de diferentes tipos de células 17. Sistema móvel e processo auxiliar para avaliação de imagens termográficas mamárias
6	<i>Software</i> para análise 3D biomecânica do movimento humano	Saúde e Bem Estar	-	6. Câmera inteligente multiprocessada de análise comportamental georreferenciada 7. Método e sistema aplicativo, individual e interativo, dotado com inteligência artificial
7	Utilização de produtos naturais na agricultura	Agronegócio	23. Identificação de lesões em folhas de algodão 26. Classificação de cana crua na presença da impureza sólida 27. Mapeamento automático de sistemas de irrigação 28. <i>InsectCV</i>	20. Sistema ecológico, móvel, escalável, automático e online para controle de pragas 21. Processo e dispositivo para análise de estado nutricional, sanitário e de maturação de plantas, por meio de análise de imagens 22. Método de identificação do <i>guignardia citricarpa</i> 23. Equipamento com módulo eletrônico para análise de amostras de forragem através de imagens
8	Vigor check: teste rápido para atestar a qualidade de sementes	Agronegócio	16. Método para identificar e quantificar estômatos em folhas de árvores cítricas 18. Quantificação de polifenóis de matrizes vegetais	- -

			20. Classificação de qualidade de sementes e mudas de soja	-
9	Voisin online	Agronegócio	17. Software Ethoflow 34. Sistema de vigilância digital	27. Sistema de gerenciamento e método de identificação de animais -
10	Conscientização, prevenção e combate ao bullying nas escolas	Educação	1. Método para diagnosticar paciente com TEA ou TD 13. Reconhecimento de regiões da face humana sob condições adversas 36. Detecção automática de morfometria geométrica	1. Sistema inteligente de identificação de objetos baseado em características 2. Sistema de controle de fluxo e acesso a pistas e ambientes demarcados para pessoas e/ou veículos -
13	Gidle intermediação de entregas	Comércio e Varejo	45. Sistema baseado em aprendizado de máquina para localização de objetos	28. Método e sistema para a inspeção de qualidade de materiais
14	Arko - sistema gamificado para o controle de metas	Comércio e Varejo	-	25. Sistema de vendas de produtos industrializados para usuários através de uma máquina de vendas
15	Rota Maceió	Economia do Turismo	42. Observações e Estatísticas da Terra	-
16	Plataforma de gerenciamento de manutenção - Oper365	Economia do Turismo	-	4. Câmera com inteligência artificial (ia) para detecção e controle de riscos de acidentes pessoais em operações em máquinas/ equipamentos
19	Sururu Fablab	Madeira e Móveis	43. Avaliação superficial de moldes plásticos -	4. Câmera com inteligência artificial (ia) para detecção e controle de riscos de acidentes pessoais em operações em máquinas/ equipamentos 28. Método e sistema para a inspeção de qualidade de materiais (GRIPP et al, 2019)
20	Móveis inteligentes desmontáveis	Madeira e Móveis	43. Avaliação superficial de moldes plásticos -	4. Câmera com inteligência artificial (ia) para detecção e controle de riscos de acidentes pessoais em operações em máquinas/ equipamentos 28. Método e sistema para a inspeção de qualidade de materiais (GRIPP et al, 2019)
26	Greenenergy: biodigestores eficientes e acessíveis.	Energia	31. Extração de atributos de vídeo UV de descargas corona em isoladores poliméricos 32. Monitoramento automatizado de canteiros de obras de subestações de energia elétrica	- -
28	Slamduíno: navegação autônoma fácil e descomplicada	TI e Telecom		1. Sistema inteligente de identificação de objetos baseado em características
32	Estampa POP - Espaço Maker com alma nordestina e DNA alagoano	Economia Criativa	-	24. Sistema para obtenção de medidas corporais em ambientes virtuais de prova

34	Mordomo Digital	Economia Criativa	45. Sistema baseado em aprendizado de máquina para localização de objetos	
37	Produto Inovador para o Controle de Pragas e Doenças Fúngicas	Agronegócio	-	20. Sistema ecológico, móvel, escalável, automático e online para controle de pragas 22. Método de identificação do <i>guignardia citricarpa</i>
38	<i>Ifield</i> -Plataforma de serviços de sensoriamento remoto agrícola	Agronegócio	17. <i>Software Ethoflow</i> 19. Sistema de seleção de laranjas 20. Classificação de qualidade de sementes e mudas de soja 22. Segmentação automática de imagens de asas de abelha 23. Identificação de lesões em folhas de algodão 24. Sistema de detecção de maçãs 26. Classificação de cana crua na presença da impureza sólida 27. Mapeamento automático de sistemas de irrigação	27. Sistema de gerenciamento e método de identificação de animais 23. Equipamento com módulo eletrônico para análise de amostras de forragem através de imagens
39	Materiais tecnológicos utilizando micélio	Agronegócio	43. Avaliação superficial de moldes plásticos	
41	Projeto Artemis	Agronegócio	17. <i>Software Ethoflow</i> 19. Sistema de seleção de laranjas 20. Classificação de qualidade de sementes e mudas de soja 22. Segmentação automática de imagens de asas de abelha 23. Identificação de lesões em folhas de algodão 24. Sistema de detecção de maçãs 26. Classificação de cana crua na presença da impureza sólida 27. Mapeamento automático de sistemas de irrigação	27. Sistema de gerenciamento e método de identificação de animais 23. Equipamento com módulo eletrônico para análise de amostras de forragem através de imagens
43	Fazenda Rosa	Agronegócio	-	20. Sistema ecológico, móvel, escalável, automático e online para controle de pragas
45	Produção de Artefatos de Concreto com Adição de Polímeros Reciclados	Construção Civil	30. Definição de vazios de ar na fabricação de agregados finos para misturas de concreto asfáltico	-
48	CARE - Casas Responsáveis	Construção Civil	43. Avaliação superficial de moldes plásticos	-
51	Intakos - <i>Integrated Acoustofluidics</i>	Saúde e Bem Estar	15. <i>The Malaria System MicroApp</i>	16. Teste diagnóstico portátil para qualificação e quantificação de diferentes tipos de células e uso

10. <i>Smartpathk</i>				-
59	Estilex: consultoria de imagem e estilo na palma da mão	Comércio e Varejo	-	24. Sistema para obtenção de medidas corporais em ambientes virtuais de prova
66	Get your Guide: Projeto Alagoas	Economia do Turismo	42. Observações e Estatísticas da Terra	-
70	VeganCouro - Couro microbiano biodegradável	Meio Ambiente e Bioeconomia	25. Detecção de falhas e definição da qualidade de peles de cabra	-
71	Ultra Anfitrião	TI e Telecom	34. Sistema de vigilância digital 45. Sistema baseado em aprendizado de máquina para localização de objetos	1. Sistema inteligente de identificação de objetos baseado em características 6. Câmera inteligente multiprocessada de análise comportamental georreferenciada
72	Marvin: Uma plataforma digital de manutenção preditiva	TI e Telecom	-	28. Método e sistema para a inspeção de qualidade de materiais
76	Sargas: Hidromel Enriquecido com Própolis Vermelha de Alagoas	Fabricação de Alimentos e Bebidas	-	21. Processo e dispositivo para análise de estado nutricional, sanitário e de maturação de plantas, por meio de análise de imagens

Elaborado pelo autor.

Após a realização da análise de inter-relação, foram identificadas 49 tecnologias sobre visão computacional, sendo 29 soluções e 20 patentes, que possuem aderência às ideias propostas em 33 projetos do Programa Centelha I e II Alagoas, dentre eles: Curamel; Zero time; Oncotarget; Otimize; Agroserv; Scisense; *Voisin Online* Serviços de Tecnologia Ltda; *Smartapp*; Gidle; Arko; *Oper* Tecnologia Ltda; *Sururu Fablab*; *Minde*; *Reversus* Tecnologia Ambiental Ltda; CARE – Casas Responsáveis; Ultra Anfitrião; Projeto Artemis; e Mordomo Digital.

No entanto, não houve aderência de tecnologias para os projetos de 43 startups, dentre eles: Saúde e bem-estar – Médica Aplicativos Médicos; Medteco; e RV Saúde; Educação – Qquant; e *Two Know Better*; e ALPHA D; Fabricação de alimentos e bebidas – Le Fit; e Pirá Fermentados Ltda; Meio ambiente e bioeconomia – *Sirius Ecotech*; Bioinsugran Pesquisa Agrícola; e Lavoisier Cosméticos; Social – Acolher.Me; e Com Paixão; Administração Pública – Controlegov; e E-Mediar-Soluções de Conflitos; Farmoquímica e farmacêutico – *Bidecos Bio Dermo* Cosméticos; Produto Inovador para Tratamento Dermatológico Veterinário; TI e Telecom – Devtag Sistemas Embarcados Ltda.

No que diz respeito às tecnologias que podem contribuir para o desenvolvimento ou aprimoramento dos projetos do Programa Centelha, em suas

duas edições, constatou-se 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 20 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, a 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, em consonância à Tabela 12. Nitidamente, há uma oferta representativa para esse tipo de tecnologia, no universo contabilizado.

Para a educação, apesar de inicialmente não haver nenhuma tecnologia prospectada classificada neste setor, foram correlacionadas para o projeto “*Smartapp, conscientização, prevenção e combate ao Bullying nas escolas*” três

soluções e duas patentes, com o intuito de aprofundamento técnico e a possibilidade para o desenvolvimento de novos módulos ou novos sistemas que possam contribuir para a robustez da ideia inicial. É o caso, por exemplo, da solução “Método para diagnosticar paciente com TEA”, importante mecanismo para o diagnóstico precoce de pessoas que estão dentro do transtorno do espectro autista, tendo em vista que indivíduos nessa condição podem ser vítimas de *Bullying*.

Outras tecnologias prospectadas sobre visão computacional, também, foram inter-relacionadas a outros projetos, conforme explicitado na Tabela 10. Dentre elas, observa-se:

- a) *Zerotime*, com uma patente de “Sistema para gestão de dados pré-operatórios”, com o intuito de expansão futura do negócio;
- b) *Curamel*, que pode desenvolver novos produtos a partir da solução “classificação de imagens dermatoscópicas”;
- c) *Otimize*, a qual possui duas patentes aderentes ao seu projeto, como proposta, também, de expansão futura;
- d) *Voisin online*, que pode obter importantes meios para o crescimento do negócio por intermédio da patente de “Sistema de gerenciamento e método de identificação de animais”, bem como as soluções “*Software Ethoflow*” e “Sistema de vigilância digital”;
- e) *Gidle*, que do ponto de vista de oportunidade futuras, tem-se a solução “Sistema baseada em aprendizado de máquina para localização de objetos” e a patente “Método e sistema para a inspeção de qualidade de materiais”;
- f) *Arko*, com a possibilidade de expansão da ideia inicial, por meio da patente “Sistema de vendas de produtos industrializados para usuários a partir de uma máquina de vendas”;
- g) *Rota Maceió*, projeto de turismo virtual que pode agregar outras funcionalidades por meio da solução “Observações e Estatísticas da Terra”;
- h) *Oper365*, que tem por fito gerenciar a manutenção hoteleira, por meio de plataforma virtual, a qual pode estabelecer novos serviços por intermédio da concepção da patente “Câmera com inteligência artificial (ia) para

- detecção e controle de riscos de acidentes pessoais em operações em máquinas/ equipamentos”;
- i) Sururu *Fablab* e *Minde*, setor de Madeira e Móveis, em que se correlacionaram uma solução e duas patentes para o desenvolvimento de seus produtos e segurança de seus funcionários;
 - j) *Greenenergy*, que atua no ramo de biodigestores eficientes e acessíveis, cujas tecnologias prospectadas se configuram em soluções, “Extração de atributos de vídeo UV de descargas corona em isoladores poliméricos” e “Monitoramento automatizado de canteiros de obras de subestações de energia elétrica”.
 - k) Ultra Anfitrião, que foi identificado duas soluções e duas patentes que culminam para a ideia proposta no Programa Centelha.

Posto isto, por meio das análises transversais realizadas, das 73 tecnologias sobre visão computacional prospectadas, apenas 20 não tiveram aderência aos projetos dos Programas TECNOVA e Centelha de Alagoas. Diante disso, as soluções e patentes delimitadas, nesta seção, revestem-se de importância e impacto positivo nos processos e atividades de seus respectivos setores.

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 permite 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.

5 CONCLUSÃO

Como visto, no decorrer deste trabalho, 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.

Todavia, observa-se que, no Brasil, 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.

Nesse contexto, tendo em vista a minimização dos gargalos de inovação no Brasil e em suas unidades federativas, como é o caso apresentado do estado de Alagoas, surgiram, por meio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e a Financiadora de Estudos e Projetos, os Programas TECNOVA e Centelha, os quais se configuram como políticas públicas que visam à criação e ao desenvolvimento de empresas de base tecnológica em todo o território nacional.

Diante desse cenário, elencou-se um conjunto de objetivos específicos, que foram construídos ao logo deste trabalho. Desse modo, demonstram-se as conclusões de cada um deles, a saber: a) analisar o estado da arte da inteligência artificial aplicada à visão computacional nas bases *Web of Science* e *Scopus*; b) prospectar patentes brasileiras sobre inteligência artificial aplicada à visão computacional por meio das plataformas *Questel Orbit* e INPI; c) identificar os projetos de inovação contemplados nos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas; d) identificar as tecnologias prospectadas de inteligência artificial aplicada à visão computacional.

Sendo assim, os resultados do primeiro objetivo específico permitiram compreender que, na academia, há uma relativa quantidade de pesquisadores e Instituições de ensino brasileiras que se dedicam a estudar e desenvolver

soluções de visão computacional, como os sistemas de Diagnóstico de Degeneração Macular Relacionada à Idade – DMRI e o Sistema de Detecção da doença de Alzheimer. Ademais, 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.

Quanto 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 do último objetivo específico, à pergunta: 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 73 tecnologias prospectadas (soluções e patentes) aos supracitados projetos. Desse modo, obtiveram-se 53 tecnologias que possuem aderência às inovações propostas em 38 projetos dos Programas analisados, ou 37% da amostra.

Também, constatou-se a vocação do Brasil em liderar o mundo na aplicação de IA, especificamente aqui, visão computacional, em setores que já possuem o protagonismo, como o agronegócio, o que ratifica a análise inicial de Martins e Neri (2021). Ademais, foi verificada a tendência no desenvolvimento de soluções e patentes brasileiras sobre visão computacional, relacionadas à saúde, algo que, até então, não havia sido identificado na literatura que serviu de base teórica deste trabalho.

Outrossim, as patentes demonstram um cenário de tecnologias relacionadas ao transporte, logística e mobilidade, possivelmente seguindo tendências internacionais, como apontado por Savekar e Kumar (2021), no tocante ao controle de tráfego de veículos e pedestres, bem como tecnologias voltadas à autonomia automobilística.

Isto posto, é fato que apenas 38 projetos dos Programas TECNOVA e Centelha do estado de Alagoas 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.

Nessa perspectiva, mapear cenários tecnológicos e de inovação deve ser compreendido como uma das primeiras etapas para a execução de um projeto de negócio bem estruturado. Diante disso, a inserção dos elementos de RSL, prospecção de patentes, bem como outros mecanismos, deve ser levado em consideração em momentos estratégicos, tendo em vista melhores resultados e maiores chances de competitividade no mercado.

Por último, como discussão futura, 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.

REFERÊNCIAS

- ADAMIAN, N; et al. An Open-Source Computer Vision Tool for Automated Vocal Fold Tracking From Videoendoscopy. **Laryngoscope**, 00:1–7, 2020. DOI: 10.1002/lary.28669.
- AGGARWAL, Charu C. **Neural Networks and Deep Learning**. NY, USA: Springer, 2018.
- AGUIRR, E. **Câmera com Inteligência Artificial (IA) para detecção e controle de riscos de acidentes pessoais em operações em máquinas/equipamentos**. Depositante: Estevam Aguirre De Arruda Vom Stein. Depósito: 09 mar. 2020. Data da Publicação: 21 set. 2021.
- ALBUQUERQUE, Rafael Walter; et al. Mapping Key Indicators of Forest Restoration in the Amazon Using a Low-Cost Drone and Artificial Intelligence. **Remote Sens**, 14, 2022. DOI: 10.3390/rs14040830.
- 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.
- ALMEIDA, Dyego de Oliveira. **Métodos de Visão Computacional Aplicados a Extração de Características de Ambientes Urbanos em Imagens de Satélite de Baixa Resolução**. Dissertação de Mestrado em Direito Programa de Pós-Graduação do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.
- ALMEIDA, Patricia Gomes Rêgo; SANTOS, Carlos Denner; FARIAS, Josivania Silva. Artificial Intelligence Regulation: a framework for governance. **Ethics and Information Technology**, 2021. DOI: 10.1007/s10676-021-09593-z.
- ANJOS, Carlos E.M.; et al. Deep learning for lithological classification of carbonate rock micro-CT images. **Computational Geosciences**, 25, 2021. DOI: 10.1007/s10596-021-10033-6.
- ANTUNES, Adelaide Maria de Souza; et al. Métodos de Prospecção tecnológica, Inteligência Competitiva e Foresight: principais conceitos e técnicas. *In*: RIBEIRO, Núbia Moura (Org). **Prospecção tecnológica**. Salvador: IFBA, 2018.
- ARAÚJO, Wecio Pinheiro. Marx e a indústria 4.0: trabalho, tecnologia e valor na era digital. **R. Katál.**, Florianópolis, v.25, n. 1, p. 22-32, jan./abr, 2021. DOI: 10.1590/1982-0259.2022.e82591.

ARBIX, Glauco. Algoritmos não são inteligentes nem têm ética, nós temos: a transparência no centro da construção de uma IA ética. *In*: COZMAN, Fabio G.; PLONSKI, Guilherme Ary; NERI, Hugo (Org.). **Inteligência artificial: avanços e tendências**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2021.

ARMSTRONG, Paul. **Dominando as Tecnologias Disruptivas**. Tradução: SERRA, Afonso Celso da Cunha. 1ª Ed. São Paulo: Autêntica Business, 2019.

ASGARD. **The Global Artificial Intelligence Landscape**. Disponível em: < <https://asgard.vc/global-ai/>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

AZEVEDO, A. P.; BUENO, Lendro. **Esteira para translado e rotação simultâneos para peças que possuam simetria aproximadamente axial**. Depositante: Anderson Prado Azevedo (BR/ES) / Lendro Bueno (BR/ES). PI n 0202356-3 A2. Depósito: 29 mai. 2002. Data da Publicação: 04 mai. 2004.

BERZ, E. L.; TESCH, D. A.; HESSEL, F. P. Machine-learning-based system for multi- sensor 3D localisation of stationary objects. **IET Cyber-Physical Systems: Theory & Applications**, 3, 2018. DOI: 10.1049/iet-cps.2017.0067.

BHATT, Dulari; et al. CNN Variants for Computer Vision: History, Architecture, Application, Challenges and Future Scope. **Electronics**, 2021, 10, 2470. DOI: 10.3390/electronics10202470.

BIFFI, L. J.; et al. ATSS Deep Learning-Based Approach to Detect Apple Fruits. **Remote Sensing**, 13, 2021. DOI: 10.3390/rs13010054.

BORI, L; et al. An artificial intelligence model based on the proteomic profile of euploid embryos and time-lapse images: a preliminary study. **Reproductive BioMedicine Online**, 2021. DOI: 10.1016/j.rbmo.2020.09.031.

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.

BRASIL. **Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019**. Institui o Plano Nacional de Internet das Coisas e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9854.htm >. Acesso em: 19 jul. 2022.

BRASIL. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais – LGPD**. Dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre Desenvolvimento da personalidade da pessoa natural. Disponível em: <

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm >. Acesso em: 20 jan. 2022.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Lei de Inovação. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Disponível em: <
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm>. Acesso em 20 set. 2022.

BRITO, F. M; FALCON, M. F. M. **Implementação do Sistema de Controle de um Manipulador Revoluto**. São Paulo, 2005. Disponível em: <
<https://biblioteca.univap.br/dados/000044/000044ca.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

BRITO, K.B.; et al. Development of DIP-based algorithm for extraction of UV video attributes from corona discharges on polymeric insulators. **International Journal of Electrical Power and Energy Systems**, 134, 2022. DOI: 10.1016/j.ijepes.2021.107406.

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.

BUAINAIN, A. M.; CAVALCANTE P.; e CONSOLINE L. **Estado atual da agricultura digital no Brasil: inclusão dos agricultores familiares e pequenos produtores rurais**. Documentos de Projetos (LC/TS.2021/61), Santiago, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2021.CERTI, 2021.

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. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2017.3782.

CALDEIRA, R. F.; et al. Identification of Cotton Leaf Lesions Using Deep Learning Techniques. **Sensors**, 21, 2021. DOI:10.3390/s21093169.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei 21/2020**. Estabelece Fundamentos, princípios e diretrizes para o desenvolvimento e a aplicação da inteligência artificial no Brasil; e dá outras providências. Disponível em: <
<https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2236340>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei 240/2020**. Cria a Lei da Inteligência Artificial, e dá outras providências. Disponível em: <
<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2236943>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Sessão Deliberativa Extraordinária Virtual – 112ª Sessão**. Disponível em: <

https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/sesoes_e_reunioes?idProposicao=292163 >. Acesso em: 20 jan. 2022.

CARRILLO, Margarita Robles. Artificial intelligence: From ethics to law. **Telecommunications Policy**, 2020. DOI: 10.1016/j.telpol.2020.101937.

CARVALHO, André Carlos Ponce de Leon Ferreira. Inteligência Artificial: riscos, benefícios e uso responsável. **Estudos Avançados**, v. 35 (101), 2021. DOI: 10.1590/s0103-4014.2021.35101.003.

CARVALHO, L. A. V.; BRUNO, O. M. **Processo de identificação e caracterização de indivíduos através da extração de medidas biométricas em imagens 'in vivo' da retina humana**. Depositante: Computer technology Medical technology. Procurador: Maria Aparecida de Souza. PI n 0500196-0 B1. Depósito: 14 jan. 2005. Concessão: 30 nov. 2021.

CASTRO, G. B.; FOGAGNOLI, M. **Processo e dispositivo para análise de estado nutricional, sanitário e de maturação de plantas, por meio de análise de imagens**. Depositante: Cromai Tecnologias Agrícolas LTDA. Procurador: Aline Schraier De Quadros. BR n 10 2017 020924 5 A2. Depósito: 28 set. 2017. Data da Publicação: 16 abr. 2019.

CATH, C.; et al. Artificial Intelligence and the 'Good Society': the US, EU, and UK approach. **Sci Eng Ethics**, 24(2), 505-528, 2018. DOI: 10.1007/s11948-017-9901-7.

CAVALCANTE, Elizabeth Nantes; MOSCATO, Lucas Antonio. Autonomia dos sistemas inteligentes artificiais. *In*: COZMAN, Fabio G.; PLONSKI, Guilherme Ary; NERI, Hugo (Org.). **Inteligência artificial: avanços e tendências**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2021.

CERRAO, Natalia Gallo; CASTRO, Fabiano Ferreira. **FRBR and RDA based metadata applications in digital institutional repositories: a systematic review of literature**. *TransInformação*, Campinas, 32:e190080, 2020. DOI: 10.1590/2318-0889202032e190080.

CERTI. **Histórico do Programa Centelha I**. CERTI, 2021. Disponível em: < <https://programacentelha.com.br/historico-centelha-1/>>. Acesso em 20 set. 2022.

CERTI. **Visão computacional: conheça as aplicações e a importância para a transformação digital**. CERTI, 2020. Disponível em: < <https://certi.org.br/blog/visao-computacional/>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

CESARO JÚNIOR, 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.

CHOI, Rene Y.; et al. Introduction to Machine Learning, Neural Networks, and Deep Learning. **TVST**, Special Issue, Vol. 9, Nº 2. DOI: 10.1167/tvst.9.2.14.

CINTAS, C.; et al. Automatic ear detection and feature extraction using Geometric Morphometrics and convolutional neural networks. **IET Biometrics**, 6, 2017. DOI: 10.1049/iet-bmt.2016.0002.

CORDEIRO, Veridiana Domingos. Novas questões para sociologia contemporânea: os impactos da Inteligência Artificial e dos algoritmos nas relações sociais. *In*: COZMAN, Fabio G.; PLONSKI, Guilherme Ary; NERI, Hugo (Org.). **Inteligência artificial: avanços e tendências**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2021.

CORREIA, David L. P.; et al. Leveraging Artificial Intelligence for Large-Scale Plant Phenology Studies From Noisy Time-Lapse Images. **IEEE Access**, Vol. 8, 2020.

COSTA, A. M.; TOPPAN, A. V. **Sistema de controle de passagem de veículos em praças de pedágios das vias expressas, estacionamentos e outros serviços**. Depositante: Greatsystems Tecnologia LTDA – ME. Procurador: Tinoco Soares Sociedade de Advogados. BR n 10 2020 006622 6 A2. Depósito: 01 abr. 2020. Data da Publicação: 13 out. 2021.

COSTA, Anna Helena Reali; et al. Trajetória acadêmica da Inteligência Artificial no Brasil. *In*: COZMAN, Fabio G.; PLONSKI, Guilherme Ary; NERI, Hugo (Org.). **Inteligência artificial: avanços e tendências**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2021.

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.

COZMAN, Fabio G.; NERI, Hugo. O que, afinal, é Inteligência Artificial? *In*: COZMAN, Fabio G.; PLONSKI, Guilherme Ary; NERI, Hugo (Org.). **Inteligência artificial: avanços e tendências**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2021.

CUNHA, D. **Equipamento com módulo eletrônico para análise de amostras de forragem através de imagens**. Depositante: Daniel da Cunha. Procurador: AFK Marcas e Patentes. BR 10 2020 004795 7 A2. Depósito: 10 mar. 2020. Data da Publicação: 08 fev. 2022.

DAVIES, Colin R. An evolutionary step in intellectual property rights e Artificial intelligence and intellectual property. **Computer Law & Security Review**, 27, 2011, 601 e 619 p. DOI: 10.1016/j.clsr.2011.09.006.

DAVIES, E. R. **Computer and Machine Vision: Theory, Algorithms, Practicalities**. 4^o Ed. Waltham, USA: Elsevier/AP, 2012.

DIJK, Niels van; CASIRAGHI, Simone; GUTWIRTH, Serge. The ‘Ethification’ of ICT Governance. Artificial Intelligence and Data Protection in the European Union.

Computer Law & Security Review, 43, 2021, 105597. DOI: 10.1016/j.clsr.2021.105597.

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.

DYCK, S. V. **Sistema de detecção de passagem de veículos**. Depositante: Meta Systems Comercial LTDA ME. Procurador: M. M. Marcas e Patentes S/S LTDA. BR 10 2019 026988 0 A2. Depósito: 17 dez. 2019. Data da Publicação: 29 jun. 2021.

EGEVAD, Lars; et al. Identification of areas of grading difficulties in prostate cancer and comparison with artificial intelligence assisted grading. **Virchows Archive**, 477, 2020. DOI: 10.1007/s00428-020-02858-w.

ENRÍQUEZ-LEÓN, Alexis Jair; et al. Characterization of the air void content of fine aggregate matrices within asphalt concrete mixtures. **Construction and Building Materials**, 300, 2021. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2021.124214.

ETZIONI, Oren. Point/Counterpoint Point: Should AI Technology Be Regulated? Yes, and Here's How. **Communications of the Acm**, Vol. 61, nº 12, 2018. DOI: DOI:10.1145/3197382.

FACELI, Katti; et al. **Inteligência Artificial: uma abordagem de aprendizagem de máquina**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

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. **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.

FAPEAL, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas. **Sistema Interno de Gestão**. FAPEAL, 2022.

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.

FINEP, Financiadora de Estudos e Projetos. **Carta Convite MCTI/FINEP – Programa Nacional de Apoio à Geração de Empreendimentos Inovadores - Centelha II**. Rio de Janeiro: FINEP, 2020.

FINEP, Financiadora de Estudos e Projetos. **Manual operacional e de orientação ao parceiro: Programa Nacional de Apoio à Geração de Empreendimentos Inovadores – Programa CENTELHA**. Rio de Janeiro: FINEP, 2018.

FINEP, Financiadora de Estudos e Projetos. **Manual operacional e de orientação ao parceiro: Programa TECNOVA II**. Rio de Janeiro: FINEP, 2019.

FINEP, Financiadora de Estudos e Projetos. **Manual operacional e de orientação ao parceiro: Programa TECNOVA**. Rio de Janeiro: FINEP, 2010.

FLASINSKI, Mariusz. **Introduction to Artificial Intelligence**. Kraków, Poland: Springer, 2016.

FOLEGO, G.; et al. Alzheimer's Disease Detection Through Whole-Brain 3D-CNN MRI. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, 8, 2020. DOI: 10.3389/fbioe.2020.534592.

FORSYTH, David A.; PONCE, Jean. **Computer Vision: a Modern Approach**. 2^a Ed. Boston, USA: Pearson, 2012.

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.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GODOI, T. V.; BILEKI, G. A. **Sistema de vendas de produtos industrializados para usuários através de uma máquina de vendas**. Depositante: Murasoft Consultoria em Gestão Empresarial LTDA. Procurador: Magalhães, Nogueira Sociedade de Advogados. BR n 10 2019 021365 5 A2. Depósito: 10 out. 2019. Data da Publicação: 20 abr. 2021.

GOMES, Dennis dos Santos. Inteligência Artificial: Conceitos e Aplicações. **Revista Olhar Científico**. V. 01, n.2, Ago./Dez. 2010.

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.

GÓMEZ, Paloma Merodio; et al. Earth Observations and Statistics: Unlocking Sociodemographic Knowledge through the Power of Satellite Images. **Sustainability**, 13, 2021. DOI: 10.3390/su132212640.

GONÇALVES, R. A.; ALMEIDA, H. **Sistema ecológico, móvel, escalável, automático e online para controle de pragas**. Depositante: Rodrigo Almeida Gonçalves; Helder De Almeida. Procurador: Aline Ertzogue Marques. BR n 10 2020 000850 1 A2. Depósito: 13 jan. 2020. Data da Publicação: 02 mar. 2021.

GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. **Digital Image Processing**. 4ª Ed. New York, USA: Pearson, 2018.

GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. **Digital Image Processing**. 3ª Ed. New York, USA: Pearson, 2009.

GRIPP, J. A. B.; et al. **Método e sistema para a inspeção automática de qualidade de materiais**. Depositante: Autaza Tecnologia LTDA – EPP. Procurador: Leonor Magalhães Peres Galvão. BR n 11 2019 011092 5 A2. Depósito: 30 nov. 2017. Data da Publicação: 01 out. 2019.

GRIPP, J. A. B.; et al. **Método e Sistema para a Inspeção de Qualidade de Materiais**. Depositante: Autaza Tecnologia LTDA – EPP. Procurador: Leonor Magalhães Peres Galvão. BR n 13 2019 025379 6 E2. Depósito: 29 nov. 2019. Data da Publicação: 22 abr. 2020.

GUADAGNIN, R.; et al. An Image Mining based Approach to Detect Pressure Ulcer Stage. **Pattern Recognition and Image Analysis**, 24, 2014. DOI: 10.1134/S1054661814020084.

GUEDES, Marcelo Santiago; MACHADO, Henrique Felix de Souza. **Veículos Autônomos Inteligentes e a Responsabilidade Civil nos Acidentes de Trânsito no Brasil: Desafios regulatórios e propostas de solução e regulação**. V. 2. Brasília: ESMPU, 2020.

GUILHERME, I. R.; et al. Petroleum well drilling monitoring through cutting image analysis and artificial intelligence techniques. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, 24, 2011. DOI: 10.1016/j.engappai.2010.04.002.

GUNKEL, David J. Comunicação e inteligência artificial: novos desafios e oportunidades para a pesquisa em comunicação. **Galaxia**, n. 34, jan-abr., 2017, p. 05-19. DOI: 10.1590/1982-2554201730816.

HOLM, Elizabeth A.; et al. Overview: Computer Vision and Machine Learning for Microstructural Characterization and Analysis. **Metallurgical And Materials Transactions A**, 2020. DOI: 10.1007/s11661-020-06008-4.

HOLZINGER, Andreas. Introduction to MACHine Learning & Knowledge Extraction (MAKE). **Mach. Learn. Knowl. Extr.** 2018, 1, 1. DOI:10.3390/make101000.

HOSSEINI, Kasra; et al. Maps of a Nation? The Digitized Ordnance Survey for New Historical Research. **Journal of Victorian Culture**, 2021, Vol. 26, No. 2, 284–299. DOI: 10.1093/jvcult/vcab009.

HUANG, T.S. **Computer Vision: Evolution and Promise**. Disponível em: <<https://cds.cern.ch/record/400313/files/p21.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2022.

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.

JANAI, Joel; et. al. Computer Vision for Autonomous Vehicles: Problems, Datasets and State of the Art. **Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision**. Vol. 12, No. 1–3, pp 1–308. DOI: 10.1561/06000000079.

JAROTA, Maciej. Artificial intelligence and robotisation in the EU - should we change OHS law? **Journal of Occupational Medicine and Toxicology**. 2021, 16:18. DOI: 10.1186/s12995-021-00301-7.

JOSHI, Khushbu; PATEL, Manish I. **Recent advances in local feature detector and descriptor: a literature survey**. International Journal of Multimedia Information Retrieval, 2020. DOI: 10.1007/s13735-020-00200-3.

KANOMATA, L. M.; et al. **Dispositivo de Apoio ao Diagnóstico de Câncer Bucal**. Depositante: Piva & Kanomata Comércio De Medicamentos LTDA. Procurador: Vilage Marcas e Patentes LTDA. BR n 10 2018 070609 8 A2. Depósito: 05 out. 2018. Data da Publicação: 22 abr. 2020.

KEISNER, C. Andrew; RAFFO, Julio; WUNSCH-VINCENT, Sacha. Breakthrough technologies: Robotics, innovation and intellectual property. **Economic Research Working / World Intellectual Property Organization**, Paper nº. 30, 2015.

KHEMASUWAN, Danai; et al. Artificial intelligence in pulmonary medicine: computer vision, predictive model and COVID-19. **Eur Respir Rev** 2020; 29: 200181. DOI: 10.1183/16000617.0181-2020.

KLIPPEL, Emerson; et al. Deep Learning Approach at the Edge to Detect Iron Ore Type. **Sensors**, 22, 2022. DOI: 10.3390/s22010169.

LEE, Hong Joo; OH, Hoyeon. A Study on the Deduction and Division of Promising Artificial Intelligence Technology for Sustainable Industrial Development. **Sustainability**, 2020, 12, 5609. DOI:10.3390/su12145609.

LEE, Mekyung. An analysis of the effects of artificial intelligence on electric vehicle technology innovation using patent data. **World Patent Information**, 63, 2020, 102002. DOI: 10.1016/j.wpi.2020.102002.

LEUSIN, Matheus Eduardo; et al. Patenting patterns in Artificial Intelligence: Identifying national and international breeding grounds. **World Patent Information**, 62, 2020, 101988. DOI: 10.1016/j.wpi.2020.101988.

LI, Yu; et al. Crash report data analysis for creating scenario-wise, spatio-temporal attention guidance to support computer vision-based perception of fatal crash risks. **Accident Analysis and Prevention**, 151, 2021, 105962. DOI: 10.1016/j.aap.2020.105962.

LIBRANTZ, A. F. H.; et al. Artificial intelligence based system to improve the inspection of plastic mould surfaces. **Journal of Intelligent Manufacturing**, 28, 2014. DOI: 10.1007/s10845-014-0969-5.

LIMA, Araken Alves. Prefácio. *In*: SANTOS, Ferlando Lima (Org.). **Desenvolvimento e Perspectivas da Propriedade Intelectual no Brasil**. Cruz das Almas, BA: São Paulo: UFRB, 2014.

LIMA, E. G. **Uso de roteador com conexão via rádio e grupos focais (semáforos) equipados com câmera digital e endereço ip em redes de cruzamentos viários**. Depositante: Elias Gomes De Lima. MU n 8802805-4 U2. Depósito: 08 dez. 2008. Data da Publicação: 21 set. 2010.

LOPES, D. J. V.; et al. Creating High-Resolution Microscopic Cross-Section Images of Hardwood Species Using Generative Adversarial Networks. **Frontiers in Plant Science**, 12, 2021. DOI: 10.3389/fpls.2021.760139.

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: DI4med Inteligência Artificial Para Medicina Ltda. Procurador: Remer Villaça & Nogueira Assessoria e Consultoria de Prop. Intelectual S/S LTDA. BR n 10 2020 009547 1 A2. Depósito: 13 mai. 2020. Data da Publicação: 23 nov. 2021.

LOTUFO, R. A.; FLEURY, E. F. C.; SEOLIN, E. M. **Sistema e método automático de análise de imagem de mamografia e uso do sistema**. Depositante: DI4med Inteligência Artificial Para Medicina Ltda. Procurador: Remer Villaça & Nogueira Assessoria e Consultoria de Prop. Intelectual S/S LTDA. BR n 10 2019 009693 4 A2. Depósito: 13 mai. 2019. Data da Publicação: 24 nov. 2020.

LUCCIONI, A.; YOSHUA, B. On the Morality of Artificial Intelligence. **arXiv:1912.11945v1 [cs.CY]** 26 Dec, 2019. DOI: 10.48550/arXiv.1912.11945.

LUDEMIR, Teresa Bernarda. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. **Estudos Avançados**, 35 (101), 2021.

LUGER, George F. **Inteligência Artificial: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos**. Tradução: ENGEL, Paulo Martins. 4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

LUGER, George F. **Inteligência Artificial: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos**. Tradução: ENGEL, Paulo Martins. 6ª Ed. São Paulo: Pearson, 2013.

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.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MARTIN, Anne-Sophie; FREELAND, Steven. The Advent of Artificial Intelligence in Space Activities: New Legal Challenges. **Space Policy**, 55, 2021, 101408. DOI: 10.1016/j.spacepol.2020.101408.

MARTINS, Fernando; NERI, Hugo. Inteligência Artificial no Brasil: startups, inovação e políticas públicas. *In*: COZMAN, Fabio G.; PLONSKI, Guilherme Ary; NERI, Hugo (Org.). **Inteligência artificial: avanços e tendências**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2021.

MCTI, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Portaria nº 1.122, de 19 de março de 2020. Define as prioridades, no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), no que se refere a projetos de pesquisa, de desenvolvimento de tecnologias e inovações, para o período 2020 a 2023. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-1.122-de-19-de-marco-de-2020-249437397>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

MCTI, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial – EBIA**. Brasília: MCTI, 2021.

MCTI. **Portaria MCTI/GM nº 4.082, de 10 de agosto de 2018**. Disponível em: < https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/Portaria_MCTIC_n_4082_de_10082018.html>. Acesso em 20 set. 2022.

MCTI; CERTI. **Manual Metodológico Centelha 2**. Brasília: MCTI, 2021.

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.

MERRIAM, S. B. **Qualitative research: a guide to design and implementation**. 2. ed. Georgia: Willey, 2009.

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. Data da Publicação: 29 set. 2020.

MORAN, M.; et al. Classification of Approximal Caries in Bitewing Radiographs Using Convolutional Neural Networks. **Sensors**, 21, 2021. DOI: 10.3390/s21155192.

MUTASA, Simukayi; SUN, Shawn; HA, Richard. Understanding artificial intelligence based radiology studies: CNN architecture. **Clinical Imaging** 80, 2021, 72–76. DOI: 10.1016/j.clinimag.2021.06.033.

NEDEL, Nathalie Kuczura; CORRÊA; Maryana Zubiaurre. internal processing created from artificial intelligence: an analy. **Revista de Direito**, v.13 n.01 2021. DOI: doi.org/10.32361/2021130111976.

NGOC, Hung; et al. Automatic Facial Expression Recognition System Using Convolutional Neural Networks. V. Van Toi et al. (eds.), **7th International Conference on the Development of Biomedical Engineering in Vietnam (BME7)**, IFMBE Proceedings. DOI: 10.1007/978-981-13-5859-3_82.

NIXON, Mark S.; AGUADO, Alberto S. **Feature Extraction and Image Processing for Computer Vision**. 4ª Ed. London, UK: Academic Press/ Elsevier, 2020.

NÓBREGA, S. M. **Isca artificial robô com recursos tecnológicos, movimentos e inteligência própria**. Depositante: Samoel Mendes da Nóbrega. Procurador: Sávio Faria Neves. PI n 1004529-5. Depósito: 12 jul. 2010. Data da Publicação: 13 fev. 2013.

NOGUEIRA, M. F. G.; et al. Artificial Intelligence-Based Grading Quality of Bovine Blastocyst Digital Images: Direct Capture with Juxtaposed Lenses of Smartphone Camera and Stereomicroscope Ocular Lens. **Sensors**, 18, 2018. DOI: 10.3390/s18124440.

NOVAIS, Paulo; FREITAS, Pedro Miguel. **Inteligência Artificial e regulação de algoritmos**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTI, 2018.

NSTC, National Science and Technology Council; OSTP, Office of Science and Technology Policy. **Preparing For The Future Of Artificial Intelligence**. Washington, USA: NSTC/OSTP, 2016.

NVIDIA. **Mercedes-Benz and NVIDIA to Build Software-Defined Computing Architecture for Automated Driving Across Future Fleet**. NVIDIA, 2020. Disponível em: < <https://nvidianews.nvidia.com/news/mercedes-benz-and-nvidia-to-build-software-defined-computing-architecture-for-automated-driving-across-future-fleet>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

OCDE, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Recommendation of the Council on Artificial Intelligence**. OECD/LEGAL/0449, 2022.

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.

OLIVEIRA, B. A. S.; et al. Automated Monitoring of Construction Sites of Electric Power Substations Using Deep Learning. **IEEEAccess**, 9, 2021. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3054468.

OLIVEIRA, J.S.; et al. Computer-aided autism diagnosis based on visual attention models using eye tracking. **Scientific Reports**, 11, 2022. DOI: 10.1038/s41598-021-89023-8.

PADILHA, M. H.; et al. **Método de detecção e segmentação da região labial**. Depositante: Botica Comercial Farmacêutica LTDA. Procurador: André Luis Flesch Bretanha Jorge. BR n 10 2020 022162 0. Depósito: 29 jan. 2020. Data da Publicação: 10 mai. 2022.

PALSULE, Siddhesh; MISHRA, Sandeep. **Computer Vision Market Analysis and Segment Forecasts to 2028**. Grand View Research, 2020.

PANGAL, Dhiraj J.; et al. A Guide to Annotation of Neurosurgical Intraoperative Video for Machine Learning Analysis and Computer Vision. **World Neurosurgery**, 2021. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.03.022.

PAZOTI, M. A.; BRUNO, O. M. **Método de identificação do guignardia citricarpa**. Depositante: Universidade De São Paulo – USP. Procurador: Maria Aparecida de Souza. PI n 0501535-9 C8. Depósito: 26 abr. 2005. Concessão: 13 ago. 2019.

PEREIRA, Gabriel; MORESCHI, Bruno. Artificial intelligence and institutional critique 2.0: unexpected ways of seeing with computer vision. **AI & Society**, 2020. DOI: 10.1007/s00146-020-01059-y.

PRATEEK, Joshi. **Artificial Intelligence with Python: Build real-world Artificial Intelligence applications with Python to intelligently interact with the world around you**. Mumbai, India: Packt, 2017.

PWC. **Explainable AI: Driving business value through greater understanding**. PwC, 2018. Disponível em: < <https://www.pwc.co.uk/audit-assurance/assets/explainable-ai.pdf>>. Acesso em: 6 jan. 2022.

QUESTEL. Orbit Intelligence. Disponível em: < <https://www.questel.com/orbit-software-suite/orbit-intelligence/>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

RAGOT, Sebastien; REY, Antje; SHAFAI, Ramin. IP lifecycle management using blockchain and machine learning: Application to 3D printing datafiles. **World Patent Information**, 62, 2020, 101966. DOI: 10.1016/j.wpi.2020.101966.

RAMOS, R. T. M.; et al. Multivariate regression and artificial neural network to predict phenolic content in *Schinus terebinthifolius* stem bark through TLC images. **Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies**, 44, 2021. DOI: 10.1080/10826076.2021.1932521.

ROBERTS, Lawrence Gilman. **Machine Percepton of Three-dimensional Solids**. Tese de doutorado, Massachusetts Institute of Technology, 1961.

ROGERS, David L. **Transformação Digital**. Tradução: Afonso Celso. 1. Ed. São Paulo: Autêntica Business, 2020.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. 3ª Ed. Tradução: SIMILLE, Regina Célia. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Inteligência Artificial**. 4ª Ed. Hoboken: Pearson, 2021.

SALINI, R.; et al. Hybrid human-artificial intelligence approach for pavement distress assessment (picucha). **The Civil Engineering Journal**, 13, 2017. DOI: 10.14311/CEJ.2017.02.0013.

SANTOS FILHO, José C. Pesquisa quantitativa versus pesquisa qualitativa: o desafio paradigmático. *In*: SANTOS FILHO, José Camilo; GAMBOA, Sílvio Sanchez (Org.). **Pesquisa educacional: quantidade-qualidade**. São Paulo: Cortez, 1995.

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. DOI: 10.26850/1678-4618eqj.v46.3.2021.p49-54.

SANTOS, V. L. G.; et al. Microstructural Analysis of the Special Steels Produced by Continuous Casting Process. **Materials and Manufacturing Processes**, 27, 2012. DOI: 10.1080/10426914.2012.663131.

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.

SBIA, Simpósio Brasileiro sobre Inteligência Artificial. **Programação do Simpósio Brasileiro sobre Inteligência Artificial**. Porto Alegre: SBIA, 1984. Disponível em: < http://comissoes.sbc.org.br/ce-ia/pg/historico/base/SBIA-1984/Programacao_do_Evento_parte1.png>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SCHNEIDER JUNIOR, S. **Sistema inteligente de identificação de objetos baseado em características**. Depositante: Camerite Sistemas S.A. Procurador: Tinoco Soares Sociedade de Advogados. BR n 10 2020 020603 6 A2. Depósito: 07 out. 2020. Data da Publicação: 19 jan. 2021.

SCHROEDER, E. A. G.; MONTANHA, A. **Agente Autônomo Inteligente de Trânsito**. Depositante: Seebot Soluções Inteligentes – ME. Procurador: Vagner Pedroso Caovila. BR n 10 2017 013903 4 A2. Depósito: 27 jun. 2017. Data da Publicação: 15 jan. 2019.

SCHROEDER, E. A. G.; MONTANHA, A. **Câmera Inteligente Multiprocessada de Análise Comportamental Georreferenciada**. Depositante: Seebot Soluções Inteligentes – ME. Procurador: Vagner Pedroso Caovila. BR n 10 2015 032218 6 A2. Depósito: 22 dez. 2015. Data da Publicação: 23 out. 2018.

SCHWAB, Klau. **A quarta revolução industrial**. Tradução: MIRANDA, Daniel Moreira. São Paulo: Edipro, 2016. Título original: The Fourth Industrial Revolution. ISBN 978-85-7283-978-5.

SCOPUS. **Scopus Preview**. Disponível em: < <https://www.scopus.com/home.uri>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

SEBE, N.; et al. **Machine Learning in Computer Vision**. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2005.

SHANMUGAMANI, Rajalingappaa. **Deep Learning for Computer Vision: Expert techniques to train advanced neural networks using TensorFlow and Keras**. Mumbai, India: Packt, 2018.

SHEAVES, Marcus; et al. Optimizing video sampling for juvenile fish surveys: Using deep learning and evaluation of assumptions to produce critical fisheries parameters. **Fish and Fisheries**, 2020, 1–18. DOI: 10.1111/faf.12501.

SILVA, D. O. **Sistema para gestão de dados perioperatórios implementado por programa de computador**. Depositante: Anestech Tecnologia Da Informação LTDA. Procurador: Jonathan Cielo. BR 10 2019 018250 4. Depósito: 02 set. 2019. Data da Publicação: 16 mar. 2021.

SILVA, Iaslan; et al. Using micro-services and artificial intelligence to analyze images in criminal evidences. **Forensic Science International: Digital Investigation**, 37, 2021. DOI: 10.1016/j.fsidi.2021.301197.

SILVA, J. R.; et al. Recognition of Human Face Regions under Adverse Conditions—Face Masks and Glasses—In Thermographic Sanitary Barriers through Learning Transfer from na Object Detector. **Machines**, 10, 2022. DOI: 10.3390/machines10010043.

SILVA, R. P.; et al. Identification of the state-space dynamics of oil flames through computer vision and modal techniques. **Expert Systems with Applications**, 42, 2015. DOI: 10.1016/j.eswa.2014.10.030.

SILVEIRA, D. T.; CORDÓVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SIMÃO, Bárbara; FRAGOSO, Nathalie; ROBERTO, Enrico. **Reconhecimento Facial e o Setor Privado: guia para a adoção de boas práticas**. InternetLab/IDEC, São Paulo, 2020.

SMITS, Thomas; WEVERS, Melvin. The agency of computer vision models as optical instruments. **Visual Communication**, Vol. 0(0) 1–21, 2021. DOI: 10.1177/1470357221992097.

SONKA, Milan; HLAVÁČ, Vaclav; BOYLE, Roger. **Image Processing, Analysis, and Machine Vision**. 4^a Ed. Stamford, USA: Cengage Learning, 2014.

SOUSA, Carlos E.B.; et al. A decision support system for fault detection and definition of the quality of wet blue goat skins. **Heliyon**, 7, 2021. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e08021.

SOUTO, F. B. **Sistema móvel e processo para avaliação de Câncer de Mama em pacientes e aplicativo eletrônico**. Depositante: Termo Health Tecnologia LTDA. Procurador: Remer Villaça & Nogueira Assessoria E Consultoria de Prop. Intelectual S/S LTDA. BR n 10 2020 002019 6 A2. Depósito 30 jan. 2020. Data da Publicação: 10 ago. 2021.

SOUZA, J. F. L.; et al. CNN Prediction Enhancement by Post-Processing for Hydrocarbon Detection in Seismic Images. **IEEEAccess**, 8, 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3005916.

SPERANDIO, H. **Desafios da inteligência artificial para a profissão jurídica**. Dissertação de Mestrado em Direito – Fundação Getúlio Vargas, 2018. Disponível em: <<https://direitosp.fgv.br/publicacoes/desafios-inteligencia-artificial-para-profissao-juridica>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

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.

TAULLI, Tom. **Artificial Intelligence Basics: a non-technical introduction**. Monrovia, USA: Apress, 2019.

TEIXEIRA, João de Fernandes. **O que é inteligência artificial**. Porto Alegre: Editora Fi, 2017.

TEIXEIRA, Tarcisio; CHELIGA, Vinicius. **Inteligência Artificial: aspectos jurídicos**. 2. Ed. Salvador: Editora JusPodivum, 2020.

THE GUARDIAN. **Computers now better than humans at recognising and sorting images**. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/global/2015/may/13/baidu-minwa-supercomputer-better-than-humans-recognising-images>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

UFG, Universidade Federal de Goiás. **UFG cria a primeira graduação em Inteligência Artificial do país**. UFG, 2019. Disponível em: <<https://jornal.ufg.br/n/119862-ufg-cria-a-primeira-graduacao-em-inteligencia-artificial-do-pais>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

UFSCAR, Universidade Federal de São Carlos. **Software State of the Art through Systematic Review – StArt**. UFSCAR. Disponível em: <http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool>. Acesso em 20 set. 2022.

ULLAH, A.; et al. Activity Recognition Using Temporal Optical Flow Convolutional Features and Multilayer LSTM. **Ieee Transactions On Industrial Electronics**, 66, 2019. DOI: 10.1109/TIE.2018.2881943.

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

VIEIRA, M. L. H. et al. **Sistema para obtenção de medidas corporais em ambientes virtuais de prova**. Depositante: Fernanda Iervolino. Procurador: Pbrand - Propriedade Intelectual. BR n 10 2020 021604 0. Depósito: 21 out. 2020. Data da Publicação: 03 mai. 2022.

VOLPATO FILHO, O.; et al. **Sistema de gerenciamento e método de identificação de animais**. Depositante: Universidade Estadual De Campinas – Unicamp; Sipet Soluções Em Inovação Tecnológica LTDA. Procurador: Patrícia Franco Leal Gestic. BR n 10 2018 067756 0 A2. Depósito: 04 set. 2018. Data da Publicação: 17 mar. 2020.

WEB OF SCIENCE. **Web of Science**. Disponível em: <[https://www-webofscience.ez9.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/basic-search](https://www.webofscience.ez9.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/basic-search)>. Acesso em: 10 mai. 2022.

ZORZETTO, Bruno; NUNES, Maria Augusta Silveira Netto. Technological Prospection For Use of Computer's Network Intelligent Agents. **Rev. GEINTEC**. São Cristóvão/SE, 2013. Vol. 3/n.3/ p.161-167. DOI: 10.7198/S2237-07222013000300016.