

## ESTUDO REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO SOBRE VISÃO COMPUTACIONAL NA INDÚSTRIA

Alex Carrijo Guimarães, alexcarrijo@discente.ufg.br  
Débora Cristina Serra Pinheiro, debora\_serra@discente.ufg.br  
João Paulo da Silva Fonseca, jpsfonseca@ufg.br  
João Vitor Menegon Xavier, joaovitor13@discente.ufg.br

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás, Bloco A, Q- 86 – 3º piso, Av. Universitária, 1488 – Qd. 86 Bloco A -Setor Leste  
Universitário, Goiania – Go, 74605-010

**Resumo.** A evolução dos meios de comunicação e o fácil acesso à informação contribui para que o consumidor se torne cada vez mais exigente no que tange a qualidade dos produtos, atentando-se mesmo aos menores detalhes e defeitos. Nessa conjuntura, uma adaptação dos processos de fabricação se tornou uma medida indispensável. Face à conhecida propensão humana ao erro, a implementação de sistemas de visão computacional nos processos de inspeção de qualidade e em demais partes nas indústrias tem se tornado cada dia mais comum. Em vista desse cenário, foi realizado um estudo bibliográfico do que vem sendo desenvolvido na área de visão computacional no que se refere a essa problemática. O estudo se concentrou na utilização da linguagem Python e da biblioteca OpenCV na implementação de visão computacional em processos de inspeção de qualidade na indústria. Nesse estudo, utilizou-se como principal base de buscas a Plataforma Scopus, aplicada na obtenção de material teórico acerca do assunto. Foram realizadas buscas com termos específicos e analisou-se a disponibilidade de trabalhos encontrados. Após a busca, tornou-se evidente que, embora haja pesquisas na área, ainda é um campo acadêmico pouco explorado e com alto potencial de crescimento.

**Palavras-chave:** Visão computacional. Indústria. OpenCV. Python. Aprendizagem de Máquina.

**Abstract.** The evolution of communication methods and easy access to information contribute to making consumers increasingly demanding in terms of product quality, even paying attention to the smallest details and defects. In this context, an adaptation of manufacturing processes has become an essential measure. Given the Known human propensity for error, the implementation of computer vision systems in quality inspection processes and other parts of industries has become increasingly common. In view of this scenario, a bibliographic study was carried out on what has been developed in the field of computer vision regarding this problem. The study focused on the use of the python language and the OpenCV library in the implementation of computer vision in quality inspection processes in the industry. In this study, the Scopus Platform was used as the main search base to obtain theoretical material on the subject. Searches were performed with specific terms and the availability of the found works was in the area, it is still a relatively unexplored academic field with high potential for growth.

**Keywords:** Computer vision. Industry. OpenCV. Python. Machine Learning.

### 1. INTRODUÇÃO

Para tornar a produção industrial mais rápida, ágil e com qualidade em seus produtos, é fundamental que seja realizada a detecção de erros que possam vir a surgir nos processos de produção de forma precoce. Uma análise das etapas do processo de produção para identificar os potenciais gargalos em partes-chaves da produção pode ser um bom começo.

No que se refere a estratégias de extinção de falhas humanas nesses processos, a utilização de sistemas computacionais tem sido cada vez mais aplicada. Um dos pontos de partida para o tratamento de imagens utilizando visão computacional é o Reconhecimento de Padrão (RP), que se refere à detecção automática de padrões nos dados partindo-se da aplicação de algoritmos computacionais que permitem a classificação de dados em classes ou categorias distintas (Bishop; Nasrabadi, 2006; Theodoridis; Koutroumbas, 2009, apud Berri, 2014, P. 49). Essa ferramenta pode ser integrada a sistemas de Visão Computacional, agregando a estes a capacidade de reconhecer e classificar objetos ou padrões capturados (Berri, 2014).

A difusão do conhecimento facilita a entrada da população no mundo da programação. Pela sua simplicidade e grande acessibilidade de informações e materiais de apoio, a linguagem Python é uma das mais buscadas quando o assunto é a criação de algoritmos para funções desde as mais simples até as mais complexas. Em consequência, a disponibilidade de conteúdo, desde guias digitais até cursos completos sobre o tema, é cada vez mais comum. Esse aspecto torna a dita linguagem uma boa escolha para uma série de aplicações, da resolução de problemas já conhecidos até a investigações em campos ainda pouco explorados. Contudo, um estudo mais aprofundado no assunto, utilizando-se de materiais de cunho científico, não deve ser descartado.

Um levantamento sobre a disponibilidade de estudos que guiem o processo de planejamento e implementação de qualquer ferramenta de melhoria pode ser a diferença entre o êxito e o fracasso desse intento. Em seu ensaio acerca da pesquisa bibliográfica como procedimento metodológico, (Lima e Miotto 2007) destacam a crescente utilização desse método na realização de trabalhos de caráter exploratório-descritivo. Nesse ínterim, dão ênfase à importância de definir e apresentar de forma clara os procedimentos metodológicos atrelados à pesquisa, com detalhamento das fontes e o embasamento teórico aplicado, a fim de “apresentar as lentes que guiaram todo o processo de investigação e de análise da proposta” (Lima e Miotto, 2007, p.39).

Ainda segundo as autoras, baseando-se em Salvador (1986), é possível “dividir o percurso da investigação em três grandes etapas, a saber: levantamento do material bibliográfico; teste do instrumento para levantamento das informações; levantamento das informações” (Lima e Miotto, 2007, p.42). Dentro da explicitação das etapas realizada pelas autoras, torna-se notório o cuidado que se deve ter no levantamento inicial de informações para realizar qualquer investigação científica, visto que essa será a base para guiar as ações futuras. Isso se confirma pelo fato de a pesquisa bibliográfica desempenhar um papel na fundamentação teórica do objeto de estudo, de modo que contribui com elementos que subsidiam a análise futura dos dados obtidos. Entrementes, vai além de uma revisão bibliográfica, ao passo que é mais que a simples observação de dados contidos nas fontes pesquisadas, visto que agrega à teoria a compreensão crítica do significado neles existente. (Lima e Miotto, 2007)

Dado o exposto, um estudo bibliográfico sobre a supracitada linguagem de programação aplicada na solução dos problemas descritos, pode ser de grande apoio em implementações futuras, de maneira a viabilizar aplicações em situações reais. Nesse cenário, foi realizada uma revisão bibliográfica da disponibilidade de material científico a respeito da utilização da linguagem Python associada à biblioteca OpenCV aplicada em processos industriais, uma análise da produtividade acadêmica em torno desse assunto para analisar o potencial da tecnologia e estudos na área.

## 2. PYTHON E OPENCV

Principalmente devido à sua simplicidade, a linguagem Python vem se popularizando cada vez mais. Trata-se de uma linguagem de alto nível que suporta diversos paradigmas de programação, além de ser bastante otimizada e intuitiva em vários aspectos. Sua aplicação tem tido destaque em inteligência artificial, resoluções de problemas matemáticos, visão computacional, aplicações médicas, uso educacional e outras áreas. Como consequência de sua crescente popularização, há o aumento contínuo sua base de dados, um exemplo disso é a quantidade de bibliotecas que surgem com uma frequência notável para essa linguagem (Gonzaga, 2017).

No universo da programação em código, as bibliotecas agregam valor à linguagem, ao passo que são funções que permitem a separação do código em blocos, com foco em tarefas específicas, já programadas e desenvolvidas. A linguagem Python conta com uma vastidão de bibliotecas que a torna ainda mais completa. Além das várias bibliotecas de módulos e pacotes incluídas no interpretador, existem ainda bibliotecas escritas por terceiros disponíveis para Python, com pacotes ou módulos, que permitem a implementação de diversos recursos que vão além da biblioteca-padrão, além de serem de livre acesso para o uso dos programadores (Borges, 2014).

Essa disponibilidade de bibliotecas para a linguagem é essencial, visto que com sua aplicação é possível melhorar um código tanto em velocidade de programação e execução quanto em eficiência e qualidade. Isso ocorre porque, por vezes se trata de um algoritmo já testado, bastando apenas a sua implementação, da forma que melhor se enquadra no projeto. Nesse contexto, existem bibliotecas de grande versatilidade, dentre as quais está a OpenCV (*Open Source Computer Vision*) (Gonzaga, 2017).

OpenCV é a primeira biblioteca de visão computacional, desenvolvida pela Intel nos anos 2000, de uso livre. Sua aplicação permite agilizar e facilitar a criação de softwares nessa área a partir da utilização das diversas funções oferecidas pela biblioteca, além da combinação de tais funções com outras tecnologias integradas (Gonzaga, 2017).

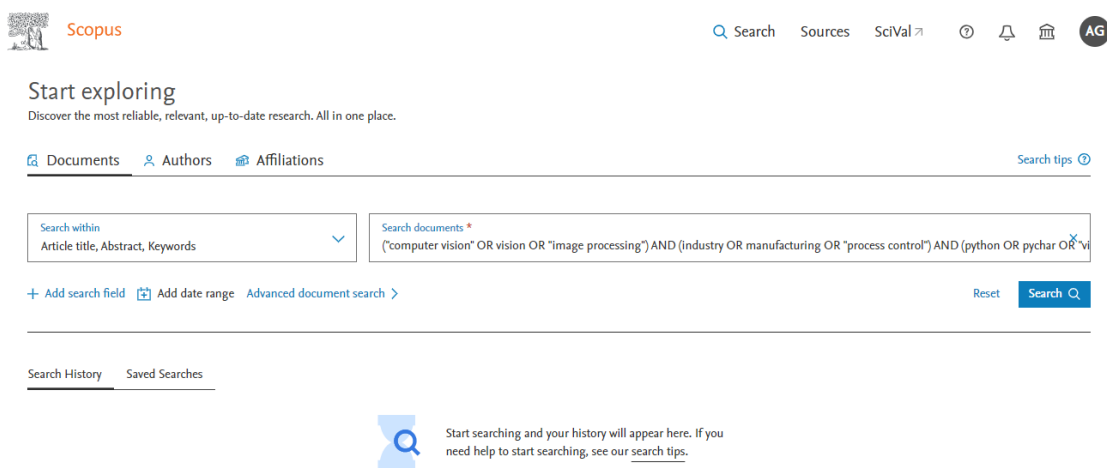
Segundo Marengoni e Stringhini (2009), com mais de 500 funções, a idealização do OpenCV se deu com base na premissa de tornar a visão computacional acessível a usuários e programadores em áreas com a interação humano-computador em tempo real e a aplicações de robótica. A biblioteca está dividida fundamentalmente em cinco grupos de funções, a saber: Processamento de imagens, Análise estrutural, Análise de movimento e rastreamento de objetos, Reconhecimento de padrões e Calibração de câmera e reconstrução 3D; das quais se derivam outras subdivisões. Quanto à sua aplicação nos processos de foco da biblioteca em questão, a utilização do OpenCV se configura em um facilitador na implementação de operadores desde os mais simples até o desenvolvimento de sistemas mais complexos na área de processamento de imagens e visão computacional (Marengoni e Stringhini, 2009).

### 3. SCOPUS

Criado pela Elsevier, em 2004, a Scopus é uma das maiores plataformas de publicações científicas da atualidade. Conta com um banco de dados de resumos e publicações em uma ampla variedade de áreas, possibilita buscas, análises e visualização de pesquisas acadêmicas, além de permitir consulta em outras plataformas através dela.

Como apresentado em Scopus (2017), uma característica basilar da plataforma Scopus é a relação entre artigos, perfis de autores e afiliação por meio de dados de citação, aspecto que possibilita uma infinidade de análises de estudos científicos. Trata-se de uma plataforma utilizada por mais de 3500 organizações acadêmicas e governamentais e corporações, com mais de 150 órgãos financiadores e de avaliação (SCOPUS, 2017).

Dado o exposto, por ser uma ferramenta de grande utilidade para pesquisadores, foi escolhida para uso no presente estudo, a fim de analisar a relevância da visão computacional no meio científico. Na Fig. 1 apresenta-se a interface de busca da plataforma Scopus.



**Figura 1.** Página de busca da plataforma Scopus (SCOPUS, 2023)

### 4. METODOLOGIA

Para a realização do levantamento de material bibliográfico utilizado nesta pesquisa, foram realizadas buscas textuais na plataforma Scopus. O processo se deu pela variação de palavras-chave no campo de busca de artigos e análise da disponibilidade de material associado. Foram utilizados os termos visão computacional, indústria, IDE e OpenCV, combinadas entre si. Observou-se que, à medida em que a pesquisa se torna mais focada no assunto, com uma maior quantidade de palavras-chave, uma quantidade consideravelmente menor de artigos são apresentados.

Para a realização das buscas na plataforma Scopus, foram empregadas as seguintes nomenclaturas: (“computer vision” OR vision OR “image processing”) AND (industry OR manufacturing OR “process control”) AND (python OR pychar OR “visual studio” OR colab) AND (yolo OR tensorflow OR “open-cv” OR “open cv” OR opencv). Na Tab. 1 são indicadas as combinações de palavras-chave aplicadas nas buscas e a respectiva quantidade de artigos encontrados. Os valores referentes às quantidades de arquivos encontrados com as buscas foram organizados em ordem decrescente para facilitar a visualização e a análise dos dados.

**Tabela 1.** Resultados das pesquisas no SCOPUS

Visão Computacional (VC)	Indústria	IDE	OpenCV	Quantidade de Artigos
-----	<b>Indústria</b>	-----	-----	<b>2.645.686</b>
<b>VC</b>	-----	-----	-----	<b>1.220.522</b>
<b>VC</b>	<b>Indústria</b>	-----	-----	<b>40.146</b>
-----	-----	<b>IDE</b>	-----	<b>35.956</b>
-----	-----	-----	<b>OpenCV</b>	<b>15.277</b>

VC	-----	-----	OpenCV	5.511
VC	-----	IDE	-----	2.483
-----	Indústria	IDE	-----	1.977
-----	-----	IDE	OpenCV	1.745
-----	Indústria	-----	OpenCV	832
VC	-----	IDE	OpenCV	773
VC	Indústria	-----	OpenCV	377
VC	Indústria	IDE	-----	146
-----	Indústria	IDE	OpenCV	123
VC	Indústria	IDE	OpenCV	68

## 5. RESULTADOS

Ao analisar os resultados das buscas apresentadas na Tab. 1, foi possível observar que, quando os termos são buscados separadamente, há um grande volume de documentos encontrados, demonstrando como cada assunto já é bem explorado no meio. Ao pesquisar somente o termo indústria, foram encontrados mais de dois milhões de arquivos e quando o termo “visão computacional” foi aplicado foram encontrados cerca de um milhão de trabalhos. Ou seja, apesar de os assuntos “visão computacional”, “OpenCV” e “Python” se mostrarem bastante citados separadamente, sua associação ao controle de qualidade em processos industriais ainda é um campo que pode ser explorado. Isso foi observado quando foram associados todos os termos, com apenas 68 trabalhos encontrados, o que evidencia que ainda há uma baixa quantidade de pesquisa com a união desses temas. Esse padrão foi quebrado, no entanto, quando a busca continha “visão computacional” e “indústria” (40.146 trabalhos), que contém mais arquivos relacionados do que quando se buscou separadamente por “IDE” (35.956 trabalhos) “OpenCV” (15.277 trabalhos).

O método de pesquisa aplicado, utilizando-se de condicionais, permite um afinamento do conteúdo procurado, permitindo que sejam encontradas publicações que atendam os objetivos de forma mais completa e trazem maior contribuição ao estudo sem que fosse necessária uma quantidade exacerbada de buscas, mas ainda assim atendendo à proposta do estudo.

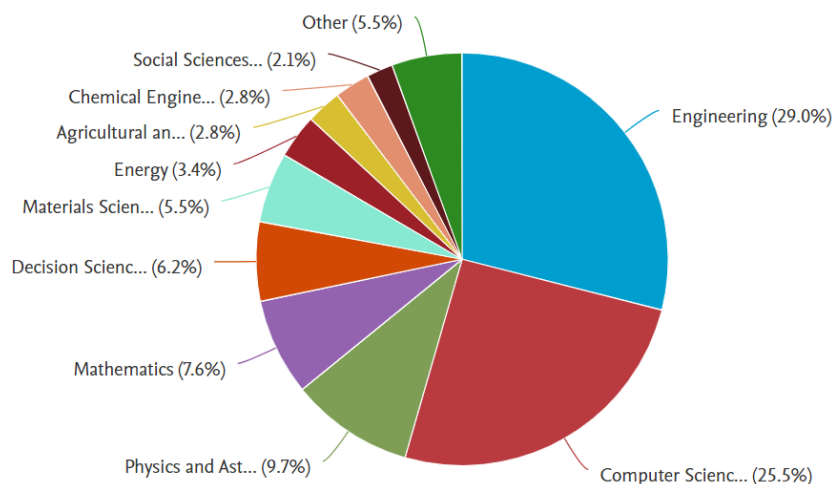
Na Fig. 2 apresenta-se a quantidade de trabalhos contendo as palavras-chave utilizadas publicadas anualmente de 2014 a 2023. É evidente que houve um aumento significativo nas pesquisas relacionadas a essas palavras-chave no período indicado, o que sugere um crescimento de estudos nessa área e destaca a importância de dar seguimento às pesquisas. Nota-se um maior crescimento no ano de 2020, que pode ser um reflexo do contexto global de crise na saúde pública ocasionada pela pandemia de COVID-19 e que teve impacto em vários outros setores.



**Figura 2.** Gráficos da quantidade de artigos que contém as palavras-chave publicados por ano (SCOPUS, 2023)

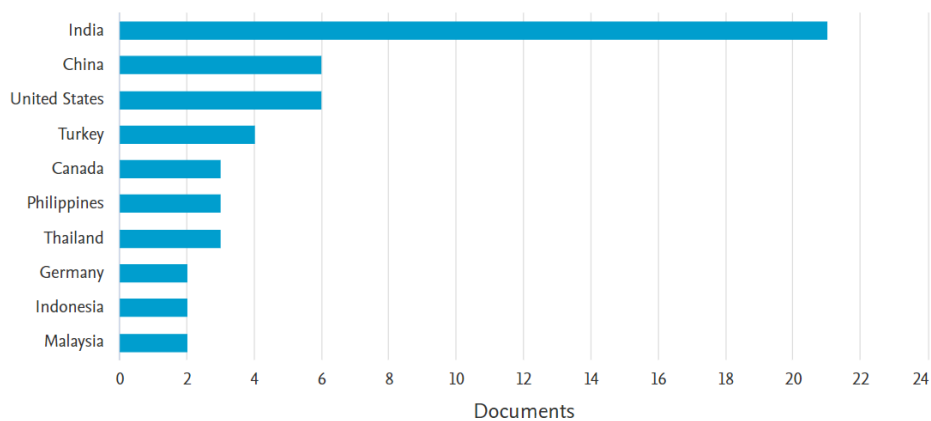
Na Fig. 3, é possível observar que a engenharia é a área de conhecimento com maior quantidade de pesquisas encontradas (29% dos resultados), seguida pela ciência computacional com 25,5% dos resultados. Esse fato se justifica por tratar-se de assuntos pertinentes a essas grandes áreas. Contudo, não se trata de temas restritos às engenharias e à

ciência computacional, mas presentes ainda em áreas como matemática, agricultura e ciências sociais, como é exibido no gráfico.



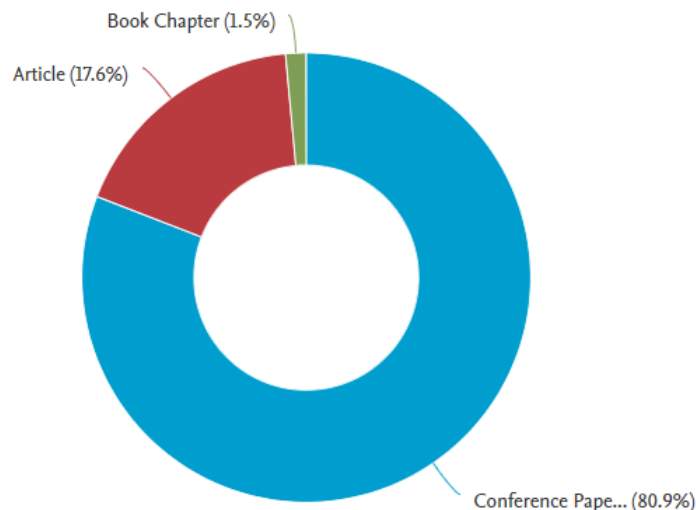
**Figura 3.** Gráfico por áreas de estudos (SCOPUS, 2023)

No que se refere aos locais de origem das pesquisas encontradas nas buscas, destaca-se uma grande quantidade de publicações realizadas em países como Índia, Estados Unidos e China, com destaque para a Índia. Tal fato pode ser justificado por se trata de países com um desenvolvimento tecnológico e industrial acelerado e em crescimento econômico, segundo dados de 2022 do Fundo Internacional Monetário. Contudo, deve-se destacar que as pesquisas se originam ainda de vários outros países, em todos os continentes, como pode ser observado na Fig. 4.



**Figura 4.** Gráfico países que mais publicações que contém as palavras chaves (SCOPUS, 2023)

Quanto aos tipos de publicações, nota-se que a maioria 80,9% foram trabalhos apresentados em conferências, 17,6% artigos e 1,5% publicações em livros. Esses dados são apresentados na Fig. 5.



**Figura 5.** Gráfico porcentagem dos tipos de publicações que contém as palavras chaves (SCOPUS, 2023)

Quanto a quais artigos foram mais citados em outros trabalhos, de acordo com a plataforma os mais referenciados quando aplicados todos os filtros, foram: *A Deep Learning Framework Using Convolutional Neural Network for Multi-Class Object Recognition*; um capítulo de livro com o título: *Real-Time Maintaining of Social Distance in Covid-19 Environment Using Image Processing and Big Data*; e *A Prototype Smart Materials Warehouse Application Implemented Using Custom Mobile Robots and Open-Source Vision Technology Developed Using EmguCV*. São artigos que mostram a diversidade de aplicações da visão computacional e do OpenCV, como reconhecimento de objetos, automação de processos logísticos e controle de distância social, tecnologias que podem ser moldadas para diferentes aplicações industriais.

## 6. CONCLUSÃO

A partir da análise dos dados, constatou-se que há vários trabalhos que apresentam alguma funcionalidade utilizando os subtemas das palavras-chave empregadas nas buscas, presentes em várias áreas do conhecimento, desde engenharia até ciências sociais. Isso evidencia a importância e versatilidade de tais ferramentas. É percebido ainda, que houve o crescimento desses estudos na última década.

Apesar de haver trabalhos originários de todos os continentes, este estudo mostra que essas pesquisas no Brasil ainda não são tão expressivas, visto que o país não figura na lista com mais trabalhos apresentada na exposição dos resultados.

No que tange a relação dos temas entre si e sua união em pesquisas, nota-se que há uma quantidade relativamente pequena de resultados disponíveis quando a busca é mais específica. Contudo, ainda é possível utilizar-se de trabalhos sobre assuntos semelhantes e circundantes ao tema como ferramentas de apoio, com foco nos trabalhos que estejam mais próximos ao objeto de interesse da pesquisa. Nesse aspecto, a redução de palavras-chave é pode ser uma boa técnica para acessar esses trabalhos de apoio. Estima-se, a partir deste estudo, que o ideal gira em torno de buscas contendo um máximo de quatro palavras-chave.

Dado o exposto, pode-se concluir, portanto, que há ainda uma vastidão de conteúdo a serem explorados que podem trazer crescimento científico e tecnológico dentro da área de abrangência do tema. Além disso, pesquisas desse tipo contribuem para o fortalecimento e a continuidade de investigações fundamentais para a análise e solução de problemas em situações reais, evidenciando a indissociabilidade do desenvolvimento científico e do crescimento tecnológico.

## 7. AGRADECIMENTO

Agradecimentos ao Programa de Educação Tutorial (PET), ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), ao Ministério da Educação (MEC), à Universidade Federal de Goiás (UFG).

## 8. REFERÊNCIAS

Berri, Rafael Alceste. Sistema de visão computacional para detecção do uso de telefones celulares ao dirigir. 2014. 171 p. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada - Área: Processamento Gráfico (Graphics)). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada. Joinville, 2014.

- Borges, Luiz Eduardo. Python para desenvolvedores: aborda Python 3.3. Novatec Editora, 2014.
- Divino, Bruno. Python - Uma Introdução à Linguagem. Alura, São Paulo, 15 de out. de 2021. Disponível em: <<https://www.alura.com.br/artigos/python-uma-introducao-a-linguagem>>. Acesso em: 10 de dez. de 2022.
- Gonzaga, Lucas Augusto. Aplicações da visão computacional utilizando Python. 2017.
- Lima, Telma Cristiane Sasso de; Mioto, Regina Célia Tamaso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. Revista katálysis, v. 10, p. 37-45, 2007.
- Marengoni, Maurício; Stringhini. Tutorial: Introdução à visão computacional usando opencv. Revista de Informática Teórica e Aplicada, v. 16, n. 1, p. 125-160, 2009.
- Salvador, A. D. Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica. Porto Alegre: Sulina, 1986.
- SCOPUS - Expertly curated abstract & citation database. Scopus. Disponível em: <<https://www.scopus.com/home.uri?zone=header&origin=sourceinfo>>. Acesso em: 20 de jan. de 2023.
- SCOPUS, funcionalidades básicas En. Scopus. 2017.
- Stivanello, M. E. Inspeção industrial através de visão computacional. Orientador: Paulo César Rodacki Gomes. 2004. 76 f. TCC (Graduação) - Ciências da Computação, Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2004.
- International Monetary Fund, 2022. Disponível em: <<https://www.imf.org/external/datamapper/datasets/WEO>>. Acesso em: 20 de jan. de 2023

## **9. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES**

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.