

AUTOMATIZAÇÃO DE INVENTÁRIO: DESENVOLVIMENTO DE VISÃO COMPUTACIONAL EM DRONES

INVENTORY AUTOMATION: DEVELOPMENT OF COMPUTER VISION IN DRONES

Leonardo Mendes de Melo^{1, i}
Murilo Torres de Oliveira^{2, ii}

Data de submissão: 06/10/2022 Data de aprovação:

RESUMO

O objeto de estudo consiste em automatizar um controle de estoque afim de dar autonomia a um drone para realizar o processo de inventario, através de ferramentas não comumente utilizadas neste aspecto, como a tecnologia 5G, visão computacional para monitoramento e levantamento de dados, além de etiquetas QR Codes padronizadas. O projeto consiste na utilização da câmera presente no drone para executar a captura da imagem dos QR Codes, enviar a mesma para ser processada pelo sistema. A partir do processamento externo da imagem, podemos realizar a geração dos dados dos materiais presentes no estoque e realizar a atualização do banco de dados da indústria.

Palavras-chaves:

Drone; Inventario; Automatização; Visão Computacional; Autonomia; Conexão 5G.

ABSTRACT

The object of study consists in automating a stock control in order to give autonomy to a drone to perform the stock process, through tools not commonly used in this aspect, such as 5G technology, computer vision for monitoring and data collection, and standardized QR Codes.

¹ Aluno do último semestre do curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial na Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: leonardo.melo@sp.senai.br.

² Especialista em Engenharia de Controle e Automação e Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica. E-mail: murilo.torres@sp.senai.br



The project consists in using the drone's camera to capture the image of the QR Codes and send it to be processed by the system. From the external processing of the image, we can perform the generation of the data of the materials present in the stock and perform the update of the bank in the industry. The object of study consists in automating a stock control in order to give autonomy to a drone to perform the stock process, through tools not commonly used in this aspect, such as 5G technology, computer vision for monitoring and data collection, and standardized QR Codes. The project consists in using the drone's camera to capture the image of the QR Codes and send it to be processed by the system. From the external processing of the image, we can perform the generation of the data of the materials present in the stock and perform the update of the industry database.

Keywords:

Drone; Inventory; Automation; Computer vision; Autonomy; 5G connection.

1 INTRODUÇÃO

O levantamento de inventário feito de forma autônoma consiste na utilização de um drone e duas câmeras. Uma das câmeras estará conectada ao drone para que ele realize a leitura dos QR Codes. Esses, estarão disponíveis nas prateleiras, assim identificando a posição da prateleira e o produto que se encontra nela. Já a outra câmera, ficará fixada acima dos porta-paletes do estoque, tendo como campo de visão a área de atuação do drone, onde se deseja realizar o levantamento de produtos, para identificar a localização do drone.

Para conseguir ter um sistema a prova de erros, temos que pensar em um circuito em “malha fechada”, que consiste em movimentos do drone verificados e informados novamente ao sistema.

1.1 Problema de pesquisa

Atualmente o levantamento de inventário é lento e feito de forma manual, ou seja, os colaboradores interrompem suas atividades para realizar esse processo, pois não é possível atualizar as informações do estoque com a produção em andamento. Nesse estado atual, o

processo fica sujeito a erros de contagem, e submete os trabalhadores a riscos de segurança do trabalho.

A partir desses fatores, foi desenvolvida a automação do processo. No qual, foi escolhida a utilização de um drone que scaneia os dados dos produtos e atualiza o estoque, dispensando a paralização da fábrica para execução da tarefa.

1.2 Objetivo(s)

O objetivo geral do trabalho, é criar um sistema de controle de inventário autônomo através de drones com sistema de visão embutidos, utilizando como meio de comunicação, a tecnologia 5G.

1.3 Justificativa

Visto a necessidade de realizar o controle de estoque, inventário ou detectar desajustes, um drone poderá ser utilizado sem a necessidade de alocar uma mão de obra para essa função. Para um sistema de controle de drones *indoor*, o uso de GPS pode não atender a precisão necessária para a navegação, fazendo necessário o uso de outra tecnologia. Outro ponto observado, é que a quantidade de informação levantada pelo sistema de visão do drone exigiria uma baixa latência e uma grande largura de banda, podendo assim ser utilizado a tecnologia 5G.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nessa aplicação, a linguagem de programação escolhida foi Python. Além de ser uma linguagem que se encontra em alta no mercado, ela é muito simples de ser utilizada. Foi lançada no mercado em 1989 por Guido Van Rossum e desde então passou a ser utilizada para desenvolvimentos em geral. Com uma simplicidade em sua sintaxe, ganhou muita força no universo de programadores porque “prioriza a legibilidade do código sobre a velocidade ou expressividade”.

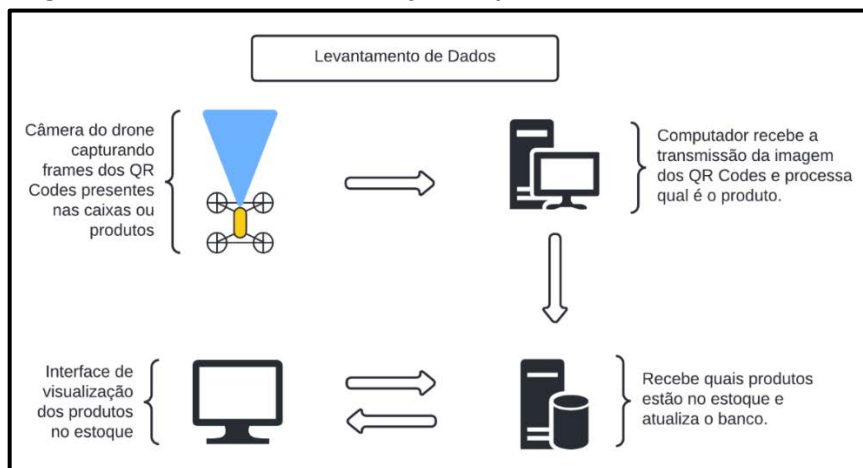
Outro ponto crucial, foi a variedade e disponibilidade de recursos e bibliotecas que o Python contempla, o que facilita muito e diminui o tempo de programação, assim, proporcionando mais tempo para dar enfoque ao estudo da resolução do problema, que era a detecção do drone.

Realizando uma pesquisa sobre as bibliotecas desenvolvidas com a linguagem Python, a que mais se encaixava no propósito de estudo, o reconhecimento do drone, foi a Open CV. Ela foi idealizada com o objetivo de tornar a visão computacional acessível a usuários e programadores em áreas como, a interação humano-computador em tempo real e a robótica. A biblioteca está dividida em cinco grupos de funções: Processamento de imagens; Análise estrutural; Análise de movimento e rastreamento de objetos; Reconhecimento de padrões e Calibração de câmera; reconstrução 3D.

3 METODOLOGIA

O projeto foi setorizado para facilitar o desenvolvimento de cada área. Inicialmente, foi trabalhada a transmissão de imagem da câmera do drone para o computador, justamente para realizar o tratamento das imagens e processar os QR Codes, para isso, era necessário ter uma rede de baixa latência e faixa de transmissão de dados larga, assim como é a rede 5G. Com isto, o controle de voo do drone foi feito de forma manual, habilitando o setor de levantamento de dados do projeto.

Figura 1 – Módulo Trusses (treliças) disponível no software MDSolids



Fonte: Elaborada pelo autor

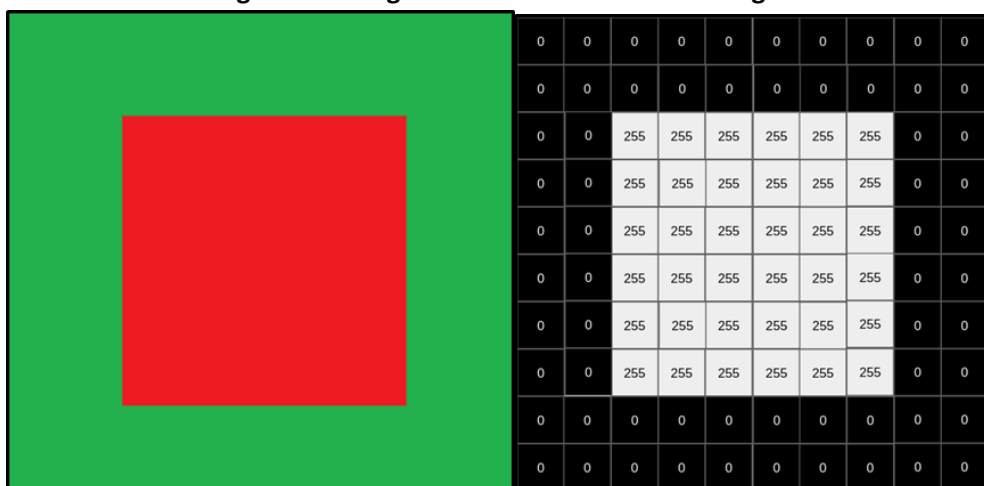
Em seguida, a próxima etapa consistia na movimentação do drone para os pontos de leitura presentes no corredor do estoque, para realizar essa tarefa, utilizei a biblioteca python “DJITelloPY”, responsável pelas funções de controle do drone.

Com os comandos do drone em mãos, foi posicionada uma câmera na parte superior do corredor do estoque e utilizada a biblioteca de visão computacional do Python “Open CV” para localizar o drone no ambiente, podendo então torná-lo autônomo.

Para aprender a usar as funções presentes nessa biblioteca, foram realizados estudos em uma plataforma online, mais especificamente o curso “Udemy -> Open CV e Python - Do Básico ao Intermediário”. A partir de informações adquiridas nele, foi idealizado que era possível “reconhecer o drone pela sua cor”, através de códigos que transformam a imagem em números binários e possibilitam a seleção de uma área. Essa transformação, varia de acordo com um filtro de tons de cores que o programador pode escolher.

A ilustração a seguir, demonstra a seleção de uma área através de um filtro presente no código.

Figura 2 – Imagem do filtro utilizado no código



Fonte: Elaborada pelo autor

A seguir, há um recorte da programação utilizada para localizar o drone, ilustrada na figura 2.



Figura 3 – Imagem do código para localização do drone

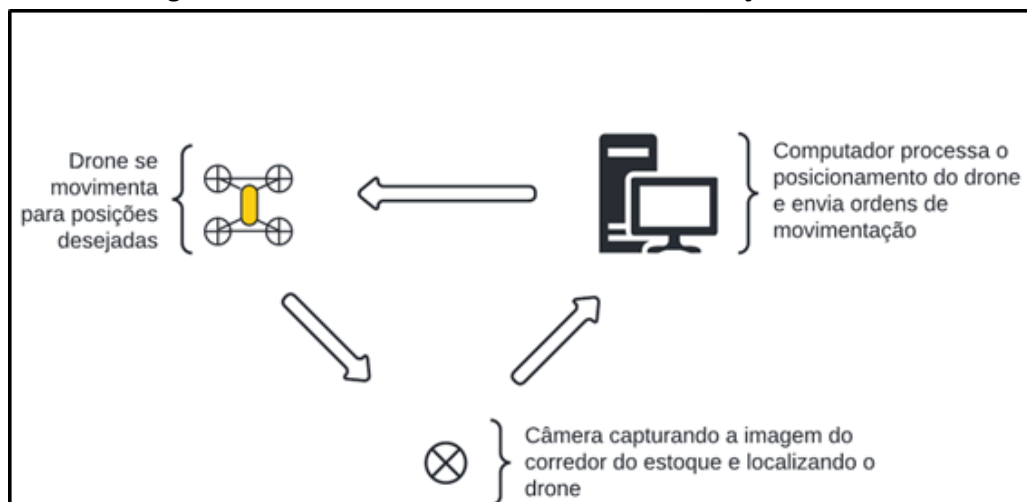
```
1  import cv2
2  import numpy as np
3
4  def nothing(x):
5      pass
6
7  cap = cv2.VideoCapture("Video_teste.mp4")
8
9  while(True):
10
11      ret, frame = cap.read()
12
13      Recorte = frame [220:570 , 0:1200]
14
15      hsv = cv2.cvtColor(Recorte, cv2.COLOR_RGB2HSV)
16
17      mask = cv2.inRange(hsv, np.array([0, 0, 173]), np.array([255, 255,
18      255]))
19
20      contorno, h = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_TREE,
21      cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
22
23      for cnt in contorno:
24          area = cv2.contourArea(cnt)
25
26          if area > 120:
27              x,y,l,a = cv2.boundingRect(cnt)
28
29              cv2.rectangle(Recorte, (x,y), (x+l, y+a), (0,255,0), 3)
30              area_drone = a*l
31              print(f'x: {x}    l: {l}    y: {y}    a: {a}    area: {area_drone}')
32
33      cv2.imshow('recorte', Recorte)
34
35      if cv2.waitKey(15) & 0xFF == ord('q'):
36          break
37
38      cv2.destroyAllWindows()
```

Fonte: Elaborada pelo autor

Para a transmissão da imagem do drone, foi utilizada uma biblioteca em Python voltada ao modelo do drone DJI Tello, que possibilitou não só a transmissão de imagem, mas, trouxe alguns comandos de movimentação que tornou praticável a manipulação do drone de forma remota e deu indício de que era possível torná-lo autônomo.



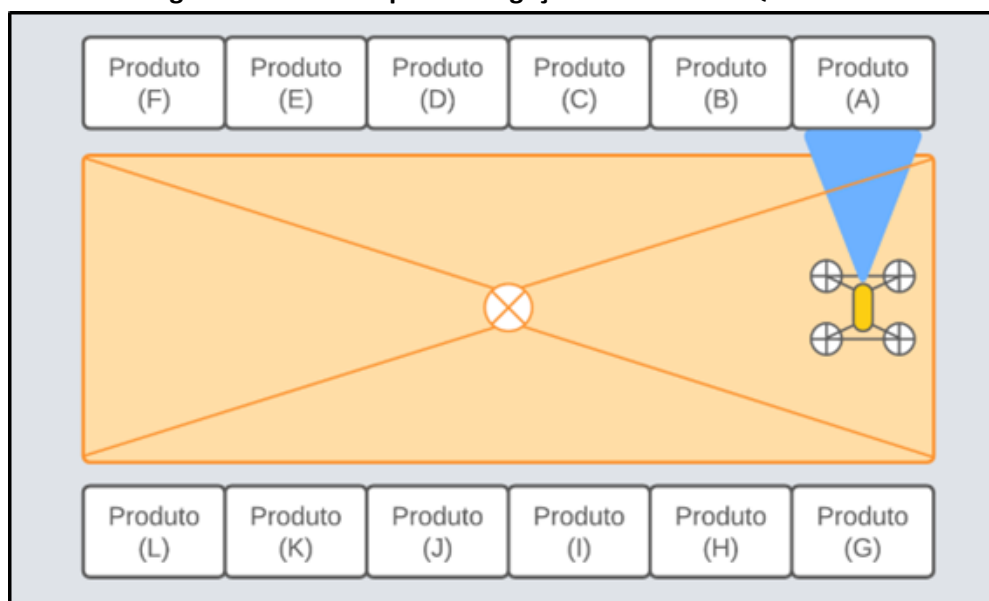
Figura 4 – Ciclo de funcionamento da movimentação do drone



Fonte: Elaborada pelo autor

Com esse novo ciclo de controle independente de voo, foi possível integrá-lo ao sistema de leitura de QR Code e atualizar o banco de dados.

Figura 5 – Corredor para navegação e leitura dos QR Codes



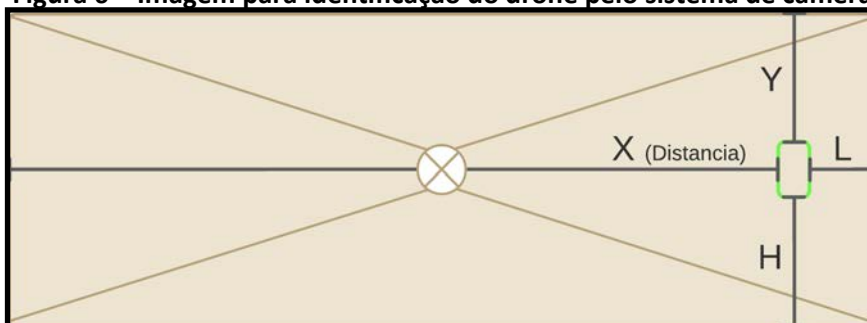
Fonte: Elaborada pelo autor

Para identificar a posição do drone, foi definida uma ROI (*Region of interest*), *thresholds* para gerar imagens binárias (preta e branco), como foi mencionado acima, e utilizadas algumas funções de morfologia de imagens, de forma que fosse possível identificar o drone na imagem e assim rastreá-lo.



Com relação à altura em que o drone fará a leitura das prateleiras, é possível realizar uma medição de pixels pelo sistema de visão localizada no alto da estrutura, onde uma maior concentração de pixels resultará nas prateleiras mais altas, uma vez que o drone se aproximará do sistema de visão que o está monitorando. Em contrapartida, quando a área de pixel for menor, significa que o drone estará mais próximo do solo, ou seja, mais distante do sistema de visão.

Figura 6 – Imagem para identificação do drone pelo sistema de câmera



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 7 – Identificação do drone em tempo real pela câmera



Fonte: Elaborada pelo autor

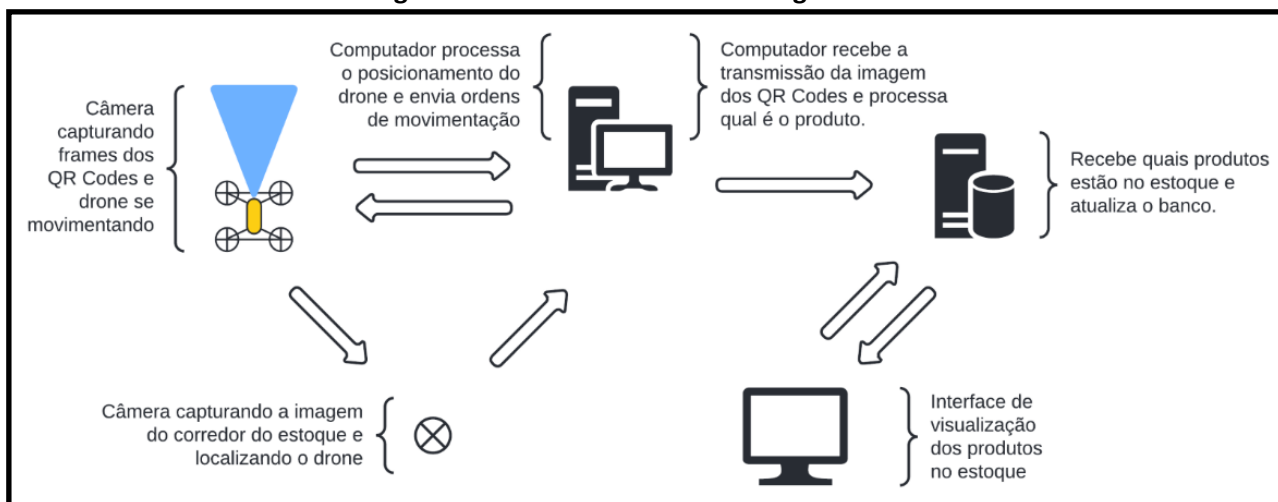
Figura 8 – O retorno da posição do drone em pixel

Valor de distancia da Altura:173	Valor de distancia da largura:279
Valor de distancia da Altura:173	Valor de distancia da largura:278
Valor de distancia da Altura:173	Valor de distancia da largura:279
Valor de distancia da Altura:173	Valor de distancia da largura:279
Valor de distancia da Altura:173	Valor de distancia da largura:279
Valor de distancia da Altura:173	Valor de distancia da largura:278
Valor de distancia da Altura:173	Valor de distancia da largura:279
Valor de distancia da Altura:173	Valor de distancia da largura:278
Valor de distancia da Altura:173	Valor de distancia da largura:278
Valor de distancia da Altura:173	Valor de distancia da largura:280
Valor de distancia da Altura:173	Valor de distancia da largura:279
Valor de distancia da Altura:173	Valor de distancia da largura:279

Fonte: Elaborada pelo autor

Com a aquisição dos dados de localização foi possível convertê-los em comandos de movimentação do drone, tornando-o autônomo.

Figura 9 – Ciclo de funcionamento geral



Fonte: Elaborada pelo autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A escolha de um drone para facilitar no processo de captação de QR Codes em locais de difícil acesso, como aqueles posicionados em locais altos, além de agilizar o processo, a automação envolvida acaba deixando o ambiente mais seguro, pois deixa de existir um operador responsável pela contagem de produtos e insumos presentes no estoque, evitando riscos de acidentes com o ser humano.

Além da rede 5G possuir baixa latência e alta capacidade de transmissão de dados, ela foi a ferramenta chave para iniciação do projeto, devido ser uma das tecnologias presentes na unidade do SENAI Armando de Arruda Pereira situado em São Caetano do Sul, onde será implantado o sistema de levantamento de inventário para demonstração de seu funcionamento. A baixa latência foi um dos fatores que influenciaram na escolha do 5G para transmissão (ou streaming) da imagem da câmera do drone para o computador, onde a imagem será processada.

A utilização dos QR Codes veio devido aos produtos necessitarem de um código de identificação. Isso ocorreu através da parceria do SENAI com a GS1 Brasil, que foi a responsável por emitir os códigos padronizados para validar a aplicação.

5 CONCLUSÃO

O objetivo dessa aplicação foi utilizar as tecnologias disponíveis na escola SENAI Armando de Arruda Pereira, para propor uma solução de controle de estoque automatizado, realizando a leitura de QR Codes através de um drone autônomo portando a tecnologia 5G.

Com a câmera fixada no teto da área, foi possível coletar dados da posição atual e altura no intuito de monitorar o drone em tempo real no instante em que entrar na área de inspeção do inventário. O uso da biblioteca Open CV permitiu avaliar algumas funções morfológicas: como erosão, dilatação e abertura para estudar o comportamento do objeto mediante as alterações de luminosidade que o local sofre.

A partir do momento em que é possível realizar o monitoramento do drone, uma nova rotina de controle pode ser iniciada de maneira que o drone possa voar de forma autônoma.

REFERÊNCIAS

BARELLI,. Introdução à Visão Computacional:

Uma abordagem prática com Python e OpenCV. [S.l.]: Casa do Código, 2018.

FERNANDES, Leandro. Visão Computacional.2012. Disponível em: <ic.uff.br/~julius/icc/vcomp.pdf>. Acesso em: 04 out 2022.

Haralick, R. M. and Shapiro, L. G. (1985). Image Segmentation Techniques, Proc. SPIE, Vol.0548, pp. 2–9.

PEDRINI, H.; SCHWARTZ, W. R. Análise de Imagens Digitais: Princípios, algoritmos e aplicações, São Paulo: Thomson Learning, 2008.

RASBAND, W. IMAGEJ – Image Processing and Analysis in Java. Disponível em: Acesso em: 04 out. 2022.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado condições de realizar esse estudo e superar minhas dificuldades.

A Faculdade SENAI, seu corpo docente, que me deram todas as ferramentas necessárias para realizar os testes e estudos a respeito do projeto.

Ao meu orientador Murilo Torres de Oliveira, pelo suporte nas ocasiões que necessitei de ajuda.

E a todos que de qualquer forma me incentivaram a estudar sobre o assunto e dar início ao projeto.

SOBRE O(S)AUTOR(ES)

Sobre os autores:

ⁱ LEONARDO MENDES DE MELO



Possui formação técnica em Mecatrônica pelo SENAI Armando de Arruda Pereira (2019), cursando atualmente Graduação Tecnológica em Mecatrônica Industrial pela Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica (2022). Tem experiência na área de Automação bancária e comercial, com ênfase em processos, manutenção e suporte técnico. Atualmente, é Consultor de Tecnologia Trainee pelo Instituto SENAI de Tecnologia em Metalmeccânica.

ii MURILO TORRES DE OLIVEIRA



Mestrando em Engenharia Mecânica pelo IFSP - Instituto Federal de São Paulo, Pós-graduado em Engenharia de Controle e Automação pela UNIDERP (2020), bacharelado em Engenharia de Controle e Automação pela Universidade do Grande ABC - UNIABC (2012), Eletricista de Manutenção pela Escola SENAI A. Jacob Lafer (2003). Atualmente é Professor de Educação Profissional Tecnologia da Escola SENAI Armando de Arruda Pereira no curso técnico de mecatrônica, em São Caetano do Sul. Possui experiência nas áreas de Automação, Mecatrônica e Robótica, sempre atuando em aplicações industriais. CV: <http://lattes.cnpq.br/4223670433414827>.