

PROTÓTIPO PARA DETECÇÃO E ALERTA DE TRABALHADORES EM UMA ZONA DE PERIGO

Lucas Rodrigues da Silva
UDC
Foz do Iguaçu, Brasil
llucasr9@gmail.com

Miguel Diogenes Matrakas
UDC
Foz do Iguaçu, Brasil
miguel.matrakas@udc.edu.br

Alessandra Bussador
UDC
Foz do Iguaçu, Brasil
alessandra@udc.edu.br

Abstract—Workplace accidents are a constant concern in industrial environments, negatively impacting the health of workers, companies, and society at large. This work proposes a prototype that utilizes artificial intelligence and computer vision to detect and alert workers in hazardous zones, contributing to accident prevention. The prototype will be developed to detect workers near a Motoman robotic arm in a simulated factory environment. By using the YOLO convolutional neural network integrated with the OpenCV library, the system identifies and locates people in realtime within a defined risk area around the machine. The adopted methodology combines bibliographic research, audiovisual data collection, and scale model simulation.

Keywords—Occupational safety; artificial intelligence; computer vision.

Resumo — Acidentes de trabalho são uma preocupação constante em ambientes industriais, impactando negativamente a saúde dos trabalhadores, as empresas e a sociedade em geral. Este trabalho propõe um protótipo que utiliza inteligência artificial e visão computacional para detectar e alertar trabalhadores em zonas de perigo, contribuindo para a prevenção de acidentes. O protótipo será desenvolvido para detectar trabalhadores próximos a um braço robótico Motoman em um ambiente fabril simulado. Utilizando uma rede neural convolucional YOLO integrada à biblioteca OpenCV, o sistema identifica e localiza pessoas em tempo real dentro de uma área de risco definida ao redor da máquina. A metodologia adotada combina pesquisa bibliográfica, coleta de dados audiovisuais e simulação em maquete.

Palavras-chave — Segurança ocupacional; inteligência artificial; visão computacional.

I. INTRODUÇÃO

Os acidentes de trabalho são ocorrências lamentáveis e frequentes no ambiente industrial. Nas fábricas e indústrias, os trabalhadores enfrentam riscos diários enquanto desempenham suas funções. Esses incidentes não apenas afetam a saúde e a segurança dos colaboradores, mas também têm implicações significativas para as empresas e a sociedade como um todo [4].

O número absoluto de acidentes de trabalho no Brasil passou de 586.857 em 2019 para 536.174 em 2021, segundo dados do Ministério Público do Trabalho [1], registrando uma queda.

Contudo, ainda assim é alarmante e mostra que o número de acidentes ainda é muito grande. Os acidentes sem Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) reduziram em 28,16%, enquanto os acidentes com CAT diminuíram em 4,67%. O total de acidentes típicos aumentou 8,2%, passando de 322.903 em 2020 para 349.393 em 2021 [3]. A Figura 1 mostra o número de mortos, vítimas de acidentes envolvendo máquinas e equipamentos, no período de 2012 a 2018.

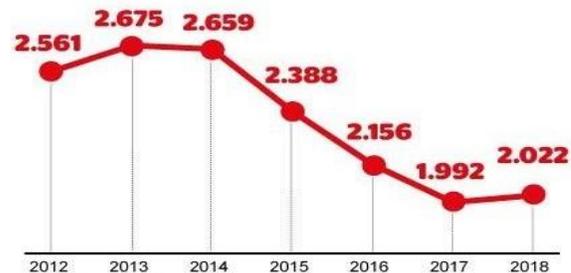


Fig. 1. Número de mortes em acidentes de trabalho. Fonte: [2]

Segundo o Ministério Público do Trabalho [1], as máquinas e equipamentos foram os principais agentes causadores de acidentes, resultando em 528.473 registros. Esses incidentes também levaram a 2.022 mortes em 2018 e 25.790 amputações ou enucleações. Com isso, o país perdeu mais de 14 milhões de dias de trabalho devido a afastamentos por acidentes nesse período, que abrangeu apenas sete anos. Esses dados destacam a importância de medidas preventivas e da conscientização sobre segurança no ambiente industrial. Investir em treinamento, fornecer equipamentos de proteção individual e promover uma cultura de prevenção são passos cruciais para reduzir a incidência desses acidentes.

Inteligência artificial (IA) é um ramo da ciência da computação focado na criação de sistemas capazes de executar tarefas que normalmente exigem inteligência humana, como aprendizagem, percepção, resolução de problemas, reconhecimento de fala e visão computacional [6].

A importância da utilização de tecnologias para a segurança no trabalho não pode ser subestimada. A segurança ocupacional é uma área que se beneficia muito com essas tecnologias, pois elas podem ajudar a identificar e prevenir situações perigosas no local de trabalho. As tecnologias de segurança ocupacional existentes, embora úteis, têm as suas limitações [4]. Ao implementar sistemas inteligentes de detecção e alerta baseados em inteligência artificial, pode-se criar um ambiente de trabalho mais seguro e proteger melhor os trabalhadores [6].

A. Justificativa

A escolha desse tema se baseia na análise da área de segurança ocupacional, que ainda carece de adoção tecnológica efetiva. A baixa existência e utilização de sistemas específicos para melhorar a segurança no local de trabalho abre espaço para a criação de um protótipo. A importância deste estudo é evidente ao considerar as possíveis repercussões positivas. Além de contribuir com conhecimento, é um projeto que pode ser usado para salvar vidas, prevenir lesões graves e evitar eventuais problemas para as empresas.

B. Pergunta de pesquisa

Diante desse contexto, surge a seguinte pergunta de pesquisa: “Qual a eficiência de um protótipo para detectar trabalhadores na área de risco próxima a um braço robótico Motoman utilizando redes neurais artificiais?”

C. Objetivo geral

O objetivo principal é desenvolver uma solução que possa ser aproveitada por terceiros na construção de um sistema robusto e eficiente, visando à proteção dos trabalhadores e à prevenção de acidentes. Este trabalho também tem a finalidade de explorar o potencial da Inteligência Artificial e da visão computacional para a realização de um protótipo focado na detecção de pessoas próximas a uma máquina em ambiente fabril. O foco se dará em acidentes que podem ocorrer em ambiente industrial, causados pela aproximação demasiada de um braço robótico do tipo Motoman.

A pesquisa se concentrará na implementação de um protótipo autônomo capaz de detectar e alertar a presença de trabalhadores próximos a uma máquina em uma zona considerada de risco, utilizando ferramentas atuais e Redes Neurais Artificiais. O escopo do estudo inclui a análise de algoritmos de visão computacional, o desenvolvimento de um protótipo funcional e a avaliação de sua eficácia em diferentes

cenários. Os testes do protótipo serão em ambiente simulado, não realizado em ambiente industrial real.

D. Objetivos Específicos

- Desenvolver um protótipo capaz de detectar trabalhadores próximos a um braço robótico Motoman utilizando vídeo em tempo real e redes neurais artificiais, e emitir um alerta.
- Construir uma maquete que simule o ambiente fabril com o braço robótico Motoman para testar o protótipo em condições controladas.
- Realizar testes do protótipo na maquete, coletar dados de desempenho e apresentar uma análise dos resultados alcançados.

E. Delimitações do Trabalho

Este trabalho se concentra no desenvolvimento de um protótipo para detecção e alerta de trabalhadores em zonas de perigo utilizando redes neurais artificiais. No entanto, algumas áreas não serão abordadas, conforme descrito a seguir:

- Ambientes Reais de Trabalho: O protótipo será testado apenas em ambientes controlados e simulados. Não serão realizados testes em ambientes de trabalho reais devido a limitações de tempo e recursos.
- Outros Aspectos de Segurança Ocupacional: Este trabalho não abordará questões relacionadas à ergonomia, saúde ocupacional ou outros aspectos de segurança que não envolvam a detecção de presença em zonas de perigo.
- Detecção de Outros Objetos: O foco do protótipo será exclusivamente na detecção de pessoas. A detecção de outros objetos, máquinas ou equipamentos não será considerada.
- Rede Neural Pré-Treinada: Não será feito treinamento de uma rede neural; será utilizada uma rede pré-treinada.
- Integração com Sistemas de Segurança Complexos: O sistema de alerta desenvolvido será básico e não será integrado com sistemas de segurança mais complexos ou automação industrial. Não serão considerados fatores ambientais como iluminação variável, condições climáticas adversas ou interferências externas que possam afetar a detecção.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A segurança ocupacional e a gestão de riscos em ambientes industriais são questões cruciais para o Ministério do Trabalho e Emprego. Seu principal foco é prevenir, evitar e eliminar a possibilidade da ocorrência de acidentes de trabalho, garantindo a saúde, bem-estar e produtividade dos trabalhadores. Nesse contexto, normas e regulamentações desempenham um papel fundamental na definição de padrões e práticas que visam minimizar riscos e prevenir acidentes [12]. No âmbito da Inteligência Artificial (IA) e Visão Computacional, surgem oportunidades para aprimorar a segurança industrial. O processamento de imagens e a detecção de possíveis perigos são áreas de pesquisa que podem contribuir significativamente para a prevenção de acidentes e a proteção dos trabalhadores, graças às diversas ferramentas e possibilidades que essas tecnologias oferecem (SILVA; MENEZES, 2019).

A. Inteligência Artificial e Visão Computacional

Ferramenta YOLO (You Only Look Once): YOLO, ou "Você Olha Apenas Uma Vez", é um método de detecção de objetos em tempo real amplamente utilizado na área de visão computacional. Ele permite que os desenvolvedores identifiquem e localizem objetos em imagens ou vídeos com extrema rapidez e precisão [8].

B. Normas e Regulamentações

As Normas Regulamentadoras (NR) são um conjunto de disposições complementares à Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), criadas com o objetivo de garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores. Elas estabelecem obrigações, direitos e deveres tanto para empregadores quanto para empregados, visando prevenir doenças ocupacionais e acidentes de trabalho [9]. No Brasil, a Portaria nº 3.214, publicada em 6 de julho de 1978 no Diário Oficial da União, desempenha um papel crucial na promoção da saúde, segurança e bem-estar dos trabalhadores. Criada em resposta aos altos índices de acidentes no trabalho durante a década de 1970, essa portaria estabeleceu 28 normas regulamentadoras (NRs), que abrangem diversos setores de atividade. A Fundacentro desempenhou um papel importante na elaboração, revisão e criação de novas NRs, fornecendo subsídios técnicos. Em 2023, a Portaria completou 45 anos de existência e é considerada um marco para a segurança e saúde no trabalho no país. Atualmente, existem 38 normas regulamentadoras, que podem ser consultadas na página do Ministério do Trabalho e Emprego. Além das NR, também existem normas internacionais relevantes, como as da ISO

(International Organization for Standardization), que orientam a implementação de sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional e a utilização de tecnologias específicas, como a inteligência artificial. A ABNT NBR ISO 13855:2013 é uma norma internacional que trata da segurança de máquinas.

- **Objetivo:** A norma estabelece o posicionamento das proteções de segurança em relação às velocidades de aproximação do corpo humano.
- **Parâmetros:** Baseia-se em valores de velocidades de aproximação, como a velocidade de caminhada e dos movimentos dos membros superiores.
- **Distâncias Mínimas:** Determina as distâncias mínimas para a zona de perigo, considerando a zona de detecção ou a atuação dos dispositivos de proteção.
- **Medições Práticas:** Os valores são obtidos por meio de medições em experiências reais

III. METODOLOGIA

Este projeto utiliza uma abordagem mista, combinando técnicas quantitativas e qualitativas, juntamente com procedimentos experimentais e aplicados, com o objetivo de projetar e avaliar um protótipo. A pesquisa envolve levantamento bibliográfico, documental e coleta de dados audiovisuais, oferecendo uma visão completa dos métodos teóricos e práticos utilizados no trabalho.

A. Abordagem de Pesquisa

Neste projeto, adota-se uma abordagem mista, integrando métodos quantitativos e qualitativos. A abordagem quantitativa foca nos testes e avaliações do protótipo, enquanto a qualitativa considera a análise dos riscos e comportamentos dos trabalhadores, essencial para entender os fatores que causam acidentes.

B. Tipologia e Recorte de Pesquisa

A pesquisa é aplicada e experimental, com o objetivo de desenvolver uma solução prática para melhorar a segurança ocupacional. A tipologia experimental permite a manipulação de variáveis e a observação direta dos seus efeitos. O recorte da pesquisa envolve a simulação de uma área de risco em um ambiente de trabalho representado por uma maquete, onde um boneco simula a presença de um trabalhador.

C. Simulação do Ambiente

Será construída uma maquete em escala para representar um ambiente industrial com máquinas e trabalhadores, baseada em uma indústria real. Zonas de risco serão designadas e classificadas em níveis de perigo (baixo, médio e alto). A maquete terá uma câmera centralizada capturando imagens e vídeos, utilizados para testar a rede neural.

D. Equipamentos e Coleta de Dados

Os dados serão coletados usando uma câmera e um computador, responsáveis por capturar, processar e armazenar as imagens e vídeos. O modelo YOLO será utilizado para detectar pessoas em áreas de risco. Os principais componentes incluem: câmeras de vigilância que capturam imagens e vídeos das áreas de interesse; servidor de processamento que hospeda o modelo de rede neural e executa a detecção de objetos; modelo de rede neural YOLO, responsável por identificar trabalhadores e zonas de risco; e componente de alerta que emite alertas sonoros ou visuais ao detectar perigos.

E. Open Source Computer Vision Library

É uma biblioteca de código aberto amplamente usada para processamento de imagens e visão computacional. Lançada em 2000, oferece ferramentas para tarefas como filtragem de imagens, reconhecimento de padrões e detecção de objetos. Suporta várias linguagens de programação, como C++, Python e Java, e é frequentemente utilizada em projetos de inteligência artificial e aprendizado de máquina [5].

F. Modelo de Rede Neural YOLO v4

O modelo YOLO v4 foi escolhido por sua alta velocidade e precisão em aplicações de tempo real, como a detecção de pessoas em zonas de perigo. Outros motivos incluem documentação e suporte com ampla disponibilidade de materiais, compatibilidade com Windows 10 e Python, desempenho em GPUs comuns, mesmo em hardware convencional, e a capacidade de detectar objetos pequenos, crucial em ambientes industriais.

G. Sujeito de Pesquisa

O sujeito da pesquisa é a área de risco em um ambiente industrial simulado. A escolha foi motivada pela necessidade de melhorar a segurança dos trabalhadores nesse contexto.

H. Análise dos Dados

A análise dos dados inclui a avaliação de estatísticas sobre acidentes em ambientes industriais, justificando o uso de redes

neurais. Os dados gerados na simulação serão usados para treinar e testar o modelo. A análise abrange simulações de ambiente com geração de imagens e vídeos em uma maquete para treinar a rede neural, além de captura de dados em tempo real com imagens e vídeos da interação humana com o ambiente simulado.

IV. CONCLUSÃO

As pesquisas realizadas ao longo deste trabalho evidenciam tanto a viabilidade quanto a necessidade de desenvolvimento de um protótipo. Os resultados obtidos indicam que a inteligência artificial tem grande potencial para auxiliar na segurança ocupacional, promovendo ambientes de trabalho mais seguros e eficientes. A implementação de um protótipo poderá demonstrar de forma concreta como tecnologias emergentes podem ser aplicadas para a identificação e mitigação de riscos, contribuindo diretamente para a proteção e o bem-estar dos trabalhadores.

REFERÊNCIAS

- [1] Ministério público do Trabalho, "Quantidade de acidentes do trabalho, por situação" do registro e motivo, no Brasil de 2019 a 2021," 2020. [Online]. Disponível em: <https://extra.globo.com/emprego/numerodemortes-por-acidente-de-trabalho-volta-crescer-no-brasil-apos-cincoanos-23699285.html>
- [2] Ministério Público do Trabalho, "Número de mortes por acidente de trabalho volta a crescer no Brasil após cinco anos," 2020. [Online]. Disponível em: <https://extra.globo.com/emprego/numero-demortes-por-acidente-de-trabalho-volta-crescer-no-brasil-apos-cincoanos-23699285.html>. Acesso em: Oct. 26, 2020.
- [3] DATAPREV, CAT, SUB., "Quantidade de acidentes do trabalho, por situação do registro e motivo, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), no Brasil - 2019/2021," . Acessado em: www.gov.br. Acessado: 10 de maio de 2024
- [4] Rene Mendes, "Máquinas e acidentes de trabalho," vol. 13, 2001, pp. 86. [Online]. Disponível em: www.livrosgratis.com.br
- [5] G. Bradski and A. Kaehler, "Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library," O'Reilly Media, Inc., 2008.
- [6] Fernando S. Osorio, Joao Ricardo Bittencourt, Fernando Santos Osório, "Sistemas inteligentes baseados em redes neurais artificiais aplicados ao processamento de imagens," in *I Workshop de Inteligência Artificial*, 2000.
- [7] Daniel Augusto Pereira de Moura, Danillo Marcus Farias Marinho do Monte, Marcos dos Santos, Antônio Carlos da Silva Batista Vaz, "Análise do perfil dos acidentes do trabalho no Brasil entre 2014 e 2021".
- [8] Yingbin Yang, Limin Cai, Hao Wei, Tonghui Qian, Zhenguang Gao, "Research on Traffic Flow Detection Based on Yolo V4," in *2021 16th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, 2021, pp. 475-480. doi: 10.1109/ICCSE51940.2021.9569411.
- [9] Roneide Martins de Andrade, "Riscos de operação de máquinas e equipamentos em laboratórios da construção civil de uma instituição de ensino," B.S. thesis, 2020.