

Capítulo II: Visão Computacional aplicada a detecção de EPI's; NIKOLA.I.

Callebe Espanga da Cruz¹
Elissandro Foltran de Souza²
Luis Gustavo Ferrareto³
Nicolas Kaneta Gasparin⁴
Wesley Candido da Silva⁵

RESUMO

Em sintonia com o conceito da Indústria 4.0, a Inteligência Artificial se trata da tentativa do ser humano de replicar sua inteligência, entre os algoritmos de IA, a visão computacional pode ser usada para detecção de objetos de forma autônoma, podendo ser aplicado a segurança e saúde no trabalho de forma inovadora. A solução NIKOLA.AI visa supervisionar a utilização de EPIs no posto de trabalho, efetuando o bloqueio de equipamentos e geração de banco de dados dos eventos, atuando diretamente na redução dos acidentes de trabalho, provenientes da falta de uso do EPI. Através da eletrônica embarcada e do sistema de visão computacional utilizando algoritmos de inteligência artificial, o projeto NIKOLA.AI realiza a coleta em tempo real da imagem do ambiente Industrial, posteriormente encaminha para o processamento em nuvem, possibilitando o monitoramento do posto de trabalho quanto a negligência de uso do EPI. A viabilização do projeto é possível pela alta incidência de casos de acidentes de

¹ Graduação, Engenharia Elétrica, da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: calebe.cruz00478705@sesisenaipr.org.br

² Graduação, Engenharia Elétrica, da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: elissandro.medonca00354335@sesisenaipr.org.br

³ Graduação, Engenharia Elétrica, da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: luis.espontao@sesisenaipr.org.br

⁴ Graduação, Engenharia Elétrica, da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: nicolas.gasparin00185603@sesisenaipr.org.br

⁵ Especialista - Engenharia de Automação Industrial, da Faculdade de Tecnologia do Senai Santa Catarina. E-mail: wesley.candido@sistemafiep.org.br

trabalho alinhado pela negligência do uso do EPI no âmbito Industrial, assim o projeto traz, de forma inovadora e tecnológica, o controle do uso destes EPIs.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Inteligência Artificial, Segurança, EPI, Visão Computacional.

Computer Vision applied to the detection of IPE's: NIKOLA.I.

ABSTRACT

Aligned with the concept of Industry 4.0, Artificial Intelligence is the attempt of the human being to replicate his intelligence, among the AI algorithms, computer vision can be used to detect objects autonomously, and can be applied to safety and health at work in an innovative way. The NIKOLA.AI solution aims to supervise the use of IPE's in the workplace, blocking equipment and generating a database of events, acting directly in reducing work accidents, resulting from the lack of use of IPE. Through embedded electronics and the computer vision system using artificial intelligence algorithms, the NIKOLA.AI project performs real-time image collection of the Industrial environment, later forwards to cloud processing, enabling the monitoring of the workstation for the negligence of use of IPE. The feasibility of the project is possible due to the high incidence of occupational accidents aligned by the negligence of the use of IPE in the Industrial scope, so the project brings, in an innovative and technological way, the control of the use of these IPE's.

Palavras-chave: Industry 4.0, Artificial Intelligence, Safety, IPE, Computer Vision.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade vem se transformando a uma velocidade nunca vista anteriormente e isso é percebido principalmente na indústria, pois, a partir do aparecimento de demandas crescentemente mais complexas, se faz necessário o uso de tecnologias facilitadoras cada vez mais evoluídas e rápidas, surgindo como resposta a essas demandas, a Indústria 4.0 (COELHO, 2016). Alinhado ao conceito

da Indústria 4.0, a Inteligência Artificial IA se caracteriza como a combinação de algoritmos projetados para criar hardware que tenham a mesma capacidade do humano, entre os algoritmos de IA, a visão computacional pode ser usada para detecção de objetos de forma autônoma, podendo ser aplicado a segurança e saúde no trabalho de forma inovadora. Segundo a Justiça do trabalho TRT 4ª região, no Brasil a cada minuto que passa, um trabalhador sofre um acidente enquanto desempenha as funções no qual foi contratado. Em sua grande maioria os acidentes são associados a negligência, imperícia e imprudência. O equipamento de proteção individual tem por função neutralizar ou atenuar a ação do agente agressivo contra o corpo da pessoa que o usa. No Brasil, é de obrigatoriedade da empresa o fornecimento aos trabalhadores o EPI adequado ao risco, consoante as disposições contidas na Norma Regulamentadora, NR6. Empresas brasileiras de médio e pequeno porte mostram que custos com a segurança e saúde no trabalho apresentam uma tendência de alta, impactando diretamente nos custos da organização (Associação Brasileira de Recursos Humanos - ABRH). Segundo Pastore, estima-se que os gastos decorrentes de acidentes de trabalhos possam superar setenta bilhões de reais ao ano. A solução NIKOL.AI visa supervisionar a utilização de EPIs no posto de trabalho, fazendo uso da visão computacional e algoritmos de inteligência artificial, permitindo o bloqueio de equipamentos e geração de banco de dados dos eventos, atuando diretamente na redução dos acidentes de trabalho, provenientes da falta de uso do EPI.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A Inteligência Artificial se trata da tentativa do ser humano de replicar sua inteligência, ou seja, replicar a forma como pensamos, compreendemos, prevemos e manipulamos um mundo muito maior e complicado, mas ainda assim o campo da Inteligência Artificial vai além ao tentar construir entidades inteligentes. Se tratando de um dos campos mais recentes da engenharia, a Inteligência Artificial abrange uma enorme variedade de subcampos, sendo relevante para qualquer tarefa intelectual (Russell, 2013).

2.2 TESTE DE TURING: AGINDO DE FORMA HUMANA

O teste de Turing, proposto por Alan Turing (1950), foi projetado para definir uma operação que seja satisfatória de inteligência, o teste é composto por algumas perguntas por escrito, onde se um interrogador humano não conseguir distinguir se as respostas vêm de uma pessoa ou um computador, será comprovado a inteligência do computador. Turing também definiu algumas capacidades mínimas para o computador passar no teste (Russell, 2013):

- Processamento de linguagem
- Representação de conhecimento
- Raciocínio automatizado
- Aprendizado de máquina

Outro detalhe sobre o teste de Turing, o chamado teste de Turing Total, inclui também a interação física, dessa forma foram adicionadas mais duas capacidades para o computador:

- Visão Computacional
- Robótica

Estes tópicos compõe a maior parte da Inteligência Artificial, sendo relevante após 60 anos de publicação, sendo estudado até hoje relacionado aos princípios básicos de inteligência (Russell, 2013).

2.3 Visão Computacional

Antes de definir o conceito de Visão Computacional, será apresentado o que é uma imagem, e esta, pode ser definida como uma função bidimensional, $f(x, y)$, em que x e y são coordenadas espaciais (plano), e a amplitude de f em qualquer par de coordenadas (x, y) é chamada de intensidade ou nível de cinza da imagem nesse ponto. Quando x, y e os valores de intensidade de f são quantidades finitas e discretas,

chamamos de imagem digital. O campo de processamento digital de imagens se refere ao processamento de imagens digitais por um computador digital. Uma imagem digital é composta de um número finito de elementos, cada um com uma localização e valores específicos. Esses elementos são chamados de elementos pictóricos, elementos de imagem e pixels. Sendo Pixel, o termo mais utilizado na representação de elementos de uma imagem digital.

Visão Computacional, de forma simples, é a utilização de computadores para emular a visão humana, incluindo o aprendizado e a capacidade de fazer inferências e agir com base em informações visuais, a visão computacional representa um ramo da Inteligência Artificial (AI, do inglês, Artificial Intelligence) que contempla o objetivo de emular a inteligência humana.

A visão computacional é uma ferramenta muito importante para o mecanismo de reconhecimento de ambientes, devido as informações resultantes do processamento das imagens terem a possibilidade de serem utilizadas para o reconhecimento e detecção de padrões (GERONIMO, 2013).

De acordo com Wangenheim (2001) em Visão Computacional não existe nenhum modelo genérico usado para a percepção visual passível de ser aplicado na prática. Ele afirma que o que ocorre na prática é a utilização de um conjunto de algoritmos muito específicos na tarefa de interpretação de uma imagem, que são responsáveis por realizar subtarefas bastante limitadas inseridas no processo de interpretação de imagens. Afirma Wahgenheim (2001) que os algoritmos são divididos em grupos, como: filtros de contraste, detectores de bordas, segmentadores de imagens em grupos, classificadores de texturas, dentre outras.

2.4 CLASSIFICAÇÃO DE OBJETOS

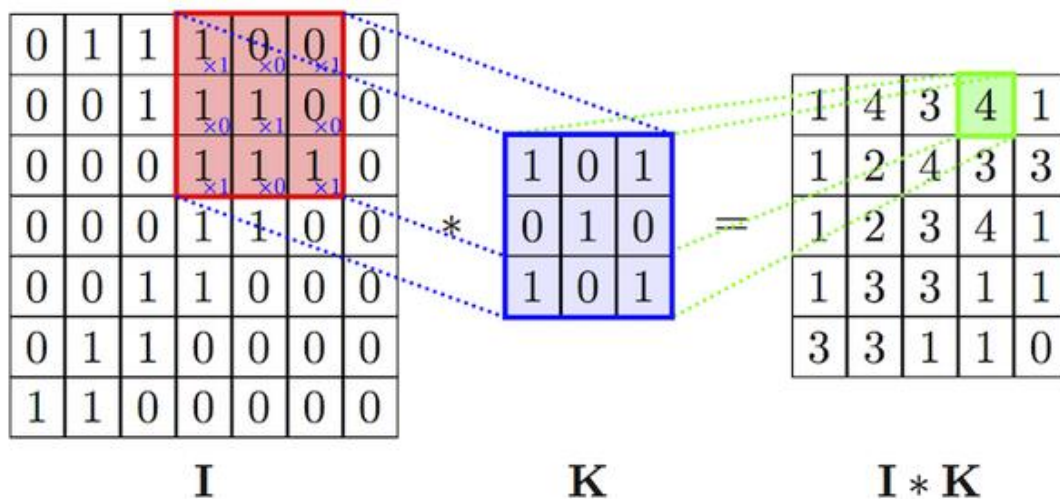
Define-se classificação digital de objetos como uma técnica para capturar, representar e transformar imagens com auxílio de sistemas de Visão Computacional. Uma imagem é dada pela composição de um número de elementos finitos, com tamanho, localização e valores específicos. Esses elementos são chamados de pixel, sendo este o termo utilizado para representar uma imagem digital ou binária (GONZALEZ, 2009). A classificação de imagem pode ser definida como um modelo

binário, onde simplesmente pode retornar se há ou não uma imagem do objeto inserido no treinamento do modelo (STURDEVANT, 2019).

Para Mongelo (2012) a identificação de objetos de imagens se torna necessário em casos em que ocorrem problemas com a oclusão, quando um objeto pode estar parcialmente escondido atrás de outro ou mais objetos, sendo assim a identificação de objetos se faz necessário.

Uma das formas de realizar uma classificação de objetos utilizando visão computacional, são por meio do uso de Redes Neurais Convolucionais ou CNN (*Convolutional Neural Network*), que fazem a função de extrair características de um objeto, analogamente ao olho humano, porém ao invés de extrair as características da forma do objeto ou alguma referência, as CNN fazem uso de filtros, aplicando o conceito de convolução (**BRANDIZZI, 2020**).

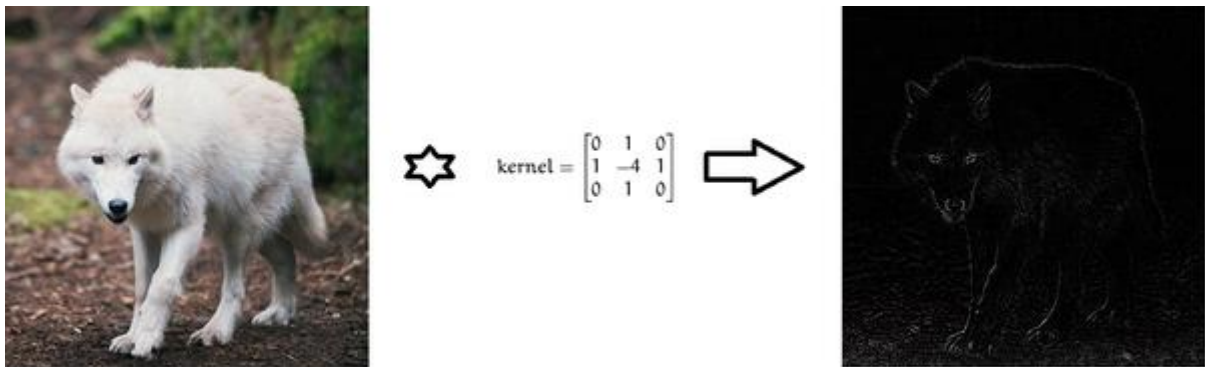
Figura 2.1 – Filtro de Convolução



Fonte: BRANDIZZI, 2020

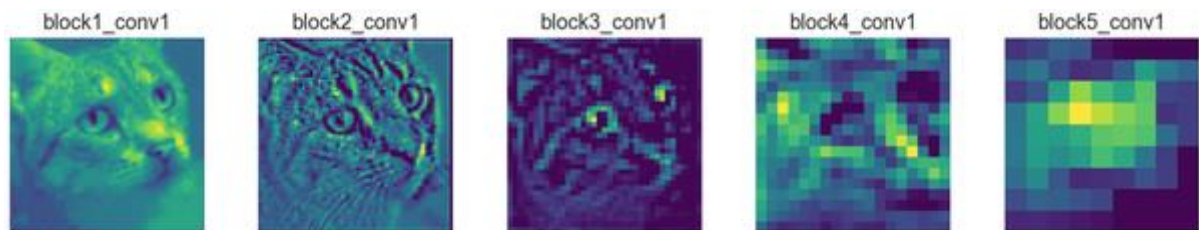
Como ilustrado na Figura 2.1, vemos um filtro de convolução, onde basicamente é feito uma filtragem utilizando uma matriz menor que percorre os pixels da imagem capturada e geram uma nova imagem, através da convolução, chamada de *Feature Map* (**BRANDIZZI, 2020**).

Figura 2.2 –Geração de Feature Map por um filtro Kernel



Fonte: BRANDIZZI, 2020

Figura 2.3 – Geração de *Feature Maps*



As Figuras 2.2 e 2.3 traz outro exemplo de geração de Feature Map do processamento por uma convolução de uma matriz Kernel, este processo pode ser executado várias vezes seguidas, até obter o resultado adequado que permite a rede neural extrair as características desejadas dos objetos. (BRANDIZZI, 2020).

3 METODOLOGIA

Através da eletrônica embarcada e o sistema de visão computacional utilizando algoritmos de inteligência artificial, o projeto NIKOLA.I. realiza a coleta em tempo real da imagem do ambiente Industrial, posteriormente encaminha para o processamento em nuvem, possibilitando o monitoramento do posto de trabalho quanto a negligência de uso do EPI.

Objetivos específicos:

- a. Diminuir a incidência de acidentes de trabalho pela falta de uso do EPI;
- b. Garantir a segurança do trabalhador no ambiente Industrial;

- c. Gerar banco de dados dos eventos, permitindo a gestão das informações para notificações junto ao colaborador e respaldo jurídico;
- d. Diminuir custos provenientes do acidente de trabalho;
- e. Disponibilizar uma plataforma online para análise dos eventos;
- f. Processar informações empregando o uso da inteligência artificial;
- g. Atuar em todos os seguimentos da Indústria.

A solução proposta foi desenvolvida em duas etapas, em um primeiro momento a I.A. (Inteligência Artificial) é treinada para detectar padrões nas fotos que são capturados através de uma câmera. A imagem é composta de uma matriz tridimensional onde algoritmos matemáticos identificam objetos que foram treinados de maneira supervisionada. O objeto a ser detectado, será uma máscara de proteção facial utilizada no processo de soldagem, na etapa de treinamento da I.A. cerca de 50 fotos da máscara foram selecionadas para gerar o padrão necessário. Após testes e validações dos retornos da análise da I.A., foi trabalhado a API (Interface de Programação de Aplicação), que será responsável em publicar os dados da análise, retornando um *score* que reflete o grau de certeza de identificação da máscara no ambiente de trabalho. Em um segundo momento, foi desenvolvido um ambiente gráfico, atuando como uma interface homem máquina (IHM) para o cliente, mostrando em tempo real a imagem da câmera da cabine a ser monitorada, juntamente com o histórico de envios, análises e alertas de não uso de EPI. O projeto é composto por um hardware de processamento, integrado ao software.

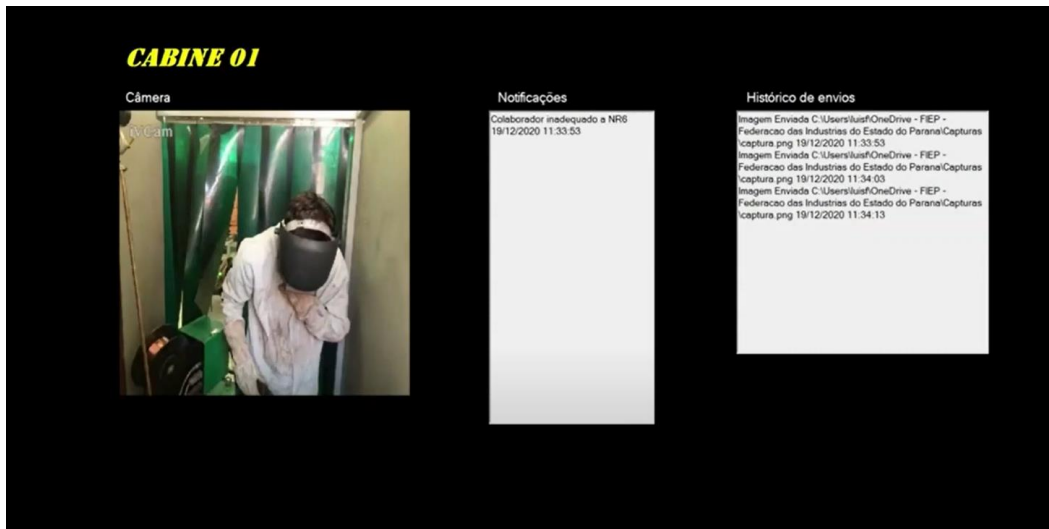
O software supervisor foi desenvolvido através do Visual Studio, utilizando a linguagem de programação C#, cujo a versão é *opensource*. O funcionamento do processo segue o fluxo de envio de imagens obtidas através das câmeras, que podem ser monitoradas pela interface do sistema, instaladas em cada cabine, que posteriormente são enviadas para a nuvem, gerando o log de envios e são salvas no banco de dados na nuvem dentro da plataforma da Azure; essas imagens são encaminhadas pelo banco de dados através dos Serviços Cognitivos da Azure, programados para detecção de objeto, retornando o relatório de cada imagem enviada. Com o retorno, o software irá analisar se há ou não uso de EPI. O hardware é composto de câmeras de alta resolução, eletrônica embarcada com processamento computacional e microprocessado.

Analisando a necessidade da alta produtividade no setor industrial, é fundamental para se ter um diferencial competitivo no mercado, assegurar a saúde e segurança dos colaboradores nos processos, em conjunto com a busca por avanços tecnológicos para se otimizar os mesmos. O NIKOL.A.I traz um diferencial de ser inovador, pois utiliza tecnologias atuais na busca de soluções de demandas atuais, como no caso a I.A. voltada para a Visão Computacional que atua na Cloud, também traz a segurança para os colaboradores, mantendo uma relação de confiança entre o colaborador e a indústria, reduzindo o número de acidentes e riscos, conseqüentemente, os custos, onde podemos concluir através dos resultados obtidos com as pesquisas, experimentos e feedbacks de profissionais da área. Buscamos inserir o protótipo no mercado, que demonstra ser carente de soluções para o monitoramento de equipamentos de segurança de forma inteligente, através de pequenas e médias empresas de qualquer segmento, em busca de acessibilidade para estes clientes e como forma de buscar novos aprimoramentos, expandido cada vez mais o funcionamento e a precisão das análises, agregando cada vez mais valor para nosso produto por conta da alta tecnologia utilizada no mesmo.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para viabilização do protótipo da solução foi aplicada no prédio da área de metalúrgica do SENAI Londrina, onde dispõe de cabines juntamente com os EPI's necessários para trabalhar com solda com eletrodo. Dessa forma inserimos uma câmera com a proteção necessária no interior da cabine para não ocorrer nenhum dano ao equipamento, e integramos o firmware do dispositivo ao nosso software (Figura 4.1) para realizar a coleta de dados e a comunicação com a cloud computing com a API de Visão Computacional.

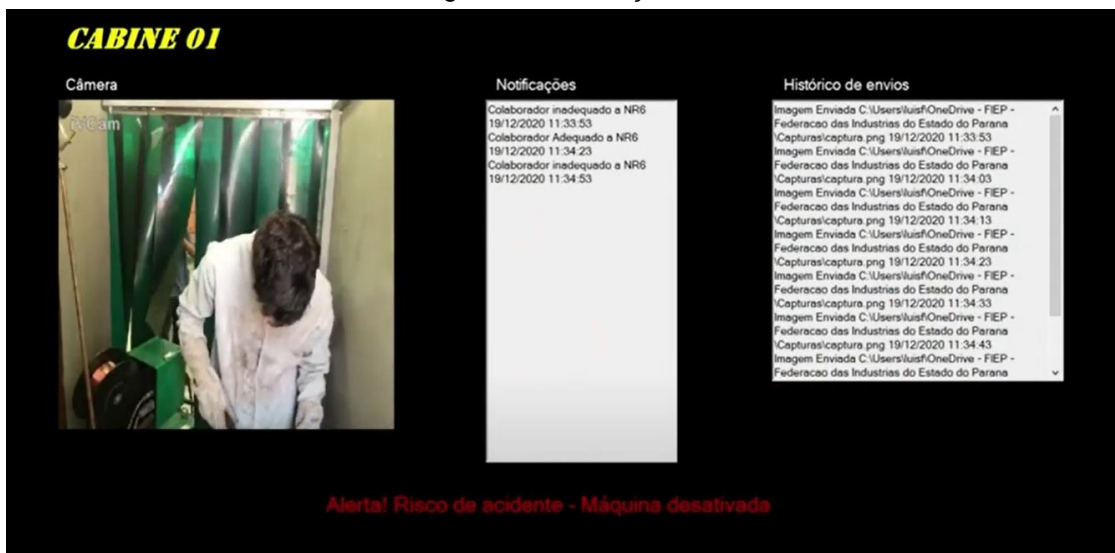
Figura 4.1 – Interface de supervisão



Fonte: Dos Autores

Como ilustrado pela Figura 4.1 (capturada durante a aplicação do projeto piloto) a interface do sistema é composta por informações da câmera em tempo real, e dois painéis de notificações e um histórico de envios para a nuvem. O painel de notificações é o responsável por mostrar os indicadores relacionado ao uso do EPI pelo colaborador, informando se está adequado ou não á NR6 e a data da análise.

Figura 4.2 – Situação de Alerta

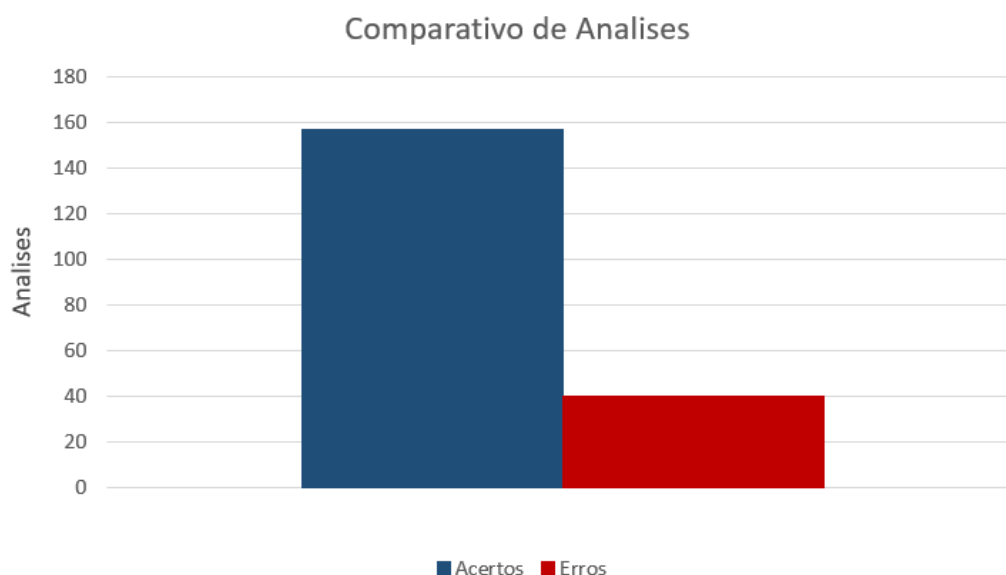


Fonte: Dos Autores

Na Figura 4.2 é ilustrado a situação de alerta do nosso sistema, onde nosso colaborador está sem o equipamento de proteção e surge um indicador “Alerta! Risco

de acidente – Máquina desativada” onde é acionado um controle para a desativação remota da máquina de solda, impedindo o colaborador de realizar o processo sem o EPI.

Figura 4.3 – Gráfico de Análises



Fonte: Dos Autores

Durante o período de testes obtivemos uma margem de acerto de aproximadamente 74,5%, como ilustrado pelos gráficos na Figura 4.3, devido a posição da câmera e a boa iluminação do ambiente e pela quantidade de imagens que utilizamos para treinar o modelo da Visão computacional, se somaram para obtermos esse percentual. É possível melhorar esse percentual através do treinamento dinâmico utilizando imagens do ambiente a ser analisado pela Visão Computacional, com variações de ambiente por exemplo, ângulo da câmera, iluminação, qualidade de imagem, etc... Além de melhorias funcionais do projeto, como a detecção de vários EPI's de maneira simultânea, EPI's com finalidades diferentes, detecção através de mais de uma câmera, levando a escalabilidade do projeto, visto que pode ser tudo integrado a um único sistema supervisor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A viabilização do projeto é possível pela alta incidência de casos de acidentes de trabalho alinhado pela negligência do uso do EPI no âmbito Industrial, assim o projeto traz, de forma inovadora e tecnológica, o controle do uso destes EPIs.

Dessa forma o NIKOL.A.I. traz um grande potencial, pois sua forma inovadora de utilizar serviços do ramo da I.A., como no caso a Visão Computacional se torna um diferencial no mercado. Chegamos a esta conclusão através de testes realizados no setor da soldagem nas instalações do SENAI Londrina, onde foi montado uma estrutura com o monitoramento, e realizamos o teste com um discente com e sem o uso do capacete de solda, onde concluímos que o sistema atendeu a expectativa de identificar o equipamento de segurança e também notificar quando não há o uso de EPI.

De maneira a consolidar o projeto, a equipe inscreveu a solução em dois editais com o tema de inovação e empreendedorismo, sendo eles respectivamente, DESAFIO SENAI DE PROJETOS INTEGRADORES 2020, onde a equipe recebeu a premiação de primeiro lugar na etapa de avaliação nacional do projeto, e o outro edital Desafio Microsoft: Solucionando desafios da indústria brasileira com Inteligência Artificial (IA), o projeto também recebeu uma excelente avaliação resultando também no primeiro lugar a nível.

REFERÊNCIAS

COELHO, P. N. M. **Rumo à indústria 4.0**. 2016. 65 f. Dissertação - Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, Portugal, 2016. Disponível em <<https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/36992/1/Tese%20Pedro%20Coelho%20Rumo%20%C3%A0%20Industria%204.0.pdf>>. Acesso em: 23 de abril 2019.

PASTORE, José. O custo dos acidentes e doenças do trabalho no Brasil. 2011. 1 f. Artigo, Brasil, 2011. Disponível em <http://www.josepastore.com.br/artigos/rt/rt_320.htm>. Acesso em: 20 de julho 2021.

FERREIRA, M. de M.; SOUZA, C. E. dos S.; RIBEIRO, C. A.; GALDINO, D. B.; RICCI, G. L. Avaliação sobre a prevenção de riscos na atividade de trabalho em prensas. Iberoamerican Journal of Industrial Engeneering, v. 4, n. 8, p. 48-68, 2012.

NORVIG, Peter. Inteligência Artificial. 3a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. Processamento Digital de Imagens. [S.l.: s.n.], 2009. 623 p.

GERONIMO, D. et al. Trac sign recognition for computer vision projectbased learning. Education, IEEE Transactions on, v. 56, n. 3, p. 364{371, 2013. ISSN 0018-9359

MARQUES FILHO, Ogê; VIEIRA NETO, Hugo. Processamento Digital de Imagens, Rio de Janeiro: Brasport, 1999.

MICROSOFT. C#. Disponível em <https://docs.microsoft.com/pt-br/dotnet/csharp/>. Acesso em: 20 de julho 2021.

MICROSOFT. Visual Stúdio. Disponível em <https://visualstudio.microsoft.com/pt-br/> . Acesso em: 20 de julho 2021.

MICROSOFT. Azure. Disponível em <https://azure.microsoft.com/pt-br/> . Acesso em: 20 de julho 2021.

IBR. Reconhecimento Visual. Disponível em <https://developer.ibm.com/br/technologies/vision/articles/introduction-computer-vision/> Acesso em: 20 de julho 2021.

NVIDIA. O que é visão computacional. Disponível em https://blog.nvidia.com.br/2020/12/11/o-que-e-visao-computacional/?nv_excludes=1984,1989. Acesso em: 20 de julho 2021.

WANGENHEIN, Aldo Von. Introdução à visão computacional. Seminário Introdução à Visão Computacional para a disciplina Introdução à Visão Computacional junto à Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2001. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~visao/> . Acesso em: 02 jun 2013.

MONGELO, Arnaldo Ibanhe. Validação de método baseado em visão computacional para automação da contagem de viabilidade de leveduras em indústria alcooleiras. Dissertação (Mestre em Biotecnologia) apresenta ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Católica Dom Bosco – UCDB. Campo Grande, 2012. Disponível em: www.gpec.ucdb.br/pistori/publicacoes/arnaldo_sbiagro2011.pdf . Acesso em: 02 jun 2013.

BRANDIZZI, Loreane E. N. Visão computacional: O que é? Como funciona?. SERPRO, Brasília, DF, 07 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.serpro.gov.br/menu/noticias/noticias-2020/o-que-eh-visao-computacional>. Acesso em: 20 de julho 2021