

MONITORAMENTO INTELIGENTE DE EPI VIA VISÃO COMPUTACIONAL

Guilherme Melo dos Santos¹; Gustavo Adolpho Bonesso²; Fernando Takai³

¹ Singleton Tecnologia (guilherme@singletonsistemas.com.br).

² Singleton Tecnologia (gustavo@singletonsistemas.com.br).

³ Singleton Tecnologia (takai@singletonsistemas.com.br).

Resumo:

A segurança do trabalho no Brasil enfrenta um cenário crítico e alarmante, com um óbito registrado a cada 3 horas e 47 minutos. São contabilizados anualmente mais de 600 mil acidentes, gerando um impacto econômico direto e indireto de aproximadamente R\$13 bilhões. Apesar da existência de Normas Regulamentadoras (NRs) rigorosas, a fiscalização tradicional nas indústrias permanece predominantemente manual, amostral e reativa. Essa limitação humana compromete o monitoramento contínuo do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), tornando a prevenção de acidentes vulnerável a falhas de atenção e fadiga. O objetivo deste trabalho é transformar a segurança ocupacional, migrando de uma fiscalização humana intermitente para um sistema de monitoramento autônomo, proativo e em tempo real, baseado em algoritmos de Inteligência Artificial e Visão Computacional. A metodologia empregada foca na integração de modelos de redes neurais convolucionais, especificamente o treinamento da arquitetura YOLO (You Only Look Once), diretamente à infraestrutura de câmeras de monitoramento (CFTV) já instalada nas unidades industriais, evitando investimentos vultosos em novos hardwares, tendo todo seu processamento feito em nuvem. O sistema foi configurado para processar fluxos de vídeo (streams) em resoluções que variam de 720p a 1080p 24h por dia, permitindo a identificação simultânea de múltiplos tipos de proteção — como capacetes, coletes e luvas. Para garantir a rápida resposta, regras de negócio foram configuradas para gerar alertas imediatos sempre que uma infração é detectada; esses alertas são enviados diretamente aos gestores de saúde e segurança do trabalho responsáveis, acompanhados de um recorte de vídeo que evidencia a falta do EPI. Os testes de validação do modelo, otimizado com 30 épocas de treinamento, demonstraram alta eficácia, alcançando uma taxa global de identificação de EPI de 94,4%. Na avaliação de classes específicas, o modelo obteve um F1-Score de 93% na detecção de capacetes e 90,5% para cabeças desprotegidas. No que tange à emissão de alertas de falta de EPI, o sistema garantiu alta confiabilidade, registrando uma acurácia de 96,4% e um recall de 96,4%, minimizando expressivamente as taxas de falsos positivos e falsos negativos. Os resultados alcançados até o presente estágio foram obtidos em ambiente de teste controlado, utilizando uma base de vídeos de segurança gravados em cenários industriais reais. Essa etapa foi fundamental para validar a eficácia da detecção em diferentes condições de iluminação e ângulos, assim como oclusão parcial do trabalhador. Também foram realizados testes em tempo real com voluntários utilizando diversos EPIs simultaneamente, confirmando a capacidade do sistema em processar múltiplas

detecções sem perda de desempenho. Conclui-se que a aplicação de IA na segurança do trabalho preserva vidas, reduz o passivo trabalhista e otimiza a reputação corporativa através do fortalecimento de políticas de ESG e compliance. A convergência entre ciência de dados e engenharia de segurança mostra-se como o caminho mais viável para reduzir drasticamente a sinistralidade laboral no país de forma sustentável e lucrativa.

Palavras-chave: Visão Computacional; Segurança do Trabalho; Monitoramento em Tempo Real.