



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
GABINETE DO REITOR
Avenida Fernando Machado, 108-E, Centro, Chapecó-SC, CEP 89802-112, 49 2049-3700
dir.dpe@uffs.edu.br

ANEXO I

FORMULÁRIO ÚNICO DE PROPOSTA (FUP)

SUBPROJETO

1 Descrição

Título do subprojeto: Desenvolvimento de um assistente virtual para segurança e saúde no trabalho, apoiado por Inteligência Artificial	
Grande área do Conhecimento do CNPq (nome e código): 10000003 – Ciências Exatas e da Terra	Área do Conhecimento (nome e código): 10300007 – Ciência da Computação
Subárea do Conhecimento (nome e código): 10304002 – Sistema de Computação	Especialidade (nome e código), quando houver: 10304045 - Teleinformática

2 Apresentação do subprojeto

Resumo (Texto limitado em 450 palavras)

Recursos com Inteligência Artificial já estão presentes no nosso cotidiano em máquinas de busca na internet, em sites de comércio eletrônico, em automóveis autônomos, entre outros. No âmbito da segurança do trabalho e saúde, alguns esforços também tem sido empregados para reduzir o risco de acidentes ou afastamentos. Neste projeto pretendemos implementar um assistente virtual inteligente, que apoiará, usando aprendizagem profunda, um eletricista na execução de tarefas do setor elétrico, como por exemplo a instalação do sistema de aterramento temporário. Através de uma câmera de vídeo, o sistema identificará se o eletricista está executando a tarefa na ordem correta. Caso uma etapa não seja realizada, o sistema emitirá um alerta, indicando a etapa a ser realizada.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
GABINETE DO REITOR

Avenida Fernando Machado, 108-E, Centro, Chapecó-SC, CEP 89802-112, 49 2049-3700
dir.dpe@uffs.edu.br

Palavras-chave (de 03 a 05 palavras): detecção de imagens, aprendizagem profunda, aprendizagem supervisionada.

1 Introdução/Justificativa (Texto limitado em até 03 pág.)

Algumas tarefas na indústria são associadas a riscos que podem trazer perdas irreversíveis aos trabalhadores. Segundo o Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho – AEAT [1], em 2017 ocorreram 549.405 acidentes de trabalho no Brasil. A construção civil registrou 5,46% de todos os casos, equivalente a 30.025 acidentes. O número de afastamentos do emprego por mais de 15 dias por conta das atividades profissionais no Brasil foi de 14.782.

Neste período, de todas as atividades econômicas do Brasil, seis foram responsáveis por cerca de 25% do total de acidentes do trabalho. São elas: Atividades de atendimento hospitalar, Comércio varejista de mercadorias em geral, Administração pública em geral, Atividades de correio, Transporte rodoviário de cargas e construção de edifícios.

Em termos financeiros, segundo o diretor do Sindicato Nacional dos Auditores Fiscais do Trabalho (Sinait) Francisco Luis Lima, em entrevista à Agência Senado [2], 4% de todo o Produto Interno Bruto (PIB) mundial é perdido em acidentes de trabalho. Esse custo no Brasil chega a cerca de R\$ 200 bilhões por ano.

Considerando apenas o setor de energia elétrica, o extrato de interesse deste projeto, podemos observar no gráfico 1 que, nos últimos dez anos, foram registrados 11.862 (onze mil, oitocentos e sessenta e dois), segundo os dados da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL[3]. Ainda, observa-se que aconteceram mais de um mil acidentes em cada ano, apesar da publicação de normas regulamentadoras, da criação de programas de capacitação nas concessionárias e empreiteiras.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
GABINETE DO REITOR

Avenida Fernando Machado, 108-E, Centro, Chapecó-SC, CEP 89802-112, 49 2049-3700
dir.dpe@uffs.edu.br

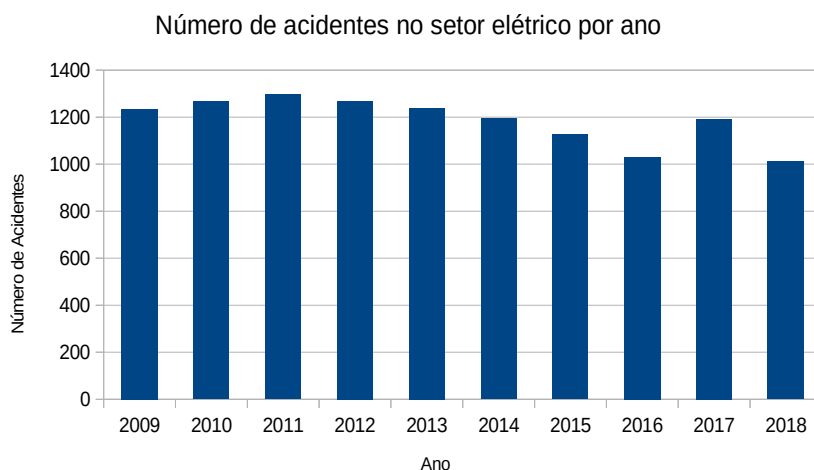


Gráfico 1: Número de acidentes no setor elétrico por ano. Fonte: Adaptado de ANEEL[3]

Na concessionária Celesc – Centrais Elétricas de Santa Catarina, o seu setor jurídico reporta para cada acidente com sequelas graves, resulta indenizações que variam de um a dois milhões de reais. Além do impacto social na vida do trabalhador acidentado e sua família, do impacto financeiro para a empresa responsável, em certos casos, pode haver impactos consideráveis em muitos usuários do sistema elétrico. Por exemplo, em 2004, um erro técnico deixou cerca de 135 mil unidades consumidoras de Florianópolis sem energia por 53 horas.

Para executar as atividades do setor elétrico com segurança, é necessário um planejamento cuidadoso e, seguir as normas regulamentadoras, além de usar equipamentos de proteção individual e coletiva e ferramentas adequadas.

Neste contexto, acreditamos que podemos contribuir para a redução do risco e do número de acidentes e erros técnicos através de soluções de tecnologias aplicadas no ambiente de trabalho. Pretendemos abordar o problema com técnicas de aprendizagem profunda (*Deep Learning*) para visão computacional. Essas técnicas já são aplicadas no desenvolvimento de sistemas para veículos autônomos, entre outros. Considerando que esses veículos “enxergam” objetos ao seu redor e organizam as informações para executar adequadamente suas funções,



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
GABINETE DO REITOR

Avenida Fernando Machado, 108-E, Centro, Chapecó-SC, CEP 89802-112, 49 2049-3700
dir.dpe@uffs.edu.br

percebemos uma analogia ao sistema que pretendemos implementar. Ou seja, uma câmera de vídeo vai “enxergar” o que o eletricitista estiver fazendo e auxiliá-lo a proceder a atividade corretamente.

2 Objetivos

1 Geral

Implementar um assistente virtual, capaz de apoiar um eletricitista a executar uma atividade na sequência correta, obedecendo as normas regulamentadoras aplicáveis.

2 Específicos

- Implementar um sistema de visão computacional que, dada uma demanda de atividade, instrua/acompanhe um eletricitista na realização, reconhecendo a etapa atual e indicando a próxima etapa a realizar;
- Abordar o problema com técnicas de aprendizagem profunda (*Deep Learning*), com classificação por aprendizagem supervisionada;
- Publicar um artigo em periódico ou conferência com Qualis Capes.

3 Revisão de literatura (Texto limitado em até 03 pág.)

Como trabalhos que guardam semelhança ao que estamos propondo nesta pesquisa, podemos citar o projeto P&D ANEEL número 5697-0514/2014, intitulado “Monitoramento Digital em Tempo Real de Aspectos Operacionais, de Qualidade e de Segurança do Trabalho em Serviços da Distribuição da Energia Elétrica”, produzimos uma plataforma que possibilita o registro de inspeções de atividades desenvolvidas em campo, em redes energizadas e desenergizadas no sistema elétrico de potência.

A plataforma é composta por gravadores e câmeras de vídeo embarcadas nos



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
GABINETE DO REITOR

Avenida Fernando Machado, 108-E, Centro, Chapecó-SC, CEP 89802-112, 49 2049-3700
dir.dpe@uffs.edu.br

veículos para a aquisição e armazenamento de vídeos; um software para registro de conformidades e não conformidades, softwares para gestão dos gravadores e câmeras, para a catalogação de vídeos e detecção automática de pontos de interesse. A plataforma possibilita a captação de imagens para as áreas operacionais e de segurança do trabalho de modo a atender aos requisitos da NR-10 e da NR-35 quando à supervisão e análise prévia da atividade.

Nesse trabalho, utilizamos recursos de visão computacional para a detecção de pontos de interesse em vídeos. Após a aplicação de marcadores visuais (tags) em elementos de interesse os arquivos são processados em um servidor de aplicações, e são posteriormente acessíveis para a comprovação do uso de equipamentos. Foram utilizados marcadores do tipo AprilTags [5], que são códigos conceitualmente similares ao QR-Code, invariantes à translação, rotação, escala, deformação e luminosidade. Como pode ser visto no gráfico 5, o elemento de interesse (neste caso a vara de manobra com um detector de tensão) recebe uma tag que é detectada pelo sistema para comprovação do uso do aparelho.



Gráfico 2: Detecção de tags por visão computacional.

Parte deste trabalho foi publicado no Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, em 2018 [4], e obteve o prêmio de melhor artigo sobre inovação no setor elétrico.

Outros esforços no âmbito da segurança do trabalho foram empregados em projetos como. Em [6] os autores apresentam os resultados de um projeto voltado ao vídeo-



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
GABINETE DO REITOR

Avenida Fernando Machado, 108-E, Centro, Chapecó-SC, CEP 89802-112, 49 2049-3700
dir.dpe@uffs.edu.br

monitoramento de equipamentos em subestações. O objetivo era acompanhar o funcionamento de chaves seccionadoras de uma subestação da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista - CTEEP, por apresentarem elevada taxa de falhas durante as manobras.

Um projeto proposto pela Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG intitulado "Desenvolvimento de Sistema Inteligente de Vídeo-Monitoramento de Subestações para Operação e Segurança Patrimonial" foi executado a partir do ano de 2006, tendo como objetivo desenvolver uma ferramenta inovadora para vídeo monitoramento de equipamentos de subestações, integrado a um sistema já existente da CEMIG, para fins de operação e segurança patrimonial. Atualmente o sistema é um protótipo com duas câmeras que conta com tratamento avançado de imagens, usando recursos de geometria tridimensional, correspondência de descritores pré-calibrados e transformada de Hough para a estimação do estado das chaves seccionadoras [7].

No Seminário Nacional de Segurança e Saúde no Setor Elétrico Brasileiro - SENSE 2013, foi apresentado um projeto pela Endesa Brasil, intitulado "Monitoria Veicular, um Novo Modelo de Gestão dos Riscos e Supervisão" [8], que teve entre seus objetivos a análise do comportamento durante o trabalho para facilitar investigações de acidentes. Veículos são equipados com câmeras para captação e armazenamento dos vídeos para futura inspeção, por amostragem, por uma equipe de supervisores.

No entanto, essas iniciativas fazem uso de soluções que demandam intervenção humana para a coleta de resultados e adaptações (ex. a fixação da tag) nas ferramentas para que o sistema os detecte.

A visão computacional já está sendo usada em nosso cotidiano para conduzir vários tipos de tarefas, incluindo identificar doenças médicas em raios-x, identificar produtos e onde comprá-los, anúncios dentro de imagens editoriais, entre outros. Mostra-se, portanto, como um recurso a ser explorado no campo da segurança e saúde do trabalho.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
GABINETE DO REITOR

Avenida Fernando Machado, 108-E, Centro, Chapecó-SC, CEP 89802-112, 49 2049-3700
dir.dpe@uffs.edu.br

No espaço dos assistentes virtuais, a Inteligência Artificial está presente em várias ferramentas já disponíveis no mercado. Por exemplo, a assistente Voicea, uma EVA (*Enterprise Voice Assistant*)[9] desenvolvida para atuar como assistente em reuniões. O objetivo é que ela receba comandos de voz para criar lembretes, tome notas da reunião e operacionalize ações de calendário posteriores à reunião.

Estes trabalhos revelam que a demanda por assistentes virtuais, apoiados por inteligência artificial é atual e merecem novos esforços de pesquisa a fim de evoluir o estado da arte.

4 Material e Métodos/Metodologia (Descrição detalhada)

Uma consulta no buscador Google pela expressão “*Deep learning object detection*” retorna mais de três milhões de resultados, enquanto que a expressão “*Deep learning virtual assistant*” retorna pouco mais de um milhão. Portanto, temos um universo de cerca de quatro milhões de fontes para identificar aplicações destas técnicas.

Inicialmente faremos uma pesquisa por técnicas de aprendizagem profunda, a fim de identificar aquelas aplicáveis ao escopo do projeto. Adicionalmente, a fim de permitir que o sistema “aprenda” com uma base de dados robusta, produziremos milhares de imagens com qualidades distintas, de etapas de uma tarefa do setor elétrico (inicialmente relativa à instalação do sistema de aterramento temporário).

Vencida a etapa acima, identificaremos a arquitetura de redes neurais apropriada para o problema, determinaremos o método de treinamento mais relevante para implementação do modelo de rede neural e seu treinamento.

O desempenho da rede será medido consoante ao número de acertos na detecção de fuga da sequência de etapas e indicação de próxima etapa.

Haverá um período reservado para refatoração e aperfeiçoamento dos sistemas de



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
GABINETE DO REITOR

Avenida Fernando Machado, 108-E, Centro, Chapecó-SC, CEP 89802-112, 49 2049-3700
dir.dpe@uffs.edu.br

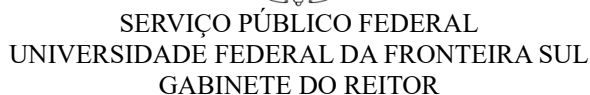
modo a garantir a aplicação de boas práticas de desenvolvimento de sistemas e também para melhorar o desempenho do sistema. Finalmente, relatórios do projeto serão desenvolvidos conforme solicitados pela pró-reitoria de pesquisa e pós-graduação e artigos serão redigidos de acordo com a obtenção de resultados.

5 Resultados Esperados (Texto limitado em até 300 palavras)

1. A formação de recursos humanos: um estudante de iniciação científica.
2. A implementação de um assistente virtual com Inteligência Artificial funcional.
3. A produção de, pelo menos um, artigo para publicação em periódico ou evento com Qualis.

6 Referências

- [1] BRASIL. **Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho**: AEAT 2017 / Ministério da Fazenda, et al. ISSN 1676-9694, Brasília : MF, 2017. 996 p.
- [2] Redação RBA. **Acidentes de Trabalho no mundo: números piores que os de qualquer guerra**. <https://www.redebrasilatual.com.br/trabalho/2018/04/acidentes-de-trabalho-no-mundo-numeros-piores-que-os-de-qualquer-guerra>. Acesso em 31/05/2019.
- [3] ANEEL. **Indicadores de Segurança no Trabalho e Instalações**. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/IndicadoresSegurancaTrabalho/pesquisaGeral.cfm>, Acesso em 20/05/2019.
- [4] PAVAN, C.; et al. **Segurança de Serviços da Distribuição de Energia Elétrica apoiada por Inteligência Artificial**. XXIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica, 2018, Fortaleza.
- [5] AprilTag. (2016). **April Robotics Laboratory**. Acesso 20/05/2019, disponível em



april.eecs.umich.edu: <https://april.eecs.umich.edu/software/apriltag.html>

- ## 7 Cronograma de desenvolvimento do subprojeto

[illegible]



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
GABINETE DO REITOR

Avenida Fernando Machado, 108-E, Centro, Chapecó-SC, CEP 89802-112, 49 2049-3700
dir.dpe@uffs.edu.br

Implementar o sistema de detecção da tarefa (imagem com etapa cumprida), e indicação de próxima tarefa.			X	X	X	X	X	X	X			
Medir o desempenho da rede Deep learning (em número de acertos nas indicações de tarefas)								X	X			
Refatoração e aperfeiçoamento nos sistemas para otimizar desempenho								X	X	X		
Redigir artigos									X	X	X	X
Redigir Relatório Final									X	X	X	X