

DIGITALIZAÇÃO PARA A GESTÃO DAS INFORMAÇÕES E CONTROLE DAS ATIVIDADES DE ELETRICISTAS DE LINHA VIVA NA CEMIG



DIGITALIZATION FOR MANAGING INFORMATION AND CONTROLLING
THE ACTIVITIES OF LIVE LINE ELECTRICIANS AT CEMIG



Este trabalho está licenciado sob uma Licença
Creative Commons Atribuição-NãoComercial-
SemDerivações 4.0 Internacional.

DOI: [10.70493/cod31.v4i1.10724](https://doi.org/10.70493/cod31.v4i1.10724)

Data de Submissão: 20/09/2025
Data de Aprovação: 09/04/2026

Alexandre Pinto da Silva¹

a1463@fumec.br

RESUMO

Os acidentes de trabalho representam um problema não só no Brasil, como também em todo o mundo. A Organização Internacional do Trabalho (OIT) estima que 2 milhões de pessoas morrem no mundo a cada ano de causas relacionadas ao trabalho. No Brasil no ano de 2024 houve 2.354 acidentes envolvendo eletricidade com 840 mortes. Na Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) no ano de 2024, foram registradas 544 não conformidades em 885 inspeções de segurança nas equipes de baixa tensão em atividades com eletricidade, podendo estas não conformidades serem as causas de acidentes do trabalho. Neste contexto a inserção da tecnologia, em especial a inteligência artificial, juntamente com a gestão das informações geradas nas atividades se tornam fatores preventivos extremamente importantes. O objetivo desta pesquisa é analisar os processos e atividades de manutenção realizados pelos eletricitistas de Linha Viva na CEMIG, propondo uma ferramenta, baseada em inteligência artificial, que monitore e registre as informações geradas. Espera-se que os dados coletados gerados nas atividades de Linha Viva sejam melhores geridos com o uso da ferramenta, tornando as atividades mais seguras. Como proposta de continuidade, recomenda-se aplicar a ferramenta a todas as equipes do setor elétrico, com as adaptações necessárias.

Palavras-chave: gestão das informações; digitalização; segurança do trabalho; inteligência artificial.

ABSTRACT

Workplace accidents are a problem not only in Brazil but also worldwide. The International Labour Organization (ILO) estimates that 2 million people die each year from work-related causes. In Brazil, in 2024, there were 2,354 accidents involving electricity, resulting in 840 deaths. At the Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), in 2024, 544 nonconformities were recorded during 885 safety inspections of low-voltage teams working with electricity, and these nonconformities may be the causes of occupational accidents. In this context, the integration of technology, particularly artificial intelligence, together with the management of information generated during activities, becomes an extremely important preventive factor. The objective of this research is to analyze the maintenance processes and activities carried out by Live-Line electricians at CEMIG, proposing a tool based on artificial intelligence that monitors and records the generated information. It is expected that the data collected from Live-Line activities will be better managed through the use of the tool, making the activities safer. As a proposal for continuity, it is recommended to apply the tool to all teams in the electric power sector, with the necessary adaptations.

Keywords: information management; digitalization; occupational safety; artificial intelligence.

1 INTRODUÇÃO

A importância da informação no ambiente organizacional tem sido amplamente discutida por teóricos e profissionais. Encarada como recurso estratégico, passou a ocupar papel central nas empresas, exigindo múltiplos níveis de análise (Souto, 2014). Essa visão levou à criação de estruturas formais para gerenciar recursos informacionais, com foco em apoiar decisões estratégicas e gerar vantagem competitiva (Tarapanoff, 2006).

Existe no mundo contemporâneo uma discussão de teóricos e profissionais que usam e estudam os fenômenos relacionados à informação e sua importância no mundo organizacional. Para que uma informação seja considerada eficaz, ela necessita ser administrada e gerenciada (Calazans, 2006, p. 70). A informação, encarada como recurso, passou a ser considerada um elemento chave dentro das organizações, exigindo diferentes níveis de análise (Souto, 2014). A gestão da informação pode ser definida como o processo de coleta, organização, armazenamento e disseminação de informações relevantes para apoiar as atividades e tomadas de decisão de uma organização (Laudon; Laudon, 2016).

Para Choo (2003), se uma organização não tem uma clara compreensão dos seus processos, tanto organizacionais quanto humanos, onde a informação se transforma em percepção, conhecimento e ação, as empresas não são capazes de perceber a importância de suas fontes e tecnologias de informação. Foldoc (2014), afirma que as tecnologias da informação e comunicação podem ser consideradas como todos os meios técnicos que são usados para tratar a informação e auxiliar na comunicação.

Neste contexto, existe no setor industrial um problema, no qual para enfrentá-lo, é necessário ser feito um trabalho de gestão das informações, buscando a melhoria do processo referente aos

acidentes do trabalho. Segundo o Anuário Estatístico da Previdência Social, na década de 70 o Brasil chegou a ter registrado aproximadamente 1.500.000 acidentes de trabalho por ano. Com a modernização das normativas e o desenvolvimento de equipamentos de proteção mais seguros, a média de acidentes de 2010 a 2019 ficou em torno de 650.000 (AEPS, 2022).

Com este cenário, a tecnologia possui um grande campo de atuação para a prevenção dos acidentes de trabalho. Como exemplo, pode ser citada a inteligência artificial, que utiliza bases de dados para calcular a probabilidade de eventos ocorrerem (Kaufman, 2022, p. 9).

No setor elétrico, as atividades são executadas, em sua maioria, com os equipamentos desenergizados, pois de acordo com a NR nº 10, os equipamentos que irão sofrer intervenção devem estar seccionados, impedidos de reenergização, constatação de ausência de tensão, instalação de aterramentos temporários, proteção de elementos energizados dentro da Zona Controlada e instalação de sinalização (Brasil, 2019). No entanto, nem sempre é possível desligar alguns equipamentos, instalações ou circuitos para manutenção, sendo necessária a execução da atividade com os equipamentos energizados, onde os consumidores não são interrompidos. No caso de trabalho em circuitos urbanos, nas redes de distribuição, é utilizado o método de trabalho em Linha Viva (LV), onde todo o circuito permanece ligado durante a execução da atividade, sendo o risco de choque elétrico um fator que merece extremo controle.

Nas atividades de LV são geradas diversas informações que necessitam ser processadas e acessadas por todos os usuários de uma forma objetiva e rápida, estando disponível a todo tempo. A tecnologia é incorporada ao processo com o propósito de apoiar os trabalhadores na execução de suas atividades.

No setor elétrico, especialmente nas concessionárias de energia, a gestão da informação é essencial para a segurança do trabalho. Nas atividades de LV, que envolvem redes energizadas, o risco de choque elétrico é elevado. Por isso, o planejamento, a execução e a análise pós-tarefa geram informações críticas que exigem gestão eficiente para prevenir não conformidades e por consequência os acidentes de trabalho.

Na Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) no ano de 2024, foram registradas 544 não conformidades em 885 inspeções de segurança nas equipes de baixa tensão em atividades com eletricidade. Os registros, feitos digitalmente via aplicativo ClickSegurança, incluem falhas como o não uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) ou o não cumprimento de algum procedimento de segurança na execução das atividades. No entanto, ainda há limitações na consolidação e análise estratégica dessas informações.

Uma alternativa para aprimorar esse processo é a adoção de tecnologias da Indústria 4.0, como inteligência artificial (IA) e automação, que têm potencial para otimizar a gestão das informações e tornar os processos mais ágeis e eficientes (Portal da Indústria, 2022).

Há bastante tempo a inteligência artificial não faz mais parte somente de cenários de ficção científica ou deixou pra trás a ideia de ter apenas um item entre tantos outros na pauta da curiosidade midiática. Atualmente, suas aplicações e implicações são inúmeras, e ainda que nem tão espetaculares, os avanços na área de IA estão cada dia mais presentes, seja na indústria, na educação, nas finanças, na medicina (Revista USP, 2020).

De acordo com Luger (2013), a IA pode ser definida como o ramo da ciência da computação que se ocupa da automação do comportamento inteligente. McCarthy (1963), afirma que a IA é um ramo da ciência da computação que, por meio da

elaboração de sistemas, simula a capacidade do ser humano de raciocinar, perceber, resolver problemas e tomar decisões.

Mesmo com todos os controles de segurança existentes nos ambientes de trabalho, o ser humano é passível de erro, pois a segurança do trabalho, muitas vezes, depende apenas da memória e *expertise* do trabalhador. Em grande parte das situações, os fatores identificados como mais importantes nas conclusões das análises de acidentes possuem relação direta com o comportamento dos trabalhadores, em especial, ações ou omissões situadas pouco antes do desfecho do acidente (Almeida; Jackson Filho, 2007).

A análise e consistência de dados para a prevenção de acidentes de trabalho é uma tarefa bastante desafiadora, principalmente para pesquisadores e profissionais de segurança do trabalho. Embora nos últimos anos tenha havido um aumento significativo no número de pesquisas que utilizam a visão computacional e a inteligência artificial para a prevenção de acidentes, o campo ainda é vasto e proporciona diversas oportunidades para a implantação dessas tecnologias, de forma a tornar a realização de atividades mais seguras. As pesquisas em geral, enfatizam a melhoria da produtividade e redução de custos, o uso racional de energia, a preservação do meio ambiente, entre outras áreas, dando menos destaque às melhorias na segurança do trabalho na realização das atividades nas empresas.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa é analisar os processos e atividades de manutenção realizados pelos eletricitistas de LV na CEMIG, propondo uma ferramenta, baseada em inteligência artificial, que monitore e registre as informações geradas. De forma sistemática, as informações geradas nas atividades executadas nas redes de distribuição de energia elétrica da empresa são aprimoradas e melhor gerenciadas.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa é aplicada, pois visa gerar conhecimentos para resolver problemas práticos (Gil, 1994). Quanto à abordagem, é qualitativa, buscando captar percepções e analisar impactos das tecnologias nas relações humanas (Lacerda; Costenaro, 2015).

Em relação aos objetivos, caracteriza-se como observação participante, com contato direto e prolongado do pesquisador com os atores sociais no contexto cultural (Correia, 2009). Quanto aos procedimentos técnicos, esta pesquisa é classificada como bibliográfica, documental e de estudo de caso.

2.1 Perfil da empresa e da área estudada

A Companhia Energética de Minas Gerais, fundada em 1952, é uma concessionária que atua na geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia. Em Minas Gerais, atende mais de 9 milhões de consumidores em 774 municípios. Esta pesquisa foi realizada na Superintendência de Serviços Comerciais, Emergenciais e Manutenção da Distribuição, responsável pelos serviços em média e baixa tensão, incluindo LV.

2.2 Etapas do processo atual

1. Atualmente o processo de planejamento e execução das atividades executadas em LV é composto por três etapas, a saber:
2. Pré-serviço: vistorias nas redes de distribuição da CEMIG para identificar e registrar falhas que exigem intervenção;
3. Análises de Riscos: Dividida em três etapas: Análise Preliminar (antes), Controle de Riscos (durante) e Pós-Tarefa (depois). Apesar da digitalização via sistema ClickSegurança,

ainda há dificuldades no acesso rápido às informações, o que pode comprometer a análise dentro do prazo;

4. Execução da atividade: durante a atividade em LV, o encarregado monitora continuamente os eletricitas, interrompendo a tarefa ao identificar desvios. No entanto, como essas não conformidades são corrigidas no momento e não são registradas formalmente, há perda de histórico, dificultando a análise posterior e a prevenção junto a outras equipes.

2.3 Pesquisa Documental

Para compreender os processos e fluxos de informação da atividade em LV, foi realizada uma pesquisa documental na CEMIG, no período de 01/01/2024 a 31/12/2024.

Desde 2020, os registros de não conformidades passaram a ser feitos exclusivamente via o sistema ClickSegurança, digitalizando totalmente o processo. No entanto, ainda há oportunidades de aprimorar a gestão e o uso estratégico dessas informações.

3 RESULTADOS

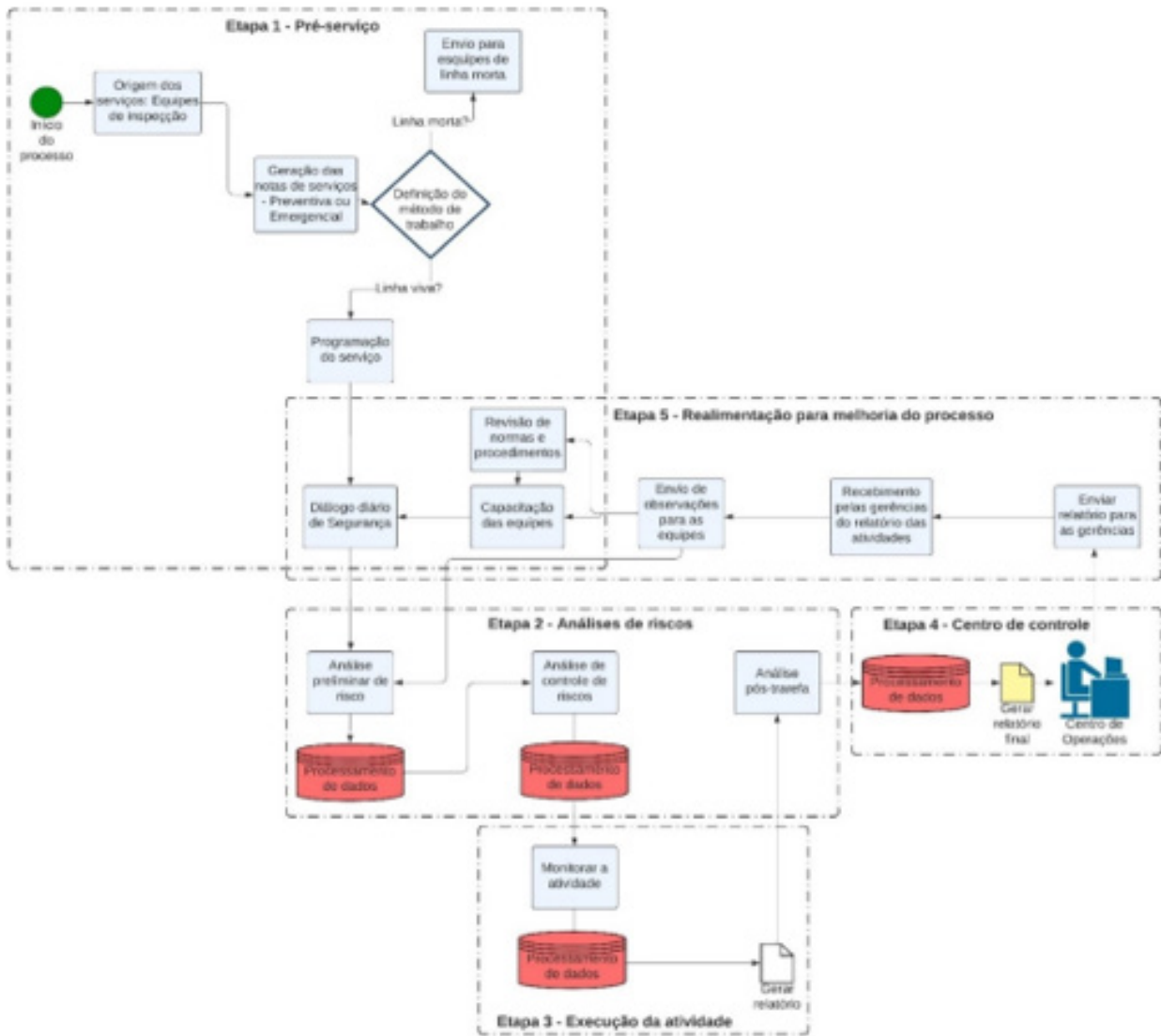
Neste capítulo são descritos os requisitos básicos para a gestão das informações geradas nas atividades de LV, usando inteligência artificial.

3.1 Especificação de *framework* e concepção da ferramenta

Após a análise dos processos e principais gargalos, optou-se pelo desenvolvimento de uma ferramenta para apoiar eletricitas e gestores no monitoramento e geração de informações no Sistema Elétrico de Potência (SEP). As etapas e

melhorias previstas foram organizadas em um *framework* baseado na metodologia *Design Science Research* (Hevner et al., 2004).

Figura 1 – Visão sistemática do *framework* onde está inserida a ferramenta



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A concepção da ferramenta foi viabilizada por um projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, financiado pela ANEEL e desenvolvido pela CEMIG em parceria com a empresa Pix Force. Iniciado em 2023, com término previsto para 2025, o projeto utiliza visão computacional e IA para monitorar em tempo real as atividades operacionais por meio de câmeras. A seguir, um resumo das etapas do *framework*, incluindo duas novas fases voltadas à gestão das informações.

Etapa 1: Pré-serviço

Esta etapa manteve-se inalterada. As equipes de inspeção continuam realizando vistorias nas redes da CEMIG e, ao identificar inconformidades, emitem notas de serviço cadastradas no sistema como emergenciais (ações imediatas) ou preventivas (execução programada).

Etapa 2: Análise de riscos

Nesta etapa, realiza-se a Análise Preliminar de Riscos (APR) antes da saída da equipe, ainda possível via formulário impresso ou aplicativo, sendo incentivado o uso exclusivo do digital. Como melhoria, propôs-se a verificação da aptidão da equipe por reconhecimento facial com apoio de inteligência artificial, via aplicativo no celular do supervisor.

Figura 2 - Reconhecimento facial do eletricitista



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Etapa 3: Execução da atividade

Nesta etapa, o processo foi significativamente aprimorado com o uso de câmeras equipadas com inteligência artificial e visão computacional, que monitoram em tempo real as ações dos eletricitistas. Qualquer desvio identificado gera um alerta imediato, exigindo a paralisação da atividade até a correção. Ao final, um relatório é gerado e analisado em reunião pós-tarefa, com os desvios registrados e integrados ao sistema de gestão para ações corretivas e preventivas, sendo também compartilhados com outras equipes.

Figura 3 – Proposta de filmagem



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Figura 3 mostra uma atividade de LV sendo executada com câmeras posicionadas para filmagem, incluindo a identificação de possíveis não conformidades. A ferramenta deve interpretar automaticamente situações pré-definidas e alertar a equipe e o supervisor, por meio de sinais sonoro e luminoso, sempre que for constatada alguma inconsistência.

Figura 4 – Estrutura de monitoramento



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Etapa 4: Centro de controle a ser desenvolvido

Concluída a etapa anterior, o relatório com todas as informações da atividade, incluindo a análise pós-tarefa, é enviado ao Centro de Controle de Gestão da Informação. O Centro atua como repositório estratégico, transformando dados em conhecimento para fortalecer a segurança e aprimorar processos, uma estrutura inédita na CEMIG e parte do *framework* proposto nesta pesquisa, com esta estrutura, de *hardware* ainda a ser construída.

Por meio de acesso ao banco de dados, é feita a consistência desses dados, apurando se a análise de risco foi executada, se houve toda identificação dos EPIs necessários, se os equipamentos estão com laudos válidos e se os trabalhadores estão aptos a executar a atividade. Caso haja qualquer inconsistência neste processamento, o encarregado da atividade é informado do fato. É verificado o banco de dados, onde estão os dados dos empregados da CEMIG e do ClickSegurança, onde é registrada toda a análise de risco.

A inteligência artificial deve ser preparada para a aprendizagem contínua, utilizando bases de treinamento realizados pela própria equipe de especialistas do setor elétrico da empresa. Os dados serão coletados por meio de *hardware* de captura de imagens que ficam disponíveis nos veículos. O sistema de captura de imagens será composto por câmeras com sensores de captura. A análise de dados será feita por meio de *software* de interpretação automática de imagens, baseado em IA. O sistema deverá monitorar em tempo real o uso de EPIs em atividades de campo e realizar auditoria de comportamentos de eletricitistas em atividades de manutenção em LV.

Expandindo um pouco mais como proposta para o funcionamento da ferramenta, esta deve monitorar e analisar as imagens geradas, mantendo inclusive um histórico de dados que poderá

ser auditado a qualquer tempo, validando permissões, proibições e alertas que devam ser emitidos.

Etapa 5: Realimentação para melhoria do processo

Esta etapa promove a melhoria contínua das atividades em LV por meio da gestão eficiente das informações coletadas. Os relatórios são enviados por e-mail às gerências, que repassam as observações aos supervisores para orientar as equipes sobre os pontos a melhorar. Essas melhorias identificadas serão usadas para otimizar a capacitação das equipes, além de indicarem a necessidade de revisão de normas e procedimentos, que também servirão de subsídios para a capacitação das equipes.

Todas as informações ficam disponíveis em plataforma *web*, permitindo acesso e geração de relatórios centralizados. O relatório consolidado facilita a disseminação do conhecimento, promovendo aprendizado contínuo e decisões mais ágeis, seguras e alinhadas à melhoria da segurança no trabalho dos eletricitistas de LV.

4 DISCUSSÃO

Esta pesquisa inicia um estudo com potencial para aplicação em qualquer equipe do SEP e em outros contextos. Iniciou-se a pesquisa nas atividades de LV por estas serem extremamente estandarizadas, com rigorosos padrões de segurança, que para a aplicação de uma tecnologia utilizando IA, torna-se mais aderente.

As tendências, como demonstrado, são promissoras, mas as aplicações dedicadas ainda tem muito a evoluir na área preventiva. Possivelmente se tornarão cada dia mais capazes, mas os limites para essa capacidade de aprendizado ainda são uma incógnita. Conectar a área de pesquisa com

a indústria, em especial ao setor elétrico, visando o desenvolvimento de um novo processo, bem como de ferramentas práticas, nem sempre é uma tarefa fácil. Pelo contrário, é desafiador, porém gratificante.

Com a ferramenta em pleno funcionamento, espera-se haja o registro em tempo real de uma não conformidade, podendo esta ser tratada e se evitar um acidente, e posteriormente compor um banco de dados para tratamento na gestão das informações, podendo ser dada a abrangência para as demais equipes.

Espera-se que a ferramenta reduza em até 50% as não conformidades em Linhas Vivas. Considerando 61.834 não conformidades registradas na CEMIG em 2024 em todas as atividades executadas, a ferramenta poderia eliminar cerca de 30.900 ocorrências. Atualmente, está em testes de campo para futura implantação em larga escala.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa propôs uma ferramenta baseada em visão computacional e inteligência artificial para monitorar e coletar dados das atividades em LV na CEMIG, focando na melhoria da gestão das informações geradas. A solução reconhece padrões das operações, registra e armazena não conformidades, contribuindo para a prevenção de falhas desde o planejamento até o tratamento das não conformidades geradas. Os dados serão armazenados em um sistema a ser construído, com uma estrutura de *hardware* compondo o Centro de Controle.

Os objetivos foram alcançados, detalhando o processo, procedimentos de proteção e propondo uma ferramenta para melhor gestão das informações. Como limitação, destaca-se a falta de estudos que integrem IA à segurança no setor elétrico, especialmente em Sistemas Elétricos de Potência. Como sugestão, recomenda-se aplicar a ferramenta a todas as equipes do setor elétrico, com as adaptações necessárias.

REFERÊNCIAS

- A**EPS - ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Anuário estatístico da Previdência Social**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/dados-estatisticos-previdencia-social-e-inss>. Acesso em: 30 mar. 2025.
- ALMEIDA, I. M.; JACKSON FILHO, J. M.** Acidentes e sua prevenção. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 32, n. 115, p. 7-18, 2007.
- BRASIL.** Ministério do Trabalho e Previdência. **NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasília: Ministério do Trabalho e Previdência, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-10.pdf>. Acesso em: 20 set. 2025.
- CALAZANS, Angélica Toffano Seidel.** Conceitos e uso da informação organizacional e informação estratégica. **Revista Transinformação**, Campinas, v. 18, n.1, p. 63-70, jan./abr. 2006.
- CHOO, Chun Wei.** **A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, constituir conhecimento e tomar decisões**. São Paulo: Editora SENAC, 2003.
- CORREIA, Maria da Conceição Batista.** A observação participante enquanto técnica de investigação. **Pensar Enfermagem | Journal of Nursing**, v. 13, n. 2, p. 30-36, 2009.
- FOLDOC - Free Online Dictionary of Computing.** 2014. Disponível em: <http://foldoc.org>. Acesso em: 10 jul. 2022.
- GIL, A. C.** **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- HEVNER, A.; MARCH, S.; PARK, J.; RAM, S.** Design science in information systems research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, 2004.
- KAUFMAN, Dora.** **Desmistificando a inteligência artificial**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2022.
- LACERDA, M. R.; COSTENARO, R. G. S.** (org.). **Metodologias da pesquisa para a enfermagem e saúde: da teoria à prática**. Porto Alegre: Moriá, 2015.
- LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P.** **Management information systems: managing**

the digital firm. 14. ed. Nova York: Pearson, 2016.

LUGER, George F. Inteligência artificial.

Tradução: Daniel Vieira. 6. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013. p. 01.

McCarthy, J. Programs with common

sense. 1963.

PORTAL DA INDÚSTRIA. Indústria 4.0.

2022. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/#o-que-e>. Acesso em: 6 abr. 2025.

SOUTO, L. F. Gestão da informação e do

conhecimento: práticas e reflexões. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

TARAPANOFF, Kira (org.). Inteligência,

informação e conhecimento. Brasília: IBICT, UNESCO, 2006.

USP: Universidade de São Paulo. Dossiê

inteligência artificial. Revista USP, n. 124, p. 5, 2020.

NOTAS

Conflito de interesse: Não há conflito de interesses.

Contribuição dos autores: Todas as contribuições foram minhas.

Informar se a publicação é oriunda de uma dissertação ou tese: Este artigo é oriundo da Tese - PROPOSTA DE UM *FRAMEWORK* PARA MONITORAMENTO DAS ATIVIDADES DE ELETRICISTAS DE LINHA VIVA: UM ESTUDO DE CASO NA CEMIG

Aprovação Ética: NA

Agradecimentos: Esta pesquisa faz parte do PDI 04950-0661/2022 - Sistema Integrado de Visão Computacional para Proteção à Receita e Segurança do Trabalho financiado pela ANEEL, desenvolvido pela CEMIG.