

**ENGENHARIA DE
SEGURANÇA APLICADA À
ENGENHARIA ELÉTRICA:
PROCEDIMENTO
OPERACIONAL PARA
GESTÃO DO PRONTUÁRIO
DE INSTALAÇÕES
ELÉTRICAS EM UNIDADES
AGROINDUSTRIAIS**

**SAFETY ENGINEERING APPLIED TO ELECTRICAL ENGINEERING:
OPERATIONAL PROCEDURE FOR MANAGING ELECTRICAL INSTALLATION
RECORDS IN AGRO-INDUSTRIAL UNITS**

Engenharias, Ciências Sociais Aplicadas • 16/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/792102496](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/792102496)

Alexandre Bonifácio Campos¹

Aurea Messias de Jesus²

Elivânia Maria Sousa Nascimento³

Ana Paula Santos da Silva⁴

Hazel Ena do Socorro Santos⁵

Alan Kardec Candido dos Reis⁶

RESUMO

O Prontuário de Instalações Elétricas, conhecido pela sigla PIE, é uma exigência da Norma Regulamentadora NR-10 para todas as instalações com carga instalada acima de 75 kW. Em instalações agroindustriais, marcadas por sistemas distribuídos e forte sazonalidade, esse conjunto de documentos tem papel decisivo na segurança das intervenções elétricas. Na prática, porém, observa-se que o PIE costuma ser tratado como um arquivo estático, raramente atualizado, o que compromete sua função legal e técnica. Diante disso, este trabalho teve como objetivo elaborar um Procedimento Operacional Padrão, o POP, voltado à estruturação e à gestão técnica do PIE. O percurso metodológico foi qualitativo e aplicado, organizado em quatro etapas, a análise das normas, a modelagem dos processos de gestão documental, a compilação do procedimento e a elaboração do artigo. O produto final reúne os requisitos da NR-10, da NBR 5410, da NBR 14039 e da NBR 5419, articulados ao conceito de ciclo de vida dos ativos e aos requisitos das normas de gestão ABNT NBR ISO 9001 e ABNT NBR ISO 55001. Como resultado, obteve-se um procedimento que define a composição do PIE e os fluxos de elaboração, atualização, revisão e tratativa de não conformidades. A aplicabilidade do procedimento foi examinada por meio de uma análise retrospectiva de uma situação real, na qual a falta de atualização documental, após a substituição de um transformador, gerou consequências operacionais, de segurança e de gestão. Conclui-se que a formalização desses processos pode contribuir para reduzir a defasagem entre o prontuário e a realidade das instalações.

Palavras-chave: Prontuário de Instalações Elétricas; NR-10; Procedimento Operacional Padrão; Segurança elétrica; Gestão de ativos.

ABSTRACT

The Electrical Installations Dossier (known by the acronym PIE) is a requirement under Regulatory Standard NR-10 for all installations with an installed load exceeding 75 kW. In agro-industrial facilities—characterized by distributed systems and significant seasonality—this set of documents plays a crucial role in the safety of electrical interventions. In practice, however, the PIE is often treated as a static file that is rarely updated, thereby undermining its legal and technical purpose. Given this context, the objective of this study was to develop a Standard Operating Procedure (SOP) focused on the structuring and technical management of the PIE. The methodological approach was qualitative and applied, organized into four stages: analysis of standards, modeling of document management processes, compilation of the procedure, and drafting of the article. The final product integrates the requirements of NR-10, NBR 5410, NBR 14039, and NBR 5419, aligning them with the asset lifecycle concept and the requirements of management standards ABNT NBR ISO 9001 and ABNT NBR ISO 55001. The result is a procedure that defines the PIE's composition and the workflows for its preparation, updating, and review, as well as the handling of non-conformities. The procedure's applicability was examined through a retrospective analysis of a real-world scenario where a failure to update documentation following a transformer replacement led to operational, safety, and management consequences. It is concluded that formalizing these processes can help reduce the discrepancy between the dossier and the actual state of the installations.

Keywords: Electrical Installations Record; NR-10; Standard Operating Procedure; Electrical Safety; Asset Management.

1. INTRODUÇÃO

A segurança no trabalho com eletricidade é regida, no Brasil, por um conjunto de normas que se complementam. De um lado, estão as Normas Regulamentadoras editadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego e, de outro, as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Entre elas, a NR-10 ocupa posição central, pois define os requisitos mínimos para proteger quem atua em instalações elétricas. Um dos pontos exigidos por essa norma é a constituição e a manutenção do Prontuário de Instalações Elétricas, o PIE, obrigatório para toda empresa cuja carga instalada ultrapasse 75 kW (Brasil, 2004).

Mais do que uma pasta de papéis, o PIE deveria funcionar como a memória técnica das instalações, reunindo projetos, diagramas, laudos e registros que orientam qualquer intervenção (Brasil, 2004). Quando está atualizado, ele permite que o profissional saiba, antes de agir, o que vai encontrar. Quando está desatualizado, acontece o contrário, e a documentação passa a esconder mais do que revela.

As instalações agroindustriais tornam esse problema ainda mais sensível. Elas costumam estar distribuídas por grandes áreas, com subestações em pontos distintos, e convivem com a sazonalidade típica do agronegócio, que alterna períodos de safra e entressafra. Conforme observa Mamede Filho (2017), as instalações elétricas industriais exigem documentação precisa e atualizada, pois qualquer intervenção feita sem o correto entendimento do sistema pode resultar em acidentes. Nesse cenário, ampliações e adaptações são frequentes e, sem um processo definido para registrá-las, a defasagem documental se acumula rapidamente.

Diante desse contexto, o produto final deste trabalho foi a elaboração de um Procedimento Operacional Padrão, o POP,

destinado a estruturar e a gerir o PIE em instalações agroindustriais. O presente artigo tem como propósito descrever como esse procedimento foi construído, apresentando as bases teóricas, as normas consideradas e as decisões metodológicas que levaram à sua forma final.

A escolha do tema decorre de uma constatação prática. Ao longo de catorze anos atuando em manutenção e projetos no setor agroindustrial, o autor observou que o PIE, na maioria das unidades, era elaborado de forma pontual, geralmente para responder a uma fiscalização ou a um acidente, e depois ficava parado, enquanto as instalações continuavam sendo modificadas no dia a dia. Com o tempo, o documento e a realidade seguiam caminhos diferentes, e o prontuário perdia utilidade tanto para a segurança quanto para a gestão.

Essa lacuna entre o que a norma exige e o que se pratica não é apenas uma questão burocrática. Ela tem reflexos diretos na segurança das intervenções, pois um profissional que atua com base em uma documentação desatualizada está exposto a riscos que poderiam ser evitados. Nesse sentido, Niskier e Macintyre (2013) destacam que o diagrama unifilar representa graficamente todo o sistema elétrico, de modo que mantê-lo atualizado é condição básica para a segurança das intervenções. Além disso, a ausência de um PIE íntegro coloca a empresa em situação de vulnerabilidade legal, sujeita às penalidades previstas para o descumprimento da NR-10 (Brasil, 2004).

Justifica-se, portanto, o desenvolvimento de um instrumento que ajude a manter o PIE atualizado e fiel à realidade das instalações, em vez de tratá-lo como um documento estático. O Procedimento

Operacional Padrão mostrou-se a ferramenta adequada para essa finalidade, pois, conforme Kardec e Nascif (2012), procedimentos padronizados descrevem de maneira ordenada as responsabilidades, os fluxos e os critérios de uma atividade, oferecendo a padronização que faltava à gestão do prontuário. Do ponto de vista acadêmico, o trabalho também se justifica por tratar de um tema ainda pouco explorado, a gestão documental elétrica no contexto específico do agronegócio.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo reúne os fundamentos que orientaram a elaboração do procedimento. São abordados o conceito de PIE, o conjunto de normas aplicáveis, as particularidades das instalações agroindustriais, os princípios do Procedimento Operacional Padrão aplicados à gestão de ativos e a relação entre a Engenharia Elétrica e a Engenharia de Segurança do Trabalho.

2.1. O Prontuário de Instalações Elétricas (PIE)

O PIE é definido pela NR-10 como o conjunto de documentos que descrevem as características de uma instalação elétrica. Segundo a norma, ele deve conter, entre outros itens, os esquemas unifilares, os relatórios de inspeção, os laudos técnicos, os procedimentos de trabalho e os registros de treinamento dos profissionais (Brasil, 2004). A ideia central é que esse acervo esteja sempre disponível e atualizado, servindo de referência para quem projeta, opera ou mantém o sistema.

Mamede Filho (2017) lembra que as instalações elétricas industriais exigem documentação precisa, pois qualquer intervenção feita sem o correto entendimento do sistema pode resultar em acidentes

graves. Essa observação ajuda a compreender por que o prontuário não pode ser visto como mera formalidade. Ele é, na prática, um instrumento de segurança.

O diagrama unifilar costuma ser apontado como o documento mais importante do conjunto. Niskier e Macintyre (2013) destacam que ele representa, de forma gráfica, todo o sistema elétrico, indicando as fontes, os circuitos, as proteções e as cargas. Por isso, mantê-lo atualizado é condição básica para a segurança, já que qualquer alteração não registrada pode levar o profissional a subestimar os riscos presentes.

Apesar dessa importância, a manutenção do prontuário atualizado é um desafio recorrente nas empresas. A experiência do autor no setor agroindustrial indica que muitas unidades convivem com prontuários defasados, cujas plantas não refletem as modificações feitas ao longo dos anos. A raiz do problema, na maioria dos casos, não é a falta de conhecimento técnico, mas a ausência de um processo formal que garanta a atualização permanente dos documentos.

2.2. Arcabouço Normativo Aplicável

A elaboração do POP partiu da leitura atenta das normas que estruturam a documentação elétrica e a gestão de uma instalação agroindustrial. Quatro normas técnicas definem os requisitos das instalações, e duas normas de gestão oferecem a estrutura para organizar o procedimento. Cada uma delas é apresentada a seguir. Cabe esclarecer, desde já, uma distinção que orienta todo o trabalho. Em alguns pontos, o texto reproduz uma exigência expressa em norma, e nesses casos a fonte é citada de forma direta. Em outros, o

texto apresenta uma interpretação do autor sobre como atender a essa exigência, ou uma decisão de projeto tomada na construção do procedimento. Essa diferença é assinalada ao longo da exposição, para que o leitor identifique com clareza o que decorre da norma e o que constitui contribuição autoral.

2.3. Nr 10

A Norma Regulamentadora NR-10, instituída pela Portaria GM n.º 3.214/1978 e amplamente revisada pela Portaria SIT n.º 598/2018, estabelece a obrigatoriedade do PIE e descreve os documentos que ele deve conter. Além disso, ela impõe princípios que orientam toda intervenção elétrica, como a prioridade da desenergização, o uso de medidas de proteção coletiva e a exigência de qualificação dos trabalhadores (Brasil, 2004). Para instalações de média e alta tensão, comuns nas unidades agroindustriais de maior porte, a norma acrescenta requisitos relacionados a estudos de curto-circuito e de arco elétrico, cuja documentação também integra o prontuário.

2.4. ABNT Nbr 5410

A norma ABNT NBR 5410:2004 estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão para garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. Aplica-se a instalações em edificações de quaisquer usos, incluindo as instalações industriais de baixa tensão (até 1.000 V em corrente alternada) (ABNT, 2004). No contexto agroindustrial, ela se aplica à ampla rede de circuitos de baixa tensão que alimenta os setores de processo, exigindo projetos e memoriais que reflitam fielmente a configuração existente.

2.5. ABNT Nbr 14039

A norma ABNT NBR 14039:2005 estabelece os requisitos para o projeto, execução, operação e manutenção das instalações elétricas de média tensão, definidas como aquelas com tensão nominal superior a 1,0 kV e igual ou inferior a 36,2 kV. No setor agroindustrial, a subestação de entrada de energia em média tensão é onipresente, pois as unidades de médio e grande porte são atendidas pelas concessionárias de distribuição em tensões que variam tipicamente de 13,8 kV a 34,5 kV (ABNT, 2005). A norma também estabelece a inspeção periódica dessas instalações, cujos relatórios devem ser mantidos no prontuário.

2.6. ABNT Nbr 5419

A NBR 5419 estabelece os critérios para a proteção contra descargas atmosféricas. Em instalações agroindustriais, marcadas por estruturas altas e por grandes áreas abertas, como silos e galpões, esse tema ganha peso. A norma exige a análise de risco, o projeto do sistema de proteção e a realização de inspeções periódicas, com registros que passam a compor o PIE (ABNT, 2015).

2.7. ABNT Nbr Iso 9001

A ABNT NBR ISO 9001 estabelece os requisitos para sistemas de gestão da qualidade. Embora não trate de eletricidade, ela ofereceu ao trabalho um conjunto de princípios fundamentais para a organização do procedimento, com destaque para o controle da informação documentada (ABNT, 2015a). Esse requisito orienta a forma como os documentos devem ser identificados, acessados, protegidos e retidos, o que se aplica diretamente à gestão do PIE. Da norma também vieram a lógica de melhoria contínua e o

tratamento sistemático das não conformidades, incorporados ao procedimento.

2.8. ABNT Nbr Iso 55001

A ABNT NBR ISO 55001 define os requisitos para sistemas de gestão de ativos. Sua principal contribuição para o trabalho foi a perspectiva do ciclo de vida, segundo a qual um ativo passa por etapas sucessivas, do projeto e da aquisição à operação, à manutenção, à modificação e ao descomissionamento (ABNT, 2014b). Pensar o PIE sob essa ótica muda a forma de encará-lo, pois, em vez de uma coleção fixa de papéis, ele passa a ser entendido como um registro que acompanha a história da instalação ao longo do tempo. Cada etapa do ciclo de vida gera documentos que deveriam integrar o prontuário, e foi essa lógica que o procedimento procurou transformar em rotina.

2.9. Instalações Agroindustriais e SUAS Especificidades

O agronegócio responde por parcela expressiva da economia brasileira, e as instalações agroindustriais são elos importantes dessa cadeia, pois processam e agregam valor à produção. Do ponto de vista elétrico, contudo, essas instalações apresentam características que as diferenciam de outras indústrias e que influenciam diretamente a gestão documental.

A primeira característica é a distribuição física. Enquanto uma indústria convencional concentra seus equipamentos em uma área compacta, uma unidade agroindustrial pode espalhar sua carga por dezenas de hectares, com linhas internas extensas e subestações secundárias em pontos distintos. A segunda é a sazonalidade, que faz a carga variar de forma acentuada entre a safra e a entressafra e

estimula ampliações das instalações. Essas duas características, combinadas, aumentam a frequência das modificações e tornam mais difícil manter o registro documental sincronizado com a realidade física.

As ampliações e adaptações, quando não acompanhadas da atualização documental correspondente, são a principal causa do descolamento entre o PIE e a realidade. Reconhecer essa particularidade foi fundamental para o desenho do procedimento, pois ficou claro que ele precisaria tratar a modificação das instalações como o ponto central do processo. Entre os tipos de instalação considerados estão as unidades de beneficiamento de sementes, as usinas de açúcar, etanol e bioenergia e os armazéns de grãos, todos com subestações distribuídas e processos sazonais.

2.10. Procedimento Operacional Padrão (POP) E a Gestão de Ativos

O Procedimento Operacional Padrão é um documento que descreve, de forma detalhada e sequencial, como uma atividade deve ser realizada. Sua principal virtude é a padronização, pois garante que a tarefa seja executada da mesma maneira, independentemente de quem a conduz. Na gestão de ativos, essa característica é valiosa, uma vez que reduz a dependência de conhecimentos individuais e assegura a rastreabilidade das ações.

A eficácia de um POP depende de três fatores: a clareza na descrição das etapas, a definição das responsabilidades e a existência de mecanismos de verificação (Kardec; Nascif, 2012). Esses três fatores foram adotados como critérios de qualidade na construção do procedimento apresentado neste trabalho.

Ao articular o conceito de POP com a gestão de ativos, o trabalho buscou um documento que não fosse apenas um roteiro de tarefas, mas um instrumento integrado ao ciclo de vida das instalações. Dessa forma, conforme a perspectiva da ABNT NBR ISO 55001 (ABNT, 2014b), cada documento do PIE passa a estar vinculado à fase do ativo que o origina, do projeto ao descomissionamento, o que reforça a ideia de um prontuário dinâmico, atualizado a cada evento relevante na vida da instalação.

2.11. Relação Entre Engenharia Elétrica e Engenharia de Segurança do Trabalho

A gestão do risco elétrico em ambientes industriais situa-se na fronteira entre duas áreas da engenharia. De um lado, a Engenharia Elétrica, responsável pelo projeto, pela operação e pela manutenção das instalações. De outro, a Engenharia de Segurança do Trabalho, voltada à identificação e ao controle dos riscos ocupacionais. Por muito tempo, essas duas áreas atuaram de forma relativamente isolada, mas a evolução normativa aproximou seus campos de atuação.

A NR-10 foi um marco importante nessa aproximação. Ao exigir que a gestão do risco elétrico se apoie no conhecimento técnico das instalações, representado pelo PIE, e em medidas de controle fundamentadas em critérios de engenharia, a norma tornou indispensável o diálogo entre as duas disciplinas (Brasil, 2004). O engenheiro eletricitista contribui com o domínio das características técnicas do sistema, como os níveis de tensão, os esquemas de proteção e as particularidades dos equipamentos. O engenheiro de segurança contribui com a análise dos riscos, a definição das medidas de proteção e a gestão dos programas de segurança.

O procedimento elaborado neste trabalho situa-se exatamente nessa interface. Ao formalizar os fluxos de atualização documental, ele conecta o trabalho de quem modifica fisicamente as instalações ao sistema de gestão de segurança da empresa, assegurando que cada intervenção deixe um registro consultável. Dessa maneira, o POP contribui para que a segurança e a boa gestão técnica caminhem juntas, em vez de constituírem esforços paralelos e desconectados.

3. METODOLOGIA

Este capítulo descreve a metodologia adotada para o desenvolvimento do presente trabalho, incluindo a caracterização da pesquisa e o detalhamento de suas etapas de desenvolvimento.

3.1. Caracterização da Pesquisa

Quanto à natureza, a pesquisa classifica-se como aplicada, pois teve como meta gerar um produto capaz de resolver um problema concreto, a ausência de um processo sistemático para a gestão do PIE. Não se buscou ampliar o conhecimento de forma abstrata, e sim oferecer uma solução utilizável no cotidiano das instalações agroindustriais.

Quanto à abordagem, o trabalho é qualitativo. O objeto de estudo, formado pelos textos normativos e pelos processos de gestão documental, não se presta a uma análise baseada em medições, mas sim a uma interpretação cuidadosa dos requisitos e da literatura técnica, somada à experiência prática acumulada em campo. Minayo (2012) lembra que a pesquisa qualitativa trabalha com significados e práticas que não se reduzem a números, o que se ajusta bem à proposta deste trabalho.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é, ao mesmo tempo, descritiva e propositiva. Descritiva porque caracteriza os requisitos normativos e as particularidades das instalações, e propositiva porque, a partir dessa descrição, constrói um modelo de gestão na forma do POP (Prodanov; Freitas, 2013). Os procedimentos técnicos adotados foram a revisão normativa e a revisão documental, complementadas pela sistematização da vivência profissional do autor.

Para ilustrar a aplicação do procedimento, recorreu-se ainda a uma situação real ocorrida no contexto agroindustrial, tratada de forma demonstrativa. Não se trata de uma validação empírica com coleta sistemática de dados, mas de um estudo de caso ilustrativo, cujo objetivo é evidenciar como o procedimento atuaria diante de um problema concreto. Esse recorte preserva a natureza qualitativa e aplicada da pesquisa.

3.2. Etapas de Desenvolvimento

O desenvolvimento do trabalho seguiu quatro etapas encadeadas, descritas a seguir. As três primeiras conduziram à construção do produto, o POP, e a quarta resultou na redação deste artigo.

3.3. Análise Normativa

A primeira etapa consistiu na leitura sistemática das normas que regem a documentação elétrica de uma instalação agroindustrial. Cada norma técnica descrita no capítulo 2 foi examinada com o objetivo de extrair os requisitos documentais, tanto os explícitos, citados de forma direta, quanto os implícitos, que decorrem de exigências técnicas que pressupõem a existência de um documento comprobatório. As normas de gestão, a ISO 9001 e a ISO 55001, foram analisadas em paralelo, com foco nos requisitos de informação

documentada e de gestão do ciclo de vida. O resultado dessa etapa foi uma relação consolidada das categorias documentais que deveriam compor o prontuário.

3.4. Modelagem de Processos

A segunda etapa consistiu no desenho dos processos que regem a gestão do PIE. A partir dos requisitos levantados, foram modelados os fluxos de elaboração inicial, de atualização decorrente de modificações, de revisão periódica e de tratamento das não conformidades. Para cada fluxo, buscou-se identificar os responsáveis, os documentos envolvidos e os critérios de decisão. As boas práticas descritas nas normas de gestão da qualidade e de ativos serviram de referência para essa modelagem, que procurou traduzir os requisitos normativos em rotinas executáveis.

3.5. Elaboração do Procedimento Operacional Padrão (POP)

A terceira etapa reuniu os resultados das anteriores em um documento estruturado, o POP. A organização do procedimento seguiu a lógica das normas de gestão, com seções dedicadas ao objetivo, ao campo de aplicação, às responsabilidades, à descrição das atividades, à avaliação de desempenho e à melhoria contínua. A redação foi feita em linguagem clara e voltada ao usuário final, ou seja, ao profissional que fará a gestão do prontuário na instalação, de modo a favorecer a aplicação prática do documento.

3.6. Elaboração do Artigo Final

A quarta e última etapa consistiu na redação deste artigo, cujo objetivo é descrever o percurso de elaboração do POP. Diferentemente do procedimento, que é um documento

operacional, o artigo tem caráter acadêmico e busca registrar as bases teóricas, as normas consideradas e as decisões metodológicas que conduziram ao produto final. Para tanto, o texto retoma os fundamentos, percorre a metodologia e apresenta, no desenvolvimento e no resultado, tanto o raciocínio de construção quanto o conteúdo do procedimento entregue.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta como o procedimento foi efetivamente construído, acompanhando as decisões tomadas em cada etapa. O foco está no raciocínio que conduziu à forma final do POP, desde o mapeamento dos requisitos exigidos por cada norma até a definição da estrutura, dos processos e do alinhamento com as normas de gestão.

4.1. Mapeamento dos Requisitos Normativos do PIE

O ponto de partida da elaboração foi responder a uma pergunta aparentemente simples, o que um PIE precisa conter. A resposta, no entanto, está dispersa em diferentes normas, e reuni-la exigiu a leitura cruzada das quatro normas técnicas. O mapeamento foi conduzido norma a norma, e a soma dos requisitos resultou em uma relação de vinte e oito categorias documentais, que passou a funcionar como a espinha dorsal do procedimento. A seguir, descreve-se a contribuição de cada norma para esse conjunto.

4.1.1. Requisitos da NR-10

A NR-10 é a norma que define o próprio conceito de PIE e lista os documentos mínimos que ele deve conter (Brasil, 2004). Dela decorrem categorias como o diagrama unifilar geral, os laudos

técnicos emitidos por profissional habilitado, os registros de manutenção, os procedimentos de trabalho seguro, os registros de treinamento e a relação dos profissionais autorizados. São, em sua maioria, documentos transversais, que se aplicam a toda a instalação, independentemente do nível de tensão, e que formam a base do prontuário.

4.1.2. Requisitos da NBR 5410

Da NBR 5410 derivam os documentos relativos às instalações de baixa tensão (ABNT, 2004). Entre eles estão os projetos elétricos de baixa tensão, os memoriais de cálculo que fundamentam o dimensionamento, o quadro de cargas dos painéis e o relatório de verificação inicial das instalações. Por exigência da norma, esses documentos devem refletir a configuração efetivamente instalada, o que reforça a necessidade de atualizá-los sempre que a instalação for modificada.

4.1.3. Requisitos da NBR 14039

A NBR 14039 contribui com os documentos referentes às instalações de média tensão, que constituem o ponto mais sensível do sistema elétrico das unidades de maior porte (ABNT, 2005). Dela resultam o projeto da subestação com a respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica, o estudo de curto-circuito, o plano de coordenação das proteções, os registros de testes dos equipamentos e o plano de inspeção e manutenção. São, em geral, os documentos mais complexos do prontuário e os que exigem maior rigor técnico em sua elaboração e atualização.

4.1.4. Requisitos da NBR 5419

A NBR 5419 acrescenta ao prontuário os documentos relativos à proteção contra descargas atmosféricas (ABNT, 2015). Entre eles estão o relatório de análise de risco, o projeto do sistema de proteção com a respectiva anotação técnica, o laudo de inspeção e a medição de resistência de aterramento. Em instalações agroindustriais, marcadas por grandes áreas abertas e por estruturas altas, esses documentos assumem peso significativo, e a norma estabelece prazos específicos para a renovação das inspeções.

A consolidação dessas categorias revelou que a documentação exigida não está concentrada em uma única norma, e sim distribuída entre todas elas. Essa constatação ajuda a explicar por que tantas empresas têm dificuldade em manter o prontuário completo. A Tabela 1 sintetiza a relação, com exemplos representativos de cada norma e a respectiva periodicidade de atualização.

Tabela 1. Exemplos de categorias documentais do PIE por norma.

Categoria documental	Norma	Periodicidade
Diagrama unifilar geral	NR-10 / NBR 5410 / NBR 14039	A cada modificação
Registros de treinamento NR-10	NR-10	Contínuo
Memoriais de cálculo de baixa tensão	NBR 5410	A cada modificação
Classificação de áreas com risco de explosão	NBR 5410	A cada modificação
Projeto e ART da subestação	NBR 14039	A cada modificação

Estudo de curto-circuito	NBR 14039	Anual ou a cada modificação
Análise de risco e projeto do SPDA	NBR 5419	A cada modificação
Laudo de inspeção do SPDA	NBR 5419	Bienal

Fonte: Autores (2026).

4.2. Estrutura e Processos do POP

Com os requisitos mapeados, a etapa seguinte foi dar forma ao procedimento. Optou-se por organizá-lo segundo a lógica das normas de gestão, de modo que ele pudesse dialogar com sistemas já existentes nas empresas. Assim, o documento abre com o objetivo e o campo de aplicação, segue pelos termos e definições, pelas referências normativas, pelo contexto e pelas responsabilidades, e só então chega ao seu núcleo, a descrição das atividades.

Uma diretriz orientou todo o desenho dos processos, e foi assumida como decisão de projeto. O procedimento existe para apoiar a operação da planta, e não para restringi-la. Por essa razão, a gestão documental foi concebida para acompanhar as atividades sem se tornar um obstáculo a elas. O não atendimento de um item do procedimento gera uma pendência documental a ser tratada, mas não constitui, por si só, motivo para interromper ou impedir a operação das instalações, decisão que permanece subordinada exclusivamente aos critérios técnicos e de segurança próprios da operação.

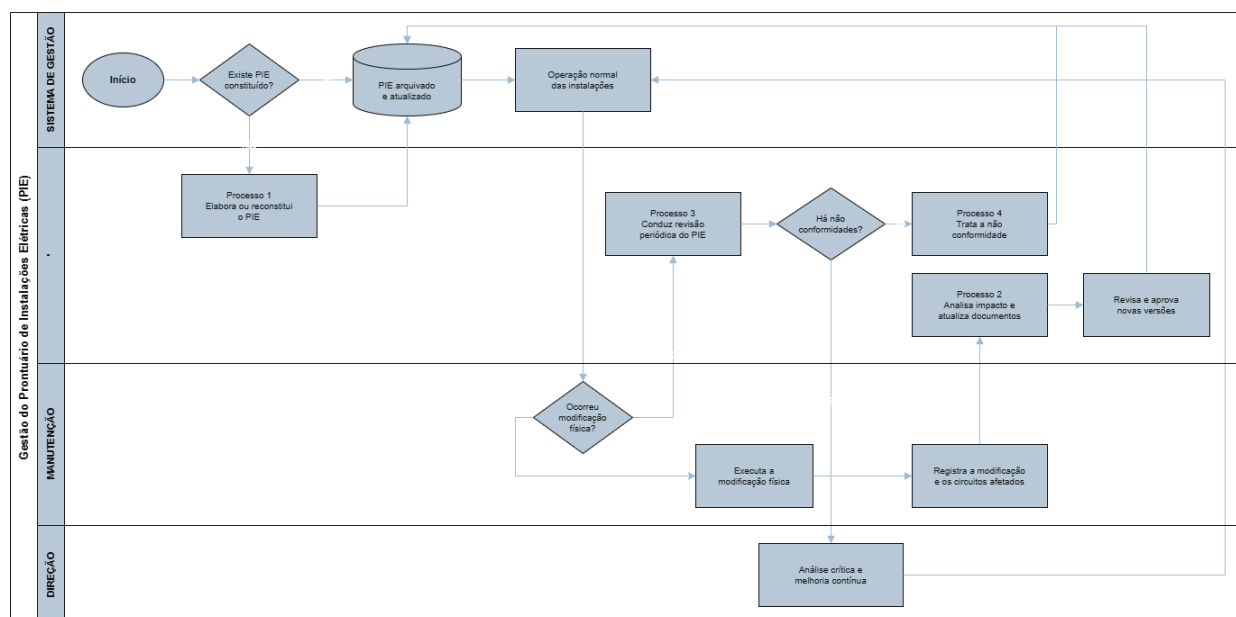
No núcleo do procedimento, foram definidos quatro processos. O primeiro trata da elaboração inicial do PIE, voltado às instalações que

ainda não possuem o prontuário ou que precisam reconstruí-lo. Ele começa pela designação de um responsável técnico e pelo diagnóstico do que já existe, passa pelo levantamento em campo e pela elaboração dos documentos, e termina com a aprovação e o arquivamento.

O segundo processo cuida da atualização decorrente de modificações nas instalações e foi tratado como o ponto central de todo o procedimento, pois é nele que se concentra a causa mais comum da defasagem do prontuário. A orientação adotada é que toda alteração física conte com o correspondente registro documental. Quando uma modificação é executada, ela é registrada, encaminhada ao responsável técnico, analisada quanto ao seu impacto e refletida na atualização dos documentos afetados, dentro de um prazo definido pela própria empresa. A atualização acompanha a modificação como uma atividade paralela e com prazo próprio, sem condicionar o retorno ou a continuidade da operação.

O terceiro processo é a revisão periódica, realizada em intervalos definidos pela organização, com o objetivo de verificar se o conjunto do prontuário permanece completo e atualizado. Eventuais divergências identificadas são encaminhadas ao quarto processo, que organiza o tratamento das não conformidades, assunto detalhado na seção seguinte. Para tornar visível a articulação entre esses processos, o procedimento incluiu um fluxograma geral, apresentado na Figura 1, que mostra como a atualização decorrente de modificações se integra à revisão periódica do prontuário.

Figura 1. Fluxograma geral do processo de gestão do PIE (ver Apêndice A).



Fonte: Autores (2026).

4.3. Tratativa de Não Conformidades

Um procedimento de gestão só se completa quando prevê o que fazer diante de uma falha. Por isso, o POP dedicou atenção ao tratamento das não conformidades, entendidas como a ausência, a desatualização ou a inadequação de um documento exigido. A abordagem adotada inspirou-se no ciclo PDCA e nas diretrizes da norma de gestão da qualidade (ABNT, 2015a).

Como decisão de projeto, e não como exigência normativa, as não conformidades foram organizadas em três categorias, segundo um critério de priorização por risco. O princípio que orienta essa classificação é o de que a urgência do tratamento deve ser proporcional ao impacto potencial da não conformidade sobre a segurança e sobre a conformidade legal. Assim, a categoria crítica reúne as situações de maior impacto, associadas a risco à segurança ou ao descumprimento direto da NR-10. A categoria maior reúne as que comprometem a integridade do prontuário sem impacto imediato sobre a segurança. A categoria menor reúne os desvios de natureza formal. Os prazos de tratamento sugeridos para cada categoria, de trinta, sessenta e noventa dias, são uma recomendação

do autor, apoiada nesse critério de priorização, e podem ser ajustados pela organização de acordo com a sua realidade. O objetivo não é estabelecer um valor rígido, mas oferecer uma referência que evite que as não conformidades de maior impacto fiquem sem tratamento por tempo indeterminado.

Quanto ao registro das não conformidades, o procedimento foi escrito de modo a não impor um formulário próprio. Em vez disso, ele orienta a utilizar o procedimento de registro de não conformidades já adotado pela empresa ou pela instalação onde o POP estiver sendo implementado. Essa escolha torna o documento mais flexível e facilita a sua integração a sistemas de gestão preexistentes. O ciclo de tratamento contempla a identificação, a análise de causa raiz, o plano de ação, a execução e a verificação de que a correção foi efetiva, encerrando-se com o registro das lições aprendidas.

4.4. Alinhamento às Normas de Gestão ISO 9001 e ISO 55001

Uma das decisões mais importantes da elaboração foi alinhar o procedimento às normas ABNT NBR ISO 9001 e ABNT NBR ISO 55001. A primeira trata dos sistemas de gestão da qualidade e a segunda, da gestão de ativos. Esse alinhamento não foi apenas formal, pois influenciou a própria estrutura do documento, que passou a refletir a sequência lógica dessas normas, do contexto e da liderança ao planejamento, ao apoio, à operação e à melhoria.

Da norma de gestão da qualidade, o procedimento incorporou principalmente o controle da informação documentada, que orienta a identificação, a versão, o acesso, a proteção e a retenção dos documentos (ABNT, 2015a). Esse controle é o centro da gestão do

PIE, pois é ele que garante que cada documento esteja disponível e correto no momento em que for necessário. Da norma de gestão de ativos, veio a perspectiva do ciclo de vida, que levou o procedimento a vincular cada documento à fase do ativo que o origina, do projeto ao descomissionamento (ABNT, 2014b). Com esse alinhamento, o POP foi concebido como um componente compatível com os sistemas de gestão já presentes nas empresas, em vez de um documento isolado.

4.5. Procedimento Operacional Padrão Desenvolvido

O resultado deste trabalho é o procedimento operacional padrão identificado pelo código POP-ELE-001, intitulado Gestão do Prontuário de Instalações Elétricas em Instalações Agroindustriais. Enquanto a seção anterior descreveu como o procedimento foi construído, esta apresenta o que ele contém, percorrendo cada um dos tópicos que o compõem. A organização adotada segue a estrutura das normas de gestão, e os tópicos são descritos na ordem em que aparecem no documento.

4.5.1. Objetivo

O primeiro tópico estabelece a finalidade do procedimento, que é definir a metodologia única e padronizada para elaborar, atualizar, controlar, arquivar e melhorar continuamente o PIE em instalações agroindustriais. O objetivo deixa explícito o propósito de manter o prontuário permanentemente fiel à realidade física das instalações, em vez de tratá-lo como um conjunto de documentos estáticos.

4.5.2. Campo de Aplicação

O segundo tópico delimita o alcance do procedimento. Ele se aplica às instalações agroindustriais com carga instalada superior a 75 kW, abrangendo os sistemas de baixa tensão, de média tensão e a proteção contra descargas atmosféricas. São contemplados, de forma genérica, os tipos de unidade mais representativos do setor, como as unidades de beneficiamento de sementes, as usinas de açúcar, etanol e bioenergia e os armazéns de grãos. O tópico também registra as exclusões, deixando claro o que está fora do escopo do documento.

4.5.3. Documentos de Referência

O terceiro tópico lista as normas e os documentos que embasam o procedimento, organizados em três grupos, a legislação e as normas regulamentadoras, as normas técnicas da ABNT e as normas de sistemas de gestão. Essa relação funciona como base legal e técnica do POP, permitindo que o usuário localize, sempre que necessário, a fonte de cada exigência.

4.5.4. Termos e Definições

O quarto tópico reúne um glossário com os principais termos e siglas empregados no procedimento, como PIE, POP, responsável técnico, não conformidade, informação documentada e ciclo de vida. A padronização da terminologia evita ambiguidades e assegura que todos os envolvidos na gestão do prontuário compartilhem o mesmo entendimento sobre os conceitos utilizados.

4.5.5. Contexto e Partes Interessadas

O quinto tópico atende aos requisitos de contexto das normas de gestão. Ele caracteriza o ambiente das instalações agroindustriais e

identifica as partes interessadas na gestão do PIE, como a alta direção, a concessionária de energia, a fiscalização do trabalho, o corpo de bombeiros, a seguradora, as áreas de operação e manutenção e o serviço de segurança do trabalho. Para cada parte, são indicadas as suas expectativas e as implicações correspondentes para o prontuário, o que ajuda a posicionar o PIE dentro do conjunto mais amplo da gestão de ativos.

4.5.6. Liderança e Responsabilidades

O sexto tópico trata do comprometimento da liderança e da distribuição das responsabilidades. Ele estabelece que a alta direção deve prover os recursos necessários e apoiar a gestão do prontuário, e organiza os papéis por meio de uma matriz de responsabilidades. Essa matriz distribui, entre a direção, o responsável técnico, a gestão de manutenção, o serviço de segurança e a operação, as atribuições de executar, aprovar, ser consultado ou ser informado em cada atividade, o que evita lacunas e sobreposições.

4.5.7. Planejamento

O sétimo tópico aborda o planejamento da gestão do PIE. Ele identifica os riscos que podem comprometer a eficácia do prontuário, como a realização de modificações sem o devido registro ou o vencimento de laudos, e indica as ações de tratamento para cada um. O tópico também define os objetivos da gestão e trata do planejamento das mudanças, reforçando que toda alteração nas instalações deve ser planejada e controlada.

4.5.8. Apoio e Recursos

O oitavo tópico reúne os elementos de suporte à gestão. Ele trata dos recursos necessários, da competência exigida dos profissionais, com destaque para a habilitação do responsável técnico e os treinamentos da NR-10, e do controle da informação documentada. Esse controle, considerado o coração da gestão do PIE, define como os documentos devem ser identificados, versionados, acessados, protegidos e retidos.

4.5.9. Descrição das Atividades

O nono tópico constitui o núcleo operacional do procedimento. Ele apresenta a composição do PIE, com as vinte e oito categorias documentais mapeadas, e descreve os quatro processos de gestão, a elaboração inicial, a atualização por modificação, a revisão periódica e a tratativa de não conformidades. O tópico também vincula cada documento à fase do ciclo de vida do ativo que o origina, do projeto ao descomissionamento, traduzindo em rotina a perspectiva da gestão de ativos. O processo de atualização por modificação, por ser o mais determinante para manter o prontuário fiel à realidade.

4.5.10. Avaliação de Desempenho

O décimo tópico trata do acompanhamento da gestão do PIE. Em vez de estabelecer medições ou metas numéricas, o procedimento prevê a análise crítica periódica pela direção, momento em que se avaliam, de forma qualitativa, a situação do prontuário, o andamento das atualizações pendentes e o tratamento das não conformidades em aberto. Essa análise tem caráter gerencial e serve de base para as decisões de melhoria, sem instituir qualquer índice ou cálculo que condicione a operação.

4.5.11. Melhoria

O décimo primeiro tópico trata da melhoria contínua. Ele estabelece que as não conformidades devem gerar ações corretivas voltadas à eliminação de suas causas, e que as lições aprendidas, os resultados das revisões periódicas e a análise crítica pela direção constituem as entradas para o aprimoramento do próprio procedimento. Dessa forma, o POP é concebido como um documento que evolui ao longo do tempo.

4.5.12. Fluxograma Geral

O décimo segundo tópico apresenta, de forma esquemática, a integração dos quatro processos de gestão, conforme ilustrado na Figura 1. O fluxograma evidencia como a atualização decorrente das modificações se articula com a revisão periódica do prontuário e com a correção dos desvios identificados, dando uma visão de conjunto do funcionamento do procedimento.

4.5.13. Histórico de Revisões

O décimo quarto e último tópico registra o controle de versões do próprio procedimento. Ele documenta cada revisão do POP, com a data, a descrição da alteração e o responsável, o que garante a rastreabilidade da evolução do documento ao longo do tempo, em coerência com o princípio de controle da informação documentada adotado em todo o procedimento.

4.6. Estudo de Caso

Para examinar a aplicação do procedimento, apresenta-se a seguir uma análise retrospectiva de uma situação real ocorrida no contexto agroindustrial. O caso descreve um evento que de fato aconteceu, no qual a falta de um processo definido para a gestão do PIE gerou

consequências concretas. A partir desse evento real, analisa-se como o procedimento elaborado neste trabalho teria atuado sobre o mesmo problema. Trata-se, portanto, de uma análise de natureza retrospectiva e demonstrativa, e não de uma validação empírica com coleta sistemática de dados, conforme já delimitado na metodologia. Para preservar o sigilo, a unidade é descrita de forma genérica, sem identificação da empresa.

4.6.1. Contextualização da Situação

A situação relatada ocorreu no primeiro trimestre de 2022, em uma unidade de beneficiamento de sementes, e foi acompanhada diretamente pelo autor deste trabalho, à época responsável pela gestão da equipe de manutenção da unidade. Esse acompanhamento direto confere ao relato a condição de observação em primeira mão, o que reforça a confiabilidade da descrição do evento.

No período, foi conduzido um projeto de substituição de um transformador de potência em uma das subestações da planta. O equipamento original, de 500 kVA e isolado a óleo, foi substituído por um transformador de 750 kVA do tipo seco, com o objetivo de atender ao aumento de carga da unidade. A troca de um transformador é uma modificação física relevante, pois altera as características elétricas da subestação e exige a atualização de diversos documentos do PIE, entre eles o diagrama unifilar, o memorial técnico e os registros do ativo.

4.6.2. O Problema Observado: Aplicação Sem o Procedimento

Concluída a substituição, o diagrama unifilar, os documentos técnicos e o PIE não foram atualizados de imediato. A tarefa de

atualização entrou em uma fila de atividades e, diante do surgimento de outras demandas tratadas como prioritárias, acabou não sendo realizada. A subestação passou a operar com um equipamento novo, enquanto a documentação continuava a descrever o transformador antigo.

Cerca de dois meses depois, foi necessária uma nova intervenção na mesma subestação e no mesmo transformador. Uma falha no sistema de refrigeração da subestação provocou o superaquecimento do transformador recém-instalado, o que acarretou um problema em suas conexões elétricas. Tratava-se de uma intervenção que, em condições normais, deveria ser rápida.

Ao acessar a subestação, um eletricitista que não havia participado do projeto de substituição não dispunha da informação de que o equipamento fora trocado. Ao recorrer à documentação técnica para planejar a intervenção, deparou-se com informações divergentes da realidade encontrada em campo. A documentação descrevia um transformador de características diferentes daquele efetivamente instalado.

Essa divergência exigiu horas de análise e de avaliação de riscos antes da execução da atividade, justamente para compreender o que havia mudado e garantir uma intervenção segura. A demora estendeu a parada da planta para além do previsto, gerando prejuízo à produção. Mais grave do que o impacto operacional, a situação representou um risco de segurança, pois a atuação sobre um equipamento desconhecido, com base em documentação incorreta, poderia ter sido fonte de um incidente.

A situação evidencia quatro tipos de consequência decorrentes de uma única falha de gestão documental. A primeira é operacional, expressa nas horas adicionais de parada da planta. A segunda é de segurança, pela exposição do profissional a um risco que poderia ter sido evitado. A terceira é de gestão de ativos, pois a documentação divergente caracterizou, por si só, uma falha no controle da informação sobre o ativo. A quarta é de conformidade legal, uma vez que a manutenção de um PIE desatualizado contraria a NR-10 (Brasil, 2004) e poderia ensejar autuação por parte de órgãos como o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia ou o Ministério do Trabalho e Emprego.

4.6.3. Aplicação Demonstrativa do POP à Situação

Aplicada a mesma situação sob a vigência do procedimento proposto, o desfecho seria substancialmente diferente. O ponto de interceptação da falha está no segundo processo do POP, a atualização por modificação, cuja regra central determina que nenhuma alteração física nas instalações deve ocorrer sem o correspondente registro documental.

Pelo procedimento, logo após a substituição do transformador, o responsável pela execução registraria a modificação, encaminhando-a ao responsável técnico. Este analisaria o impacto da alteração e providenciaria a atualização do diagrama unifilar, do memorial técnico e dos registros do ativo, com a emissão da anotação de responsabilidade técnica quando aplicável. Importa destacar que essa atualização ocorreria em paralelo à retomada normal da operação, sem condicioná-la, em coerência com a diretriz de que o procedimento apoia a operação e não a restringe. O ganho

não está em impedir a operação, mas em assegurar que o registro acompanhe a modificação, evitando que a defasagem se perpetue.

Dessa forma, quando o eletricista acessasse a subestação dois meses depois, encontraria a documentação fiel ao equipamento instalado. A intervenção seria planejada com base em informações corretas, sem a necessidade das horas de análise dedicadas a compreender uma divergência. O controle da informação documentada, incorporado ao procedimento a partir da ABNT NBR ISO 9001 (ABNT, 2015a), asseguraria que a versão vigente do diagrama estivesse disponível no ponto de uso. Adicionalmente, o vínculo de cada documento à fase do ciclo de vida do ativo, derivado da ABNT NBR ISO 55001 (ABNT, 2014b), garantiria o registro da substituição como um evento na história da subestação.

Por fim, a revisão periódica prevista no procedimento atuaria como uma segunda barreira. Mesmo que o registro imediato falhasse, a conferência periódica do prontuário identificaria a divergência entre a documentação e a instalação antes que ela se transformasse em problema, acionando a tratativa de não conformidade correspondente.

4.6.4. Análise dos Resultados e das Consequências Evitadas

O contraste entre os dois cenários sintetiza o valor do procedimento. No cenário real, sem o POP, uma modificação não registrada propagou-se até gerar consequências operacionais, de segurança, de gestão de ativos e de conformidade legal. No cenário demonstrativo, com o POP, a mesma modificação seria registrada de imediato, e as consequências seriam evitadas em sua origem.

Vale notar que o procedimento não atua sobre a falha de refrigeração que originou a segunda intervenção, pois esse é um evento de natureza distinta. O que o POP corrige é a defasagem documental que transformou uma intervenção rotineira em uma operação demorada e arriscada. Em outras palavras, a falha técnica poderia ocorrer de qualquer modo, mas a intervenção teria sido rápida e segura caso a documentação estivesse atualizada.

O estudo de caso confirma, assim, a premissa que orientou todo o trabalho. A maior parte dos riscos associados ao PIE não decorre da complexidade técnica dos documentos, mas da ausência de um processo que assegure sua atualização permanente. Ao formalizar esse processo, o procedimento ataca a causa, e não apenas os sintomas, do problema observado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como produto final a elaboração de um Procedimento Operacional Padrão para a gestão do Prontuário de Instalações Elétricas em instalações agroindustriais, e o artigo procurou descrever como esse procedimento foi construído. Ao longo do percurso, partiu-se de um problema observado em campo, a defasagem entre o prontuário e a realidade das instalações, e chegou-se a um documento capaz de organizar essa gestão de forma sistemática.

O caminho seguido permitiu alcançar os objetivos propostos. O mapeamento dos requisitos resultou na identificação de vinte e oito categorias documentais, descritas norma a norma, que deram base ao procedimento. A modelagem dos processos produziu fluxos definidos para a elaboração, a atualização, a revisão e a correção do

prontuário. A definição de categorias de não conformidade, com prazos de tratamento propostos por critério de priorização, ofereceu uma forma organizada de tratar os desvios. E o alinhamento às normas de gestão da qualidade e de ativos buscou tornar o resultado compatível com os sistemas já adotados pelas empresas.

Do ponto de vista prático, o procedimento oferece ao setor agroindustrial uma ferramenta direta para elevar o nível de conformidade de suas instalações e, sobretudo, para tornar mais seguras as intervenções elétricas. O estudo de caso apresentado reforça essa contribuição, ao demonstrar como a ausência de um processo de atualização documental gerou consequências operacionais, de segurança, de gestão de ativos e de conformidade legal, e como o procedimento teria evitado tais consequências em sua origem. Ao formalizar a atualização documental como rotina, o POP ataca a causa mais frequente da defasagem do PIE, que é a falta de um processo definido. Do ponto de vista acadêmico, o trabalho contribui para um tema ainda pouco explorado, a gestão documental elétrica no contexto específico do agronegócio, e reforça a aproximação entre a Engenharia Elétrica e a Engenharia de Segurança do Trabalho.

É preciso reconhecer, com clareza, os limites do que foi feito, bem como as hipóteses assumidas. A primeira limitação é que o procedimento não foi validado empiricamente em uma instalação real, com coleta sistemática de dados ao longo do tempo. O estudo de caso apresentado é uma análise retrospectiva de um evento real, e a aplicação do POP a ele é uma análise do tipo contrafactual, que indica como o procedimento teria atuado, sem constituir prova experimental. A segunda limitação é que o trabalho assumiu, como hipótese, que a principal causa da defasagem do PIE é a ausência de

um processo definido de atualização, hipótese coerente com a experiência relatada, mas que demandaria confirmação em estudos de maior abrangência. A terceira é que o trabalho não tratou da digitalização da gestão documental, que poderia ampliar a eficiência dos processos descritos.

A partir dessas limitações, abrem-se caminhos para trabalhos futuros. O mais imediato é a aplicação do procedimento em uma unidade real, com o acompanhamento dos resultados ao longo do tempo, de modo a verificar os ganhos efetivos e ajustar o que for necessário. Outro caminho promissor é a integração do POP a sistemas informatizados de gestão documental e de manutenção, que poderiam automatizar avisos de revisão e o controle de versões. Por fim, o modelo poderia ser adaptado a outros setores industriais com instalações complexas, ampliando o seu alcance.

Em síntese, dentro do escopo proposto, o trabalho indica que a formalização de um processo de gestão pode contribuir para reduzir a defasagem entre o Prontuário de Instalações Elétricas e a realidade das instalações. O procedimento elaborado oferece um caminho estruturado para essa finalidade e, ao aproximar a Engenharia Elétrica da Engenharia de Segurança do Trabalho, reforça a ideia de que a segurança e a boa gestão técnica caminham juntas. A confirmação dos benefícios em ambiente operacional permanece como etapa a ser desenvolvida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14039:** instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410:** instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419:** proteção contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 55000:** gestão de ativos: visão geral, princípios e terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2014a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 55001:** gestão de ativos: sistemas de gestão: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2014b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001:** sistemas de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015a.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-10:** segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília: MTE, 2004.

COTRIM, Ademaro A. M. B. **Instalações elétricas.** 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2014.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção:** função estratégica. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais.** 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento:** pesquisa qualitativa em saúde. 13. ed. São Paulo: Hucitec, 2012.

NISKIER, Julio; MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações elétricas**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SANTOS, R. M. **Conformidade com a NR-10 em empresas industriais do interior paulista: diagnóstico e propostas de melhoria**. 2019. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2019.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R. Matriz energética brasileira: uma

WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS. **Guia de aplicação de transformadores de distribuição e força**. Jaraguá do Sul: WEG, 2016.

ZAGO, C. A.; PAULINO, M. A. Gestão de segurança elétrica nas indústrias: integração entre engenharia elétrica e segurança do trabalho. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 38, n. 128, p. 231-242, 2013.

¹ Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Diamantina. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁶ Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Ituiutaba. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)