

APLICAÇÃO DE *DESIGN THINKING* NA OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE INSPEÇÃO E DE REGISTRO DE DEFEITOS DO SETOR ELÉTRICO

APPLICATION OF DESIGN THINKING IN OPTIMIZATION OF INSPECTION PROCESS AND DEFECT REGISTRATION IN THE ELECTRICAL SECTOR

MOTA, Helloise; Mestre; In Forma Software

hgmota.dg@gmail.com

BREYER, Felipe; Doutor; IFPE

felipe.breyer@gmail.com

SGOTTI, Virgínia; Mestre; In Forma Software

vsgotti@informa.com.br

SILVA, Cesar; Bacharel; ISA CTEEP

cwsilva@isactEEP.com.br

SANTOS, Maicon; Bacharel; ISA CTEEP

mafsantos@isactEEP.com.br

Resumo

A transformação energética é uma mudança de paradigma que envolve todo o setor elétrico, viabilizando a descarbonização, digitalização e descentralização das redes de geração, transmissão e distribuição de energia, para promover mudanças climáticas, econômicas e sociais. No Brasil, o programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Agência Nacional de Energia Elétrica (P&D ANEEL), existente desde o ano 2000, tem sido um importante recurso para impulsionar a transformação energética. Este estudo relata como a aplicação do *Design Thinking* se mostra adequada a um dos pilares da transformação energética ao otimizar o processo de inspeção digital de linhas de transmissão da empresa ISA CTEEP, responsável pela operação e manutenção de 30% da rede de transmissão de energia elétrica brasileira. Partindo da plataforma legado PowerInspekt, o processo construído em parceria com a ANEEL e com a ISA CTEEP resultou em melhorias de usabilidade, comunicação, rastreabilidade e produtividade da inspeção digital.

Palavras-Chave: *design thinking*; inspeção digital; digitalização do setor elétrico.

Abstract

The energy transformation is a paradigm shift that involves the entire electricity sector, enabling the decarbonization, digitalization and decentralization of energy generation, transmission and distribution networks to promote climate, economic and social change. In Brazil, the National Electric Energy Agency's Research and Development program (P&D ANEEL), which has existed since 2000, has been an important resource for driving energy transformation. This study reports on how the application of Design Thinking proved to be suitable for one of the pillars of the energy

transformation by optimizing the digital inspection process for transmission lines at the ISA CTEEP company, which is responsible for the operation and maintenance of 30% of the Brazilian electricity transmission network. Based on the legacy PowerInspekt platform, the process built in partnership with ANEEL and ISA CTEEP resulted in improvements in usability, communication, traceability and digital inspection productivity.

Keywords: *design thinking; digital inspection; digitalization of the electricity sector.*

1. Introdução

Na última década, o setor elétrico vem crescendo em transformação energética e impactando toda a cadeia do setor, que vai desde a geração até o consumo de energia. A transformação energética é baseada em três pilares que têm cada vez mais direcionado a estratégia das empresas:

- Descarbonização: redução de emissões de gases causadores do efeito estufa inerentes às atividades de geração, transmissão e distribuição do setor;
- Digitalização: modernização de processos e inserção de tecnologias capazes de promover maior segurança, eficiência e capacidade de gerenciamento de dados;
- Descentralização: empoderamento e autonomia do consumidor, como a capacidade de produzir e armazenar sua própria energia.

Em se tratando da digitalização, observa-se benefícios como a redução dos custos nas atividades de operação e manutenção, aumento da segurança no treinamento de profissionais e extensão da vida útil de ativos. Para construir um processo de digitalização de sucesso, é necessário observar, além da digitalização em si — que busca produtividade, desburocratização de processos e gestão eficaz de dados —, a integração da inovação com os profissionais que lidarão com ela diariamente (BERNARDINO, 2020).

Dependendo do papel do profissional de uma empresa do setor elétrico, um mesmo colaborador pode precisar utilizar diferentes sistemas e recursos analógicos e digitais em seu cotidiano, como papel, planilhas, sistemas de mensagens por texto e voz, sistemas de monitoramento, supervisórios, sinais sonoros e visuais, entre outros. Tal diversidade gera uma jornada do usuário intermitente e inconsistente, acarretando ao profissional sobrecarga cognitiva, esforço físico e aumento de níveis de estresse (GE VERNOVA, 2021).

Na área da manutenção, por exemplo, o processo de inspeção de equipamentos é realizado anualmente e segue a Resolução Normativa REN nº 906/2020, estabelecida pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). As análises são realizadas com o intuito de identificar situações como proximidade da vegetação, indícios de oxidação, peças quebradas, entre outros, para manter a confiabilidade, disponibilidade e segurança das redes de energia (ANEEL, 2020).

Para atender às normas, o processo exige grande esforço cognitivo, proveniente do foco e da concentração necessários para utilizar tanto a memória de curto prazo quanto a memória de longo prazo. A atividade envolve lembrar todos os passos e regras de inspeção, como a ordem a ser seguida, áreas que devem ser visualizadas e o que é esperado visualizar em um item dentro ou fora dos padrões desejados, entre outros fatores (See, 2012).

Diante dos desafios, e visto que a digitalização do setor elétrico necessita de soluções viáveis, factíveis e que superem o conservadorismo do setor, a abordagem do *Design Thinking* demonstra-se adequada para construir soluções que atendam às necessidades dos profissionais responsáveis pelo processo de inspeção de torres de transmissão e que também viabilizem a produtividade, confiabilidade e segurança operacional. Neste artigo, é relatado como a abordagem do *Design Thinking* foi utilizada para contribuir com a otimização do processo de inspeção empregado na empresa ISA CTEEP, empresa transmissora de energia elétrica presente em 18 estados e responsável por cerca de 30% da rede de transmissão elétrica do Brasil (ISA CTEEP, 2024).

2. Problema

Tradicionalmente, a inspeção em torres de transmissão pode ser realizada em três níveis

com registro fotográfico por meio de câmeras ou smartphones:

- **Expedita:** onde a inspeção visual é realizada com uso de binóculo e, portanto, com limitação de visão e de registro fotográfico da estrutura;
- **Minuciosa:** onde a inspeção envolve escalada, oferecendo alto risco e dificuldade de acesso para o inspetor;
- **Aérea:** realizada por meio de sobrevoo de helicóptero próximo à torre, que além de oferecer alto risco enfrenta restrições meteorológicas e de horário e limitação fotográfica e visual com o uso de binóculos.

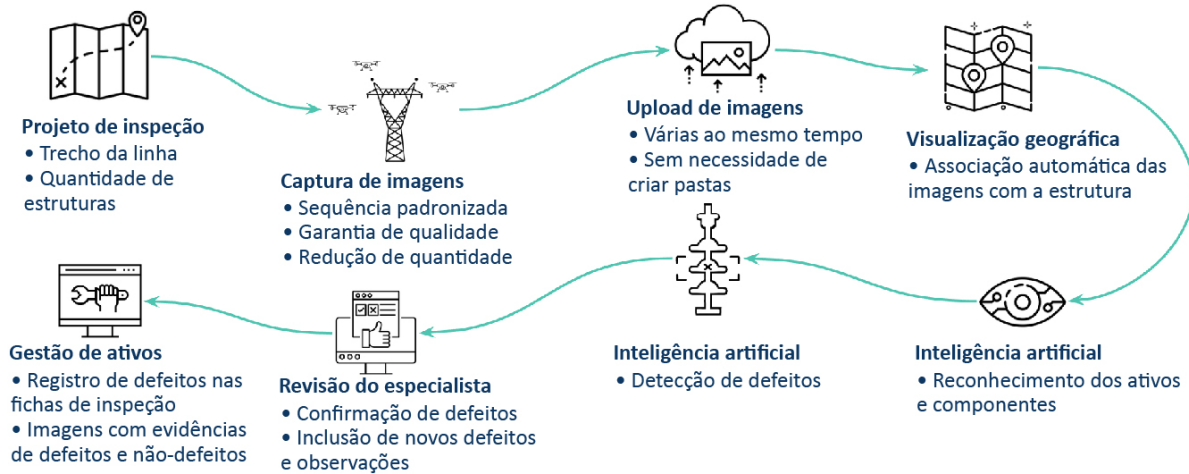
Além dos desafios supracitados, o modelo tradicional de inspeção exige deslocamento até a base das estruturas em locais de difícil acesso e alto custo com pessoal especializado, com o tempo para a execução das tarefas e com o consumo de combustível para o deslocamento. A digitalização do processo torna as inspeções mais seguras, mais rápidas, de menor custo e gera evidências que podem ser apresentadas à agência reguladora (PORTAL POTÊNCIA, 2020; COPEL, 2021; EQUATORIAL ENERGIA, 2024).

Nas transmissoras, a digitalização da inspeção está diretamente relacionada ao atendimento à regulação da ANEEL de inspeção das linhas de transmissão com periodicidade anual (ANEEL, 2020). Porém, com a inspeção digital também surgiram novos desafios:

- Manter o armazenamento das imagens de forma organizada;
- Identificar defeitos manipulando milhares de imagens em pastas;
- Incidência de desconfortos físicos ao manipular as imagens em telas, como visão turva, dor de cabeça, automatismo e perda de foco;
- Necessidade de utilizar diversos *softwares*, nem sempre de um mesmo fornecedor ou integrados entre si, para gerenciar os registros de inspeção.

No ano de 2020, através de um projeto do programa de pesquisa e desenvolvimento da ANEEL (P&D ANEEL), essas necessidades levaram ao desenvolvimento de uma plataforma inteligente de organização e manipulação de imagens para inspeção capturadas com drones em linhas de transmissão chamada PowerInspekt, que possibilitou o escalonamento das atividades de inspeção, abrangendo o armazenamento, organização e registro da inspeção. O funcionamento do PowerInspekt pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 - Funcionamento do PowerInspekt



Fonte: adaptado de divulgação PowerInspekt (2022)

Na ISA CTEEP, através de um outro projeto do programa P&D ANEEL do mesmo ano, as inovações no processo de inspeção das estruturas ao longo da linha de transmissão evoluíram para um estágio onde foi desenvolvido um protocolo de inspeção realizado por drones para a captura das imagens. Um dos pontos do protocolo foi a criação de um Centro de Análise de Imagens Digitais (CAID), composto por profissionais especializados na análise das imagens capturadas para identificação e classificação de defeitos (PORTAL POTÊNCIA, 2020). No entanto, várias etapas do processo ainda não eram automatizadas e integradas, portanto, poderiam estar sujeitas a falhas de registro e armazenamento, além de baixa capacidade de análise de dados a longo prazo para gestão dos ativos.

Em 2023, visando otimizar o processo de inspeção digital da ISA CTEEP, um novo projeto P&D ANEEL (PD-00068-0062/2022) foi iniciado. Desta vez, partindo da plataforma PowerInspekt existente, e com o intuito de aprimorar as etapas já abrangidas pela ferramenta e de criar novas funcionalidades capazes de contribuir para a evolução da digitalização da inspeção, seguiu-se a estratégia de:

1. Mapear o processo de inspeção digital praticado pelo Centro de Análises de Imagens Digitais da ISA CTEEP;
2. Identificar necessidades e oportunidades de otimização do processo;
3. Criar novas funcionalidades e redesenhar funcionalidades existentes com foco em usabilidade e produtividade, partindo da plataforma legada PowerInspekt;
4. Avaliar usabilidade promovida pelas funcionalidades do PowerInspekt e a percepção dos usuários acerca das melhorias do processo.

3. Metodologia

O processo foi conduzido seguindo as etapas do Duplo Diamante, representação estruturada do método de *Design Thinking* (BROWN, 2019), desenvolvida pelo *Design Council* (2024).

3.1. Descoberta

O processo de descoberta foi iniciado por meio de pesquisa qualitativa, aplicando entrevistas semiestruturadas (ROGERS; PREECE; SHARP, 2011) aos cinco membros da equipe CAID, incluindo inspetores e coordenador da equipe, que além da análise das imagens realizam atividades paralelas inerentes ao processo de inspeção. Visando maximizar a adequação do *software* de inspeção digital

e do novo processo de inspeção que seria desenhado, as entrevistas tiveram por objetivo responder de que forma o PowerInspekt atendia ou não atendia às necessidades da equipe CAID e como poderíamos melhorar o PowerInspekt para que ele conseguisse atender às necessidades da equipe.

Além disso, foi solicitado que os profissionais reproduzissem suas tarefas diárias utilizando os sistemas que dispunham para as atividades para observação e posterior comparação de percurso cognitivo com a ferramenta existente (ROGERS; PREECE; SHARP, 2011).

3.2. Definição

A partir das cinco principais etapas do processo realizado pela equipe CAID (Figura 2), foi construída uma Análise Hierárquica de Tarefas (COOPER et al., 2014), buscando mapear em quais etapas do processo havia necessidades de melhoria.

Figura 2 - Fluxograma do processo de inspeção.



Fonte: dos autores (2023)

Na Figura 3 é possível visualizar a quantidade de passos necessários para conclusão de uma inspeção digital pelo processo tradicional da ISA CTEEP. Considerando o caminho ideal da inspeção (blocos azuis), ou seja, quando não são necessários desvios e interferências (blocos cinza), como a necessidade de refazer imagens, de consultar especialistas ou de revisar o código do script de lançamento de notas, por exemplo, são necessários 26 passos para concluir o processo de inspeção de um ativo, incluindo o *upload* em si.

Figura 3 - Análise hierárquica de tarefas.



Fonte: dos autores (2023)

Para a conclusão dos 26 passos era necessário o uso de dois dispositivos, computador e *tablet*, e oito sistemas, sendo eles o explorador de arquivos, *e-mail*, *software* de planilhas, *software* de BI, *software* de visualização de imagens para inspeção, dois *softwares* de registro de defeitos (versão *tablet* e versão navegador *web*) e *software* de lançamento de notas de manutenção (ERP).

Após a captura das imagens, as equipes responsáveis pela coleta com o uso de drones eram responsáveis por disponibilizar as imagens de forma organizada para análise seguindo os passos de:

- a) *Upload* de imagens em pasta de rede;
- b) Organização em pastas seguindo o aninhamento Ano > Regional > Linha > Torre;
- c) Comunicação ao CAID via *e-mail*, incluindo informações sobre o ativo inspecionado.

Após a disponibilização das imagens, era realizada a distribuição das demandas entre os membros da equipe para posterior análise. A distribuição era realizada manualmente seguindo os passos:

- d) Recebimento de *e-mail* das equipes de campo, informando que a inspeção foi realizada e incluindo informações sobre o ativo inspecionado;
- e) Alimentação de planilha com as informações recebidas, responsável nomeado e data limite da inspeção.

Eventualmente, através de *Dashboard* alimentado de forma manual, verificava-se o andamento da inspeção, como a quantidade de inspeções realizadas, atrasadas, programadas, entre outras informações.

Em seguida, era realizado o processo de inspeção conforme os passos abaixo:

- f) Inspetor designado consultava a planilha de distribuição;
- g) Acesso à pasta com imagens da torre a ser inspecionada;
- h) Abertura das imagens no *software* de visualização de imagens;
- i) Início de monitoramento do tempo, registrando manualmente o horário inicial;
- j) Conferimento se as fotos correspondiam à torre selecionada;
- k) Inspeção da foto;
- l) Identificação de defeitos ou constatação de normalidade;
- m) Passar para a foto seguinte.

O registro de defeitos identificados (passo l) era efetuado em duas etapas, sendo a primeira no *software* de registro de defeitos disponível em *tablet* e a segunda na versão navegador *web*, para extração de planilha com os defeitos registrados. Nenhuma das versões possui integração com os demais sistemas, de modo que não era possível associar o registro com a imagem onde o defeito foi detectado. Passo a passo:

- n) Preenchimento no *software* de registro de defeitos (versão *tablet*), incluindo informações sobre o ativo, prazo para manutenção e comentários com informações adicionais;
- o) Consulta de numeração da imagem onde o defeito foi identificado;
- p) Separação da imagem em uma pasta para ser encaminhada posteriormente para a regional (Ano > Regional > Linha > Defeitos);

- q) Edição do nome da imagem com informações sobre o ativo e sobre o defeito identificado;
- r) Extração da planilha do *software* de registro de defeitos (versão navegador *web*) incluindo informações sobre o ativo e sobre os defeitos registrados.

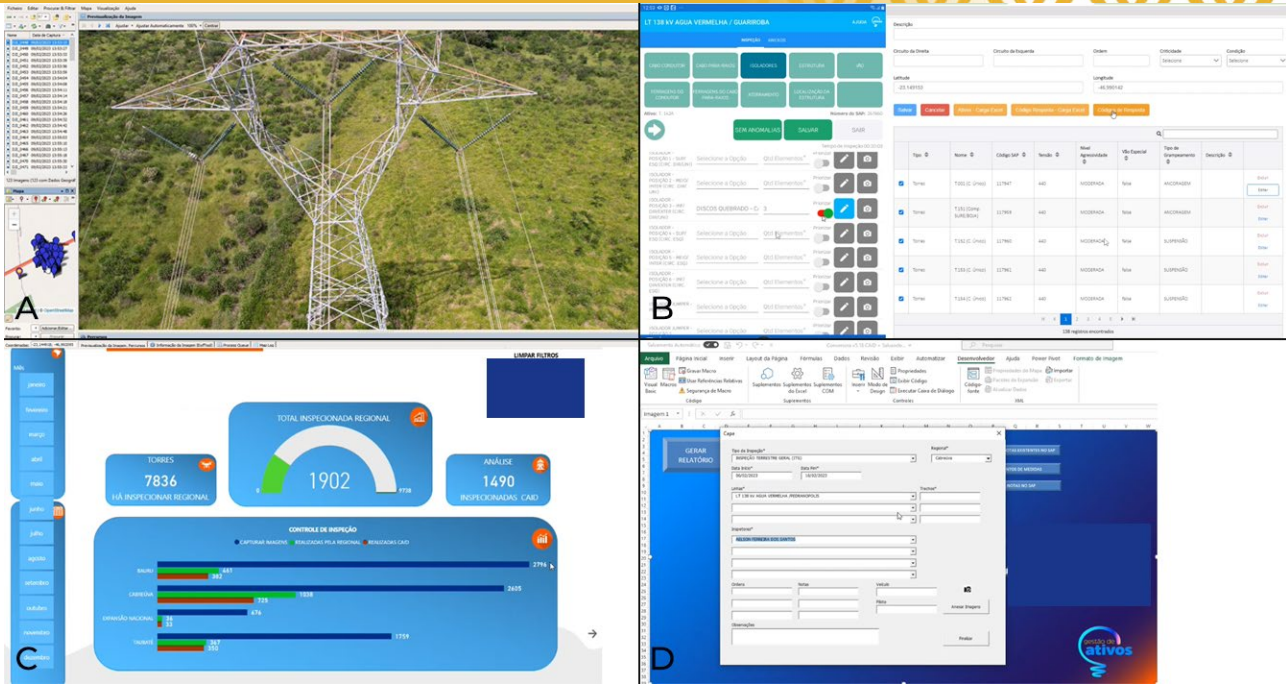
Após a análise, a equipe CAID enviava as informações registradas para a equipe responsável pela manutenção das torres de transmissão. Este envio era realizado através do lançamento dos registros em um *software* de gestão da manutenção (doravante ERP), através de um script desenvolvido em macros do Excel, para converter as informações exportadas na planilha do *software* de registro de defeitos (versão navegador *web*) para o formato suportado pelo ERP utilizado pela companhia.

Eventualmente, esta etapa poderia gerar erros de integração devido a atualizações realizadas em outras áreas, sendo necessário consultar o código do ERP em busca de atualizações para então realizar ajustes diretamente no código do script e do *software* de registro de defeitos, sendo necessário reenviar o relatório após as atualizações. Passo a passo:

- a) *Download* da relação de notas do ERP em um script de conversão para atualização da base;
- b) Importação da planilha do *software* de registro de defeitos no script de conversão;
- c) Exportação do relatório do script de conversão;
- d) Verificação de notas duplicadas;
- e) Preenchimento de planilha com informações sobre os defeitos registrados;
- f) Importação de planilha no ERP;
- g) Envio de relatório para o ERP;
- h) Atualização da planilha informando a conclusão da inspeção da estrutura.

A Figura 4 ilustra alguns dos *softwares* utilizados ao longo do processo.

Figura 4 – a) Visualização de imagens; b) Registro de defeitos (*tablet* e *web*); c) *BI*; d) Script para interface entre *software* de visualização de defeitos e ERP.



Fonte: dos entrevistados (2023)

Através da análise das tarefas, foram identificadas necessidades de melhorias a respeito de insatisfações com o cenário original sob a ótica de 4 tópicos, sendo eles tempo/agilidade, ferramentas, comunicação e processo. Além disso, foi possível identificar em quais etapas e de que forma o PowerInspekt atendia ou não às necessidades, não apenas da equipe CAID, mas também da equipe de campo, responsável pela coleta e disponibilização das imagens.

Quadro 1 – Dores da equipe CAID no processo original de inspeção digital

Tópico abordado	Insatisfação relatada
Tempo/Agilidade	<ul style="list-style-type: none"> Lentidão no processo de distribuição, podendo levar até 3 dias para a conclusão; Lentidão no processo de gestão do ERP; Lentidão do processo em geral, proporcionada pela necessidade de usar vários sistemas e dispositivos; Lentidão do processo de registro de defeito, proporcionada pela necessidade de digitação (informação não estruturada); Falta de suporte para acionar em caso de problemas com as ferramentas atuais (<i>software</i> de registro de defeitos, <i>script</i> de conversão), o que atrasa o processo.
Ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> Georreferenciamento das imagens é feito de forma manual; Inviabilidade de marcar defeitos dentro do <i>software</i> de visualização de imagens, precisando mudar para o <i>tablet</i>; Inviabilidade de visualizar o histórico/evolução de defeitos da estrutura, tendo que registrar e visualizar informações em planilhas; Atualização do <i>software</i> de registro de defeitos é

	<ul style="list-style-type: none"> trabalhosa; • Dificuldade em gerenciar abertura de notas para mais de um colaborador (não podem executar simultaneamente); • Atualização do script de conversão é trabalhoso e muito manual; • Dificuldade em visualizar imagens em alta resolução; • Atualização do <i>BI</i> é manual; • Visual do script desagradável.
Comunicação	<p>Atualização do ERP é recorrente. Além disso, a área responsável não comunica para que o CAID atualize o script de conversão e o <i>software</i> de registro de defeitos, consequentemente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Não há prevenção de erros em relação à necessidade de atualização do script de conversão; • Não há prevenção de erros em relação à necessidade de atualização do <i>software</i> de registro de defeitos; • Não há meios simples de se comunicar com outros setores através dos <i>softwares</i>; • Atualização do <i>BI</i> não é automatizada, não é possível saber se está atualizada.
Processo	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecarga de trabalho; • Desgaste com a quantidade de passos e sistemas utilizados; • Consequências de saúde devido ao excesso de imagens (visão turva, dor de cabeça, automatismo, perda de foco); • Alta responsabilidade em caso de falhas: Falhas são de responsabilidade apenas do inspetor e podem resultar em acidentes graves, de alto custo financeiro para a empresa, de indisponibilidade para os consumidores, entre outros; • Rastreabilidade de quem e quando as ações foram executadas trabalhosa; • Não há como registrar pendências, portanto não há monitoramento dessas pendências.

Fonte: dos autores (2024).

3.3. Ideação

Diante das insatisfações relatadas, a busca pela otimização do processo foi construída com foco na otimização e construção de uma ferramenta que promovesse os relacionamentos intra e interequipes e na estruturação de um fluxo de trabalho que promovesse a agilidade organizacional com redução de esforço. Foram identificadas oportunidades de otimização em todas as etapas do processo que envolvem ativamente a equipe CAID, que vão desde a distribuição das torres entre responsáveis pela análise até a abertura de notas no *software* de manutenção. A funcionalidade de *upload* de imagens já existente no PowerInspekt, que utiliza georreferenciamento para a separação automática de imagens, já se apresentava como uma oportunidade de redução de tempo e esforço e como melhoria na comunicação entre as equipes de campo e de análise, quando comparada ao

processo tradicional da ISA CTEEP. Ainda assim, foi identificada a oportunidade de melhoria no feedback para o usuário, através de um log de *uploads* que indicasse o sucesso ou falha dos envios e também o progresso do processamento da inteligência artificial existente no *software*.

No processo de distribuição de imagens, havia a possibilidade de redução de tempo e esforço através da automatização parametrizada com regras estabelecidas e editáveis. Atrelada à distribuição automática, a ferramenta poderia reduzir a sobrecarga de trabalho após retorno do funcionário em caso de afastamentos, como férias e atestados, por meio da viabilização da parametrização do prazo de amortização de inspeção de imagens. Para promover a autogestão e garantir maior precisão e sincronização no compartilhamento de informações, o *dashboard*, originalmente alimentado manualmente por planilha, conseqüentemente também poderia ter sua atualização automatizada. Essa funcionalidade também poderia informar sobre atrasos no processo de inspeção, promovendo a rastreabilidade das inspeções, tornando as informações mais transparentes e o acompanhamento da gestão mais fácil.

Na etapa de inspeção e de registro de defeitos, foi identificada a oportunidade de redução de tempo e esforço por meio da estruturação de informações semipreenchidas, eliminando a necessidade de digitação e a necessidade de consulta a outras fontes de informação que poderiam ser carregadas diretamente do banco de dados. Outra possibilidade de redução de tempo e esforço seria a redução do número de tarefas através da eliminação do uso do *tablet* e de tarefas associadas ao uso e atualização de diferentes *softwares*, como *software* de visualização de imagens, *software* de registro de defeitos, planilhas e macros Excel. Além disso, a viabilização do registro de demandas, com a possibilidade de reportar aos responsáveis pelo *upload* de imagens a necessidade de refazer alguma imagem, por motivos de erro ou má qualidade, poderia tornar o processo mais bem documentado.

Para a abertura de notas de manutenção, identificou-se a oportunidade de reduzir o tempo e esforço decorrentes da gestão do ERP por meio da integração entre ERP e PowerInspekt, eliminando o uso do script de conversão. Além de uma funcionalidade de emissão de relatórios que compilassem os dados registrados, facilitando a comunicação entre setores e a documentação da inspeção a longo prazo.

3.4. Entrega

Após o processo de ideação e análise de viabilidade e impacto, foi apresentada à equipe CAID a proposta de redefinição do processo para validação, como pode ser observado na Figura 5, onde os quadros de baixa opacidade representam as etapas que seriam eliminadas do processo original. Com o PowerInspekt, o caminho ideal, representado na Figura 3 com 26 passos, desde o *upload* de imagens até a atualização da planilha de distribuição, seria reduzido para 9 passos, indo do *upload* de imagens ao envio do relatório ERP, representando uma redução de 61% das tarefas realizadas pelos inspetores. Todos os 9 passos são executados apenas no PowerInspekt (redução de 87% dos sistemas) e em um único dispositivo, o computador (redução de 50%). Foram então construídos protótipos digitais navegáveis para validação com a equipe e posterior desenvolvimento na ferramenta entregue no projeto.

Figura 5 – Novo processo: etapas eliminadas



Fonte: dos autores (2023)

3.5. Avaliação e Análise dos Dados dos Usuários

Para avaliação da usabilidade, foram selecionadas as funcionalidades de uso mais frequente, incluindo o fluxo de inspeção, desde a consulta de um ativo atribuído até o registro do defeito, e a navegação no *dashboard* para visualização da produtividade de inspeção. A execução das tarefas ocorreu de forma remota, através de videochamada individual, enquanto o participante compartilhava a tela e narrava a execução. A análise teve como objetivo avaliar se as funcionalidades desenvolvidas foram capazes de sanar as insatisfações levantadas na fase de Descoberta, através das oportunidades identificadas durante a fase da ideação. A avaliação foi realizada em modo híbrido, alternando tarefas e entrevista semiestruturada (GOODMAN; KUNIAVSKI; MOED, 2012).

As perguntas da entrevista foram realizadas de acordo com a necessidade demonstrada pelo desenvolvimento dos testes e abordaram: a redução de etapas e de sistemas necessários para o processo de inspeção; a autonomia das pessoas responsáveis pela inspeção; a facilidade de acompanhamento da disponibilização de imagens para inspeção; e o acompanhamento da produtividade da inspeção. Segue abaixo o roteiro inicial:

Tarefa 1: vamos supor que você vai iniciar agora o seu dia de trabalho de inspeção. Gostaria que você realizasse seu caminho habitual para visualizar as torres estão atribuídas a você, inicie uma inspeção e registre um defeito.

Tarefa 2: vamos supor que você deseja ser atualizado sobre a sua produtividade. Acesse a tela de inspeção do *dashboard* e informe o que você entende das informações que estão em tela. Em seguida, visualize se você possui inspeções atrasadas, sua quantidade e quais são os ativos que estão com atraso.

Entrevista:

- Há quanto tempo tem utilizado o PowerInspekt?

- Do que você sentia falta no processo anterior e que foi sanado com o uso do PowerInspekt?
- Quantas horas por semana você tem analisado imagens no PowerInspekt hoje?
- Você percebeu alguma redução de tempo em relação ao processo anterior?
- Houve dificuldades para aprender a utilizar? Quais?
- Houve necessidade de aprender coisas novas para utilizar o PowerInspekt? Quais?
- Houve necessidade de recorrer aos demais membros da equipe para sanar dúvidas sobre o uso do PowerInspekt?
- Costuma sentir dificuldade de encontrar alguma informação no PowerInspekt?
- Considera que a otimização do PowerInspekt foi realizada de forma colaborativa, envolvendo a ISA CTEEP e a equipe PowerInspekt?
- Considera que o processo foi adaptado ao PowerInspekt de forma adequada?
- Qual a sua percepção a respeito da melhoria do processo em geral?
- Qual a sua expectativa de que haja novos ganhos com o PowerInspekt?

4. Evolução da Plataforma PowerInspekt

É importante ressaltar que todo o processo da descoberta à entrega proposto pelo framework utilizado foi revisitado diversas vezes ao longo do projeto, visando não apenas cumprir com entregas gradativas, como também manter a equipe da CAID da ISA CTEEP familiarizada com a inovação, minimizando assim o impacto da implementação de um novo processo. A participação e o engajamento da equipe foram essenciais para o alcance dos resultados. A seguir, é apresentada a versão final da plataforma PowerInspekt e funcionalidades.

4.1. Catálogo de Projetos

Através da integração do PowerInspekt com o *software* ERP utilizado pela ISA CTEEP, a plataforma importa todo o planejamento da inspeção cadastrado no ERP, criando um catálogo de linhas de transmissão a serem analisadas ao longo do ano, poupando assim o esforço de criar diretórios (Figura 6).

Figura 6 – Catálogo de Projetos

Catálogo de Projetos Adicionar projeto

Busca: Status: 🔍

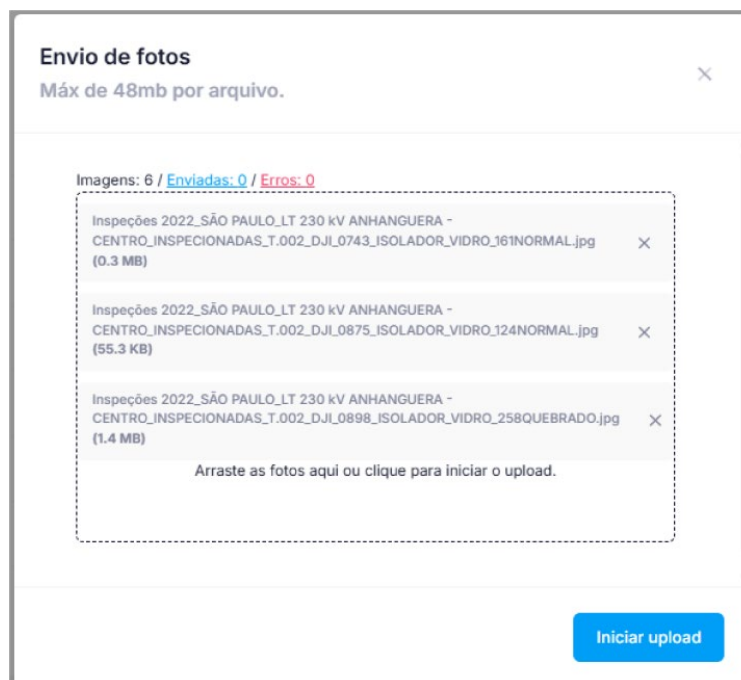
NOME DO PROJETO	DESCRIÇÃO	STATUS	IMAGENS	DATA DE CRIAÇÃO	ÚLTIMA MODIFICAÇÃO	AÇÕES
LT 230 KV AIMORES - CONSELHEIRO PENA	LT 230 KV AIMORES - CONSELHEIRO PENA	Novo	0	30/01/2024	30/01/2024	Ações
Testes InForma	projeto para testes da In Forma	Em Andamento	3	28/01/2024	06/05/2024	Ações
RAMAL ASSIS	RAMAL ASSIS	Em Andamento	108	07/02/2024	01/03/2024	Ações
LT 138 KV PROMISSÃO - CERRADINHO	LT 138 KV PROMISSÃO - CERRADINHO	Finalizado	405	04/02/2024	28/02/2024	Ações
LT 345 KV VIANA 2 - JOÃO NEIVA 2	LT 345 KV VIANA 2 - JOÃO NEIVA 2	Finalizado	478	05/02/2024	29/02/2024	Ações
LT 500 KV ITABIRA 5 - MESQUITA	LT 500 KV ITABIRA 5 - MESQUITA	Em Andamento	742	06/03/2024	06/03/2024	Ações
LT 500 KV NEVES 1 - ITABIRA 5	LT 500 KV NEVES 1 - ITABIRA 5	Finalizado	823	08/02/2024	27/02/2024	Ações
LT 500 KV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C2	LT 500 KV COLINAS - RIBEIRO GONÇALVES C2	Em Andamento	1143	05/02/2024	06/03/2024	Ações
LT 138 KV CERQUILHO 3 - ITAPETI 2	LT 138 KV CERQUILHO 3 - ITAPETI 2	Finalizado	3971	30/01/2024	04/03/2024	Ações

Fonte: dos autores (2023)

4.2. Upload de Imagens

Com o PowerInspekt, um pacote de imagens contendo diferentes ativos pode ser adicionado na linha de transmissão selecionada na tela de Catálogo de Projetos, enquanto a organização delas ocorre de forma automática por meio das localizações atribuídas através de georreferenciamento da captura. Após o envio de imagens, é possível confirmar se todas foram adicionadas com sucesso e quantas foram adicionadas a cada torre, facilitando o acompanhamento da disponibilização das imagens (Figura 7).

Figura 7 – Andamento do upload de imagens



Fonte: dos autores (2023)

4.3. Distribuição de Estruturas

A distribuição de estruturas passa a ser automatizada, tornando-se desnecessário o envio de *e-mail* comunicando a disponibilização das imagens para inspeção. O sistema automaticamente atribui o ativo com novas imagens adicionadas a um dos inspetores, previamente cadastrados para análise das imagens, com base nas configurações predefinidas pelo administrador do sistema, sendo possível escolher o critério de distribuição, o critério de afastamento e o critério de produtividade, que facilitam a gestão das inspeções.

O critério de distribuição determina se a distribuição de estruturas será realizada equilibrando a quantidade de ativos, como era feito no processo original da equipe CAID, ou equilibrando a quantidade de imagens entre os inspetores. A adição do modelo de distribuição por quantidade de imagens reduz possíveis discrepâncias no volume de trabalho entre os inspetores, uma vez que diferentes tipos de torres necessitam de um diferente volume de imagens para inspeção, podendo variar de cerca de 20 até 570 imagens por ativo, conforme dados fornecidos pela equipe CAID para o ano de 2022.

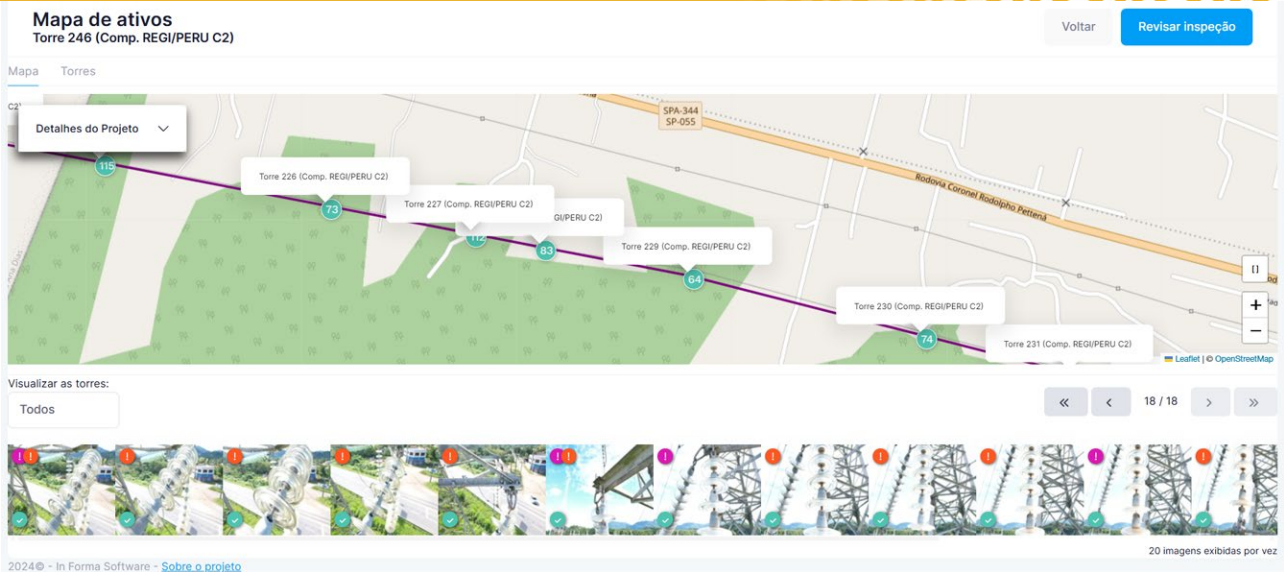
O critério de afastamento permite que, caso seja cadastrado o afastamento de um usuário, o PowerInspekt automaticamente interrompa o envio de novos ativos para serem inspecionados por esse usuário e distribua entre os demais inspetores disponíveis os ativos não finalizados até o período do afastamento, garantindo que nenhum ativo passará despercebido. Por sua vez, o critério de produtividade determina o prazo esperado para manter a produtividade da equipe e é contado a partir da data de *upload* das imagens do ativo. Uma vez ultrapassado o prazo, os inspetores visualizam o status “Em atraso” para o ativo correspondente, auxiliando na priorização do trabalho.

Caso deseje, o administrador do sistema também pode, a qualquer momento, desligar a distribuição automática e executá-la manualmente, ou ainda alterar o responsável por uma inspeção atribuindo as torres manualmente, tenha sido a distribuição automática ou não, viabilizando assim a transferência de demandas em casos emergenciais, em situações que um inspetor precisar de auxílio na conclusão de suas tarefas, entre outros casos.

4.4. Inspeção e Registro de Defeito

Ao iniciar a inspeção de uma linha de transmissão, o inspetor visualiza a distribuição geográfica (Figura 8) ou a lista de todos os ativos a ele atribuídos, o status da inspeção e o número de defeitos detectados em cada um deles, pelo próprio inspetor ou pela inteligência artificial.

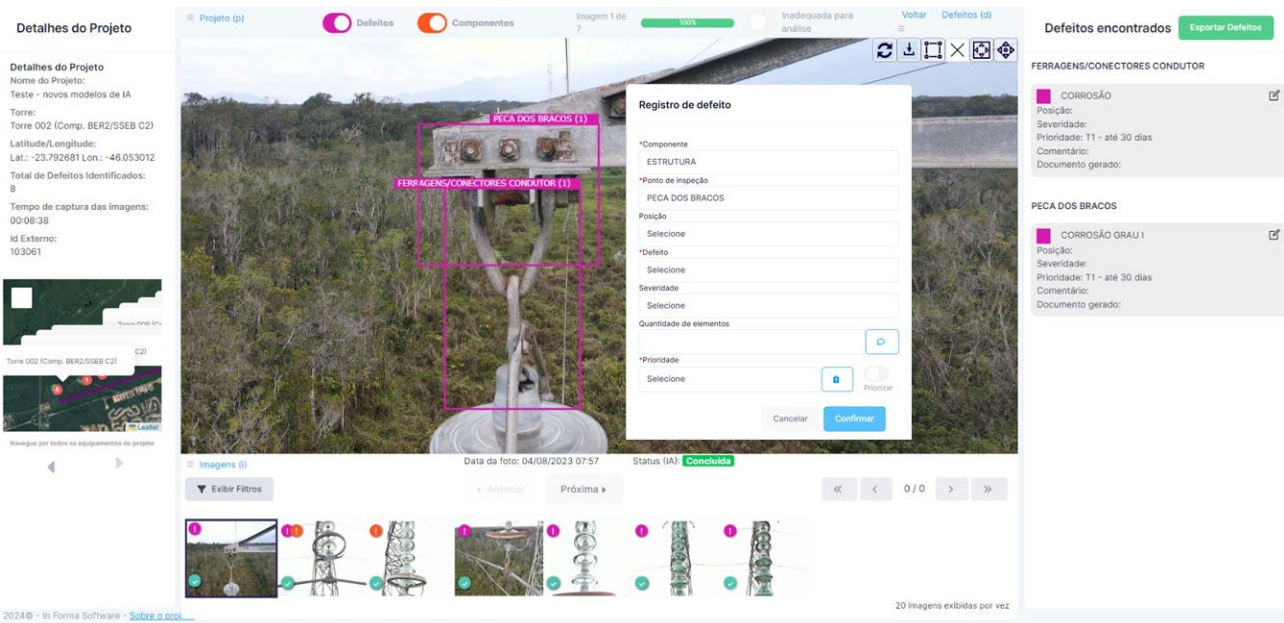
Figura 8 – Mapa de ativos



Fonte: dos autores (2023)

A tela de inspeção (Figura 9) traz todas as informações necessárias para um procedimento ágil sem renunciar à segurança, como localização do ativo no mapa, posição da imagem em relação ao ativo, lista de miniaturas de imagens adicionadas para o ativo, filtros para imagens com defeito e não inspecionadas e a lista de defeitos registrados para o ativo.

Figura 9 – Tela de inspeção



Fonte: dos autores (2023)

O registro de defeitos passa a ser realizado no mesmo sistema da inspeção e sem a necessidade de trocas entre dispositivos, havendo duas possibilidades: o registro via inteligência artificial, com detecção de componentes e defeitos, e o registro realizado pelo operador. Em ambas as modalidades, todas as informações essenciais foram estruturadas para agilizar a tarefa e garantir

a uniformidade de registros entre diferentes inspetores sem risco de falta de informações, bem como viabilizar o posterior tratamento dos dados através de relatórios. Os campos foram definidos com base no mapeamento realizado ao longo do projeto para abranger todas as informações essenciais de um registro.

O cálculo da prioridade obedece a regras predefinidas pela ISA CTEEP. O PowerInspekt preenche o campo automaticamente evitando que o usuário informe dados incorretos ou precise consultar outros bancos de dados para preenchimento.

4.5. Abertura de Notas de Manutenção

Os registros de defeitos concluídos estão aptos a serem exportados ao ERP para solicitar a criação de documentos. A solução dispõe de filtros que permitem selecionar e priorizar os registros e enviar para exportação. O processo de exportação, de acordo com a qualificação de cada registro de inspeção, solicita abertura de notas de manutenção ao ERP, eliminando a necessidade de uso de script de conversão do processo original e, portanto, aumentando a agilidade e reduzindo o esforço do processo. Na solicitação ao ERP são enviadas informações referentes ao defeito, como o equipamento, prioridade e data de ocorrência, por exemplo.

A exportação em si é um processo que ocorre em segundo plano e, portanto, pode ser realizado em paralelo a outras tarefas que requerem atenção, como o próprio processo de inspeção dos demais ativos. Ao término da exportação são gerados logs com as informações e situação enviadas para confirmação de que tudo foi devidamente registrado. Em caso de Sucesso, constarão os números dos documentos retornados na Descrição do Log. Ocorrendo uma falha, é possível detalhar o Log para visualizar o motivo, que pode ocorrer por já existir exportação prévia, evitando assim duplicidades, por exemplo.

4.6. Gerenciamento de Usuários

O gerenciamento de usuários dá autonomia ao administrador do sistema para a criação de novos perfis ou edição e remoção de perfis de usuários existentes a qualquer momento, sendo possível escolher o nível de permissão de acesso (Administrador ou Inspetor) e permitindo informar dados internos da empresa, como número de matrícula, equipe ou tempo de afastamento, como férias ou atestado, impedindo que inspetores indisponíveis recebam torres para inspecionar indevidamente e redistribuindo as torres que não tiveram suas inspeções concluídas até o início do período especificado.

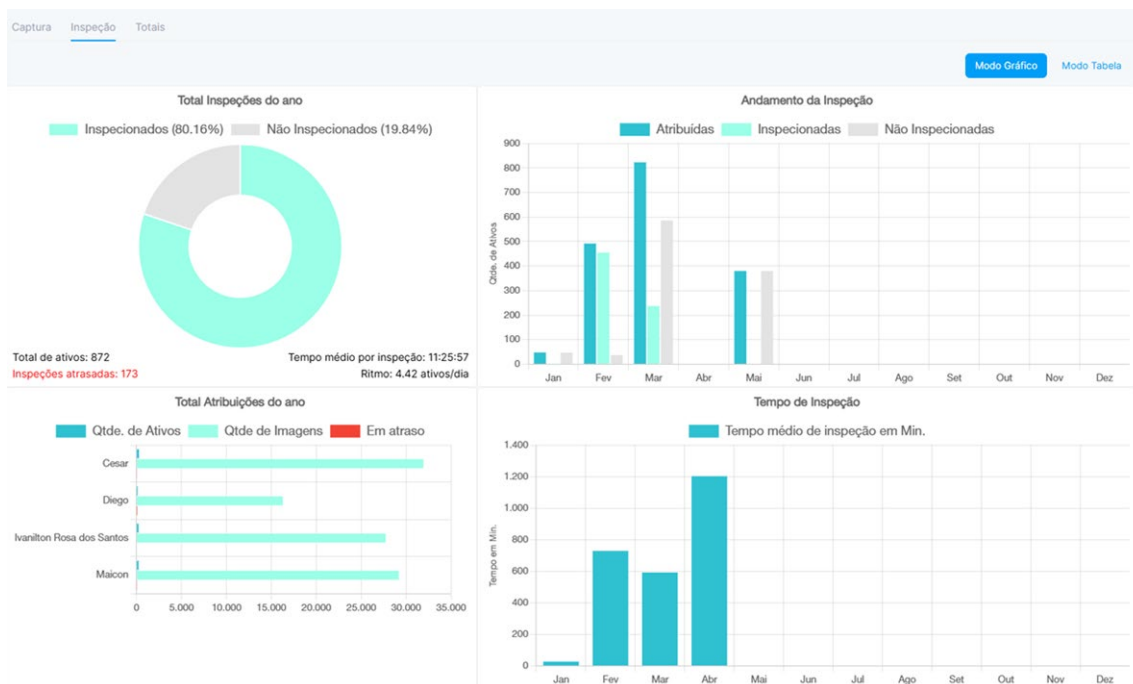
4.7. Dashboard

O *dashboard* traz três abas para a gestão das inspeções, sendo elas Captura, Inspeção e Totais. As abas de Captura e Inspeção estão disponíveis em dois formatos, Modo Gráfico, que quantifica os dados, e Modo Tabela, que qualifica as informações. Ambas dispõem de filtros para direcionar análises individuais, como por regional, linha de transmissão, tipos de estrutura, responsável, entre outros. Todas as abas são alimentadas automaticamente à medida que novos ativos e imagens são adicionadas e inspecionadas no PowerInspekt, não sendo necessário digitar nenhuma informação que alimenta a seção, tornando as informações da gestão mais práticas, ágeis, transparentes e precisas.

A aba Captura tem a função de informar sobre o andamento das capturas de imagens já adicionadas ao PowerInspekt ao longo do ano, exibindo a quantidade e o percentual das capturas pendentes e efetuadas; o tempo médio de voo para os ativos capturados; a meta diária e mensal necessária para que a programação seja atendida; e a evolução das capturas mês a mês.

Já a aba Inspeção (Figura 10) promove a gestão das inspeções digitais e do desempenho dos inspetores, informando a quantidade e o percentual de ativos disponibilizados no PowerInspekt que já foram inspecionados e que estão pendentes; se as inspeções pendentes estão dentro do prazo para conclusão ou em atraso; o tempo médio de inspeção para ativos com inspeção concluída; a quantidade de ativos e de imagens atribuídos a cada inspetor ao longo do ano e mês a mês.

Figura 10 – *Dashboard* de inspeção



Fonte: dos autores (2023)

No Modo Tabela é possível visualizar, individualmente, todos os ativos que compõem a seleção de filtros configurada, viabilizando análises qualitativas e exportação dos dados de ambas as fontes de dados, captura e inspeção. Além disso, é possível exportar informações do *dashboard* em formato .pdf ou .xlsx, possibilitando o uso das informações em relatórios, como o Relatório de Inspeção Digital Geral, por exemplo, emitido mensalmente pela equipe CAID, com dados do número total de torres planejadas, inspecionadas e pendentes.

A aba Totais compila os tempos médios de voo e inspeção, quantidade média de torres inspecionadas por dia e quantidade total de torres e imagens inspecionadas, permitindo a comparação entre todas as regionais, níveis de tensão, tipos de torres e linhas de transmissão em uma visualização única para o ano selecionado.

4.8. Emissão de Relatórios

O PowerInspekt permite que sejam gerados relatórios das inspeções efetuadas com os defeitos detectados. Os relatórios podem ser gerais por projeto ou personalizados por filtros, sendo possível emitir relatórios para um determinado inspetor, componente ou compilando todos os ativos onde foram detectados um determinado defeito no projeto, por exemplo (Figura 11a). O relatório emitido é enviado ao *e-mail* do usuário e pode ser baixado e editado como desejar (Figura 11b). Também é possível emitir relatórios incluindo as imagens marcadas como inadequadas, como imagens tremidas, embaçadas ou de localização incorreta, por exemplo, para comunicação com responsáveis pela captura.

Figura 11 – a) Tela de emissão de relatório; b) Modelo de relatório emitido.

Gerar relatório de falhas e defeitos

Gerar o relatório com imagens Upload de template Imagens inadequadas **Gerar Relatório**

Projeto	Responsável	Torres	Componentes	Pontos de inspeção	Defeitos	
LT 138 kV CAPÃO BONITO REGISTRO TAU	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	

PROJETO	RESPONSÁVEL	TORRE	COMPONENTE	PONTO DE INSPEÇÃO	DEFEITO	SEVERIDADE	PRIORIDADE
LT 138 kV CAPÃO BONITO REGISTRO TAU	Diego	Torre 241A (Comp. CBN/REGI C2)	ESTRUTURA	PEÇA DOS BRACOS	CORROSÃO GRAU II	Baixa	T12 - até 365 dias
LT 138 kV CAPÃO BONITO REGISTRO TAU	Diego	Torre 241A (Comp. CBN/REGI C2)	ISOLADOR	ISOLADOR	CORROSÃO	Baixa	Doc Medida
LT 138 kV CAPÃO BONITO REGISTRO TAU	Diego	Torre 241A (Comp. CBN/REGI C2)	ISOLADOR	ISOLADOR	CORROSÃO	Baixa	Doc Medida
LT 138 kV CAPÃO BONITO REGISTRO TAU	Maicon	Torre 202 (Comp. CBN/REGI C2)	ISOLADOR	ISOLADOR	CORROSÃO	Média	T1 - até 30 dias
LT 138 kV CAPÃO BONITO REGISTRO TAU	Maicon	Torre 252 (Comp. CBN/REGI C2)	ISOLADOR	ISOLADOR	CORROSÃO	Baixa	Doc Medida
LT 138 kV BERTIÓGA - SÃO SEBASTIÃO CT-C2	Cesar	Torre 020 (Comp. BER2/SSEB C2)	FERRAGENS DE CONDUTOR	FERRAGENS/CONECTORES CONDUTOR	CORROSÃO	Baixa	Doc Medida

Anomalias encontradas na torre Torre 152 (Comp. BER2/SSEB C2) (BER2SSEB1382-TAUBA)

COMPONENTE: ISOLADOR
 PONTO DE INSPEÇÃO: ISOLADOR
 DEFEITO: CONDIÇÃO PERIGOSA (DIR/NI)
 POSIÇÃO: Baixa
 SEVERIDADE: Baixa
 VALOR: Valor não informado
 PRIORIDADE: T1 - até 30 dias
 INSPECTOR: Telma Torres
 DATA DE INSPEÇÃO: 27/09/2023
 COMENTÁRIO: Anomalia sem comentário

Fonte: dos autores (2023)

5. Avaliação e Análise dos Dados dos Usuários

Na ocasião da avaliação, o PowerInspekt estava em uso em ambiente de produção há cerca de 45 dias, ao longo dos quais estavam disponíveis todas as funcionalidades do novo processo até a etapa de registro de defeitos, além da emissão de relatórios e *dashboard*. Ao longo da execução das tarefas solicitadas para o processo de inspeção e uso do *dashboard*, os usuários demonstraram boa familiaridade com os fluxos. Seguem trechos das entrevistas:

É a ferramenta que nós queríamos no início do projeto para inspeção manual. O *upload* não precisa separar por pastas, já aloca tudo no lugar que é necessário, a questão da marcação que posso fazer diretamente nele e não no *tablet*, o percentual de visualização, opções para registro de defeito de acordo com o catálogo da empresa. É uma excelente ferramenta de inspeção (Funcionário ISA CTEEP, em entrevista realizada pelos autores, 2023).

Mais prático, moderno, com usabilidade de inspeção, mais opções de filtro, bem melhor (Funcionário ISA CTEEP, em entrevista realizada pelos autores, 2023).

Em geral, usuários enfatizaram benefícios já esperados, como:

- Redução do tempo de inspeção, permitindo que o tempo poupado pela solução seja utilizado em outras demandas, incluindo novos projetos de pesquisa e desenvolvimento;
- Redução de esforço no registro de defeitos por meio da redução de cliques e digitação no processo;
- Maior praticidade e velocidade no registro de defeitos com campos estruturados;
- Maior praticidade no processo de sinalização de imagens inadequadas;
- Maior praticidade no processo de salvar a imagem para registro de defeito;
- Percepção de redução de tempo e aumento da facilidade de executar a inspeção em relação ao processo anterior;
- Percepção de aumento da qualidade de exibição das imagens;
- Percepção de que houve melhoria no processo de inspeção em geral, incluindo maior praticidade e velocidade com as opções fornecidas pela solução em comparação ao processo anterior, como filtros, modos de visualização, atalhos, localização da torre e da imagem.

O processo foi realizado com os membros da equipe CAID, portanto responsáveis pela inspeção digital e não pela captura e *upload* das imagens. No entanto, também foi pontuado como benefício pelo gestor da equipe a percepção de redução de esforço e tempo no processo de *upload* das imagens. Cada responsável pela captura de imagens para análise coleta semanalmente cerca de 16 mil imagens, o que equivale a aproximadamente 125 torres. Estima-se que o *upload* semanal pelo novo processo apresentará um ganho mínimo de 2 a 3 horas semanais por pessoa pelo fato de não ser necessário alocar as imagens em diretórios manualmente.

Além do relatado nas entrevistas pela equipe CAID, vale ressaltar que a ISA CTEEP (2024) reconhece ainda a contribuição do projeto para a transformação digital da companhia, destacando a eliminação de várias etapas do processo original de análise e a contribuição da ferramenta para uma maior rapidez na avaliação e identificação de defeitos, evitando interrupções na transmissão de energia, e proporcionando maior segurança, transparência e rastreabilidade no processo de inspeção.

6. Conclusão

O uso do *Design Thinking* como ferramenta para otimização mostrou-se como uma abordagem poderosa para o processo de digitalização do setor elétrico, promovendo a usabilidade não apenas no processo de inspeção digital, mas também em áreas adjacentes. Além disso, o processo colaborativo, contando com participação e o engajamento dos usuários, no caso deste projeto a equipe CAID da ISA CTEEP, e as entregas iterativas viabilizadas pela abordagem do *Design Thinking* foram fatores cruciais para os resultados alcançados, envolvendo uma equipe multidisciplinar, que incluía especialistas em *Design* e no processo de inspeção tradicionalmente praticado no setor elétrico, e estimulando a participação dos membros da equipe CAID, fazendo com que se sentissem confortáveis para expor suas ideias não apenas na equipe do projeto, mas também internamente na ISA CTEEP.

Embora o estudo tenha sido realizado majoritariamente em conjunto com integrantes da empresa ISA CTEEP, o processo, bem como a solução construída com apoio dos especialistas do setor elétrico, pode ser aplicado ao setor de transmissão de energia elétrica em geral. Além dos resultados alcançados, destaca-se o potencial benefício do uso do PowerInspekt a longo prazo sobre a rastreabilidade dos defeitos registrados na ferramenta, como a possibilidade de visualizar a evolução de um mesmo componente ao longo dos anos e o uso de dados das inspeções para aumentar a assertividade da priorização das manutenções periódicas.

7. Referências

ANEEL. **Resolução normativa ANEEL Nº 906**. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 8 dez. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2020906.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2024.

BERNARDINO, M. Digitalização, integração e inovação: os três pilares para o futuro do setor de energia. **O Setor Elétrico**, 2020. Disponível em: <https://www.osetoreletrico.com.br/digitalizacao-integracao-e-inovacao-os-tres-pilares-para-o-futuro-do-setor-de-energia-2/>. Acesso em: 29 mai. 2024.

BROWN, T. **Design Thinking**: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro. 3ª reimpressão. Elsevier, 2010. 249 p.

COOPER, A *et al.* **About face**: the essentials of interaction design. United States. 4th edition. John Wiley & Sons, 2014. 720 p.

COPEL. Com uso de drones na inspeção das redes, Copel evita desperdício e reforça segurança do

processo. **Agência Estadual de Notícias - AEN**, 13 ago. 2021. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Com-uso-de-drones-na-inspecao-das-redes-Copel-evita-desperdicio-e-reforca-seguranca-do>. Acessado em: 20 mai. 2024.

DESIGN COUNCIL. The Double Diamond: a universally accepted depiction of the design process. **Design Council**. United Kingdom, 2024. Disponível em: <https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/>. Acessado em: 16 fev. 2024.

EQUATORIAL ENERGIA. No Pará, uso de drones facilita inspeção de linhas de transmissão e distribuição de energia em áreas de difícil acesso. **Equatorial Energia**, 2024. Disponível em: <https://pa.equatorialenergia.com.br/2022/01/no-para-uso-de-drones-facilita-inspecao-de-linhas-de-transmissao-e-distribuicao-de-energia-em-areas-de-dificil-acesso/#!>. Acessado em: 20 mai. 2024.

GE VERNOVA. Raising the Bar: Setting the New User Experience Standard for the Grid. **GE Digital**, 2021. Disponível em: <https://www.ge.com/digital/lp/raising-bar-setting-new-user-experience-standard-grid>. Acessado em: 09 abr. 2024.

GOODMAN, E; KUNIAVSKI, M; MOED, A. **Observing the User Experience: A Practitioner's Guide to User Research (English Edition)**. United States. 2nd ed. Elsevier, 2012.

ISA CTEEP. INOVAÇÃO: ISA CTEEP adota drones em 100% das inspeções em torres de transmissão. **ISA CTEEP**, 23 mar. 2024. Disponível em: <https://www.isactEEP.com.br/pt/noticias/inovacao-isa-ctEEP-adota-drones-em-100-das-inspecoes-em-torres-de-transmissao>. Acessado em: 17 mai. 2024.

ISA CTEEP | Projeto CAID. **ISA CTEEP**, 2024. 1 vídeo (3 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OA3qWsbdcyo>. Acesso em: 04 junho 2024.

REVISTA POTÊNCIA. ISA CTEEP inova no uso de drones. **PORTAL POTÊNCIA**, 2020. Disponível em: <https://revistapotencia.com.br/portal-potencia/energia/isa-ctEEP-inova-no-uso-de-drones/>. Acessado em: 17 mai. 2024.

ROGERS, Y; PREECE, J; SHARP, H. **Interaction design: Beyond Human-Computer Interaction**. United States. 3th edition. John Wiley & Sons, 2011. 585 p.

SEE, J. E. Visual Inspection: A Review of the Literature. **Sandia National Laboratories**, United States, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2172/1055636>. Disponível em: osti.gov/servlets/purl/1055636/. Acesso em: 16 out. 2023.