

A DIGITALIZAÇÃO INDUSTRIAL POR MEIO DO USO DE APLICATIVOS PARA INSPEÇÃO DE TURBINAS EÓLICAS

Daniela Rodrigues Ferreira^{1*}

Andréa Holz Pfutzenreuter^{2**}

RESUMO

A digitalização industrial é um processo que visa integrar-se ao ambiente empresarial. As informações provenientes de sensores podem otimizar a eficiência operacional dos ativos industriais, prolongando sua vida útil e tornando as operações mais lucrativas. Este artigo tem o objetivo de apresentar o processo de digitalização de uma empresa atuante no mercado de energias renováveis, com enfoque na energia eólica. A descrição e avaliação do desenvolvimento de um aplicativo personalizado destinado à inspeção das turbinas eólicas foi a metodologia aplicada com o intuito de aprimorar a eficiência e praticidade da coleta de dados para os inspetores de campo, com a redução do tempo necessário para realizar essa atividade. Como resultado, a empresa pôde antecipar e realizar manutenção preventiva em turbinas que apresentavam sinais de desgaste ou problemas semelhantes, mesmo antes da ocorrência de uma falha. Isso minimizou o tempo de parada não planejada das turbinas, como também economizou recursos financeiros, reduzindo custos de reparo e substituição.

Palavras-Chave: Informatização; Processos; Energia Renovável.

ABSTRACT

Industrial digitization is a process aimed at integrating into the business environment. Information from sensors can optimize the operational efficiency of industrial assets, prolonging their lifespan and making operations more profitable. This article aims to present the digitization process of a company operating in the renewable energy market, with a focus on wind energy. The description and evaluation of the development of a custom application for inspecting wind turbines was the applied methodology, intending to enhance the efficiency and convenience of data collection for field inspectors, reducing the time required for this activity. As a result, the company was able to anticipate and perform preventive maintenance on turbines showing signs of wear or similar issues, even before a failure occurred. This

1

2

minimized the unplanned downtime of the turbines, saving financial resources and reducing repair and replacement costs.

Keywords: Informatization; Law Suit; Renewable energy.

1 INTRODUÇÃO

A digitalização industrial envolve um processo complexo e inovador, no qual as informações provenientes de uma rede de sensores podem otimizar o funcionamento dos ativos industriais de uma empresa, alcançando operações mais eficientes e rentáveis. O processo de digitalização prolonga a vida útil dos ativos e minimiza o impacto ambiental de operações industriais (Placeres, 2016).

As organizações estão começando a perceber que a informação produzida por sua rede de sensores pode fazer mais do que simplesmente reforçar as diretivas e os objetivos existentes. No esforço para compreender verdadeiramente como funcionam os seus ativos e equipamentos, as empresas desbloquearam novas formas de refinar os seus objetivos e operações, bem como refinar a sua tomada de decisões. Os gestores lideram o processo de digitalização industrial baseado em dados, permitindo que a revolução da informação afete todas as partes da empresa (Placeres, 2016).

O Brasil, sendo o maior mercado de energia renovável da América Latina, está com projeções do Governo Federal de que 32% da eletricidade brasileira será gerada a partir de fontes fotovoltaicas até 2040, e os investimentos em expansão fotovoltaica serão de R\$ 15 bilhões por ano (Silva, 2017). “O Brasil ampliou sua capacidade instalada de energia eólica em 2.014 MW no ano de 2018” (Delazzeri, 2020, p. 40). Com isto, o país passou a ocupar a posição de quinto lugar no *ranking* mundial referente ao crescimento da capacidade instalada de energia eólica.

A inspeção industrial é uma etapa importante do processo produtivo de uma empresa que trabalha com energia renovável, oferecendo aos clientes, aos fornecedores e à própria empresa, uma gestão da confiabilidade, segurança e qualidade, que engloba desde novas construções até a operação comercial. Nessa atividade incluem-se a inspeção visual, inspeção de pintura/revestimento, inspeção de soldagem baseada em especificações de clientes e padrões locais ou internacionais. Algumas indústrias exigem maior atenção com estas inspeções, como é o caso da indústria de energia renovável aqui destacada (Sousa, 2019).

Destacam-se aqui os desafios enfrentados pela empresa em decorrência da ausência de digitalização em seu processo, com especial atenção voltada para a inspeção das turbinas eólicas. A empresa em questão desempenha um papel proeminente no setor de energias renováveis, com foco específico na energia eólica, tendo instalado mais de 547 turbinas eólicas em dezessete países. Seus esforços concentram-se no desenvolvimento e implementação de soluções sustentáveis, envolvendo a concepção, fabricação, instalação, desenvolvimento e manutenção de projetos híbridos de energia eólica em várias regiões do Mundo.

Este artigo teve como propósito analisar a digitalização dos processos de uma empresa atuante no mercado de energias renováveis, com enfoque na energia eólica. Especificamente, buscou-se avaliar o desenvolvimento de um aplicativo personalizado destinado à inspeção das turbinas eólicas, visando aprimorar a eficiência e praticidade da coleta de dados para os inspetores de campo, com a redução do tempo necessário para realizar essa atividade.

A estrutura do presente artigo contempla uma introdução que apresenta os elementos essenciais do estudo, como contexto, problema da pesquisa, objetivos e objeto de estudo. Em seguida, realizou-se a revisão da literatura, abordando perspectivas e conceitos relevantes para o tema em discussão. Posteriormente, é detalhado o estudo de caso, seguido da exposição dos resultados obtidos e sua respectiva análise. Por fim, são apresentadas as considerações finais do estudo.

2 ECOSSISTEMA DE INOVACAO E DIGITALIZACAO NAS EMPRESAS

A inovação é um dos fatores importantes para a sobrevivência, o crescimento e o desenvolvimento de empresas e economias. O ambiente empresarial contemporâneo e globalizado deve lidar com um aumento da sofisticação e exigência dos consumidores. (Michalkova, 2019).

A competitividade da economia em escala global, depende da capacidade de economias de determinados países em se tornarem líderes na criação e implementação de inovações específicas. As operações baseadas na inovação desempenham um papel fundamental na criação e manutenção de vantagem competitiva. Ou seja, a vantagem de uma organização sobre os concorrentes existentes depende da rapidez e agilidade na gestão do processo de inovação (Durica; Svabova, 2015).

Os conceitos-chave para o fortalecimento da vantagem competitiva baseiam-se no aumento da produtividade, o que leva à liderança em custos, e/ou oferta diferenciada, por meio de investimentos em inovações, conhecimento e novas tecnologias. E isso pode ocorrer por uma ideia de negócio, coordenação e integração contínuas, aplicação de conhecimentos técnicos e tecnológicos modernos, competências e experiência, que representam a base sobre a qual a inovação é implementada, alcançando os efeitos de mercado desejados. Uma estratégia de inovação que esteja em conformidade com os objetivos corporativos da empresa, gera à empresa a oportunidade de decidir que tipo de inovação pretende desenvolver (Adisak, 2020).

A prática atual demonstra que os inovadores ágeis conquistam novos mercados e mantêm os já existentes. Com base em uma avaliação da extensão e natureza da mudança que a inovação promove, as empresas optam por desenvolver e implementar inovações radicais e/ou incrementais. As inovações incrementais são percebidas como melhorias menores que resolvem problemas cujos objetivos são claros ou reconhecíveis. Em contrapartida, as inovações radicais geram produtos/processos totalmente novos, em que a direção da pesquisa é conhecida, mas o resultado é desconhecido (Pazilov *et al.*, 2020).

Com os avanços tecnológicos rápidos, nos quais as conquistas científicas e tecnológicas permeiam os aspectos da vida humana, a ciência, o aprimoramento tecnológico e a inovação desempenham a promoção do desenvolvimento econômico. A inovação, em particular, é reconhecida como o principal impulsionador de uma economia sólida baseada no conhecimento, que se tornou a base da competitividade e do progresso dinâmico (Nadanyiova, 2017).

Os trabalhadores e profissionais não são meramente força de trabalho, mas ativos produtivos que geram valor agregado para as organizações. Como parte criativa e inovadora de cada empresa, as pessoas desempenham um papel crucial na criação e manutenção da vantagem competitiva. Buscam a oportunidade de demonstrar à gestão suas habilidades para assumir responsabilidades e implementá-las com criatividade e capacidade de trabalho em equipe (Durana *et al.*, 2020).

A literatura sobre inovação enfatiza consistentemente a importância do papel dos indivíduos no processo de inovação industrial-tecnológica. Alguns estudos abordaram a

questão da geração e incorporação de elementos de apoio ao conhecimento e à inovação na estrutura organizacional. A presença de competências diversas, o desenvolvimento contínuo de novos conhecimentos e o apoio organizacional por meio de recursos disponíveis, são considerados elementos cruciais para a criação de estruturas a favor do conhecimento e da inovação (Durica; Svabova, 2015).

Boh; Evaristo e Ouderkirk (2014) ressaltam a importância de envolver pessoas de diferentes funções ou profissões no processo de inovação, enquanto El Beshlawy e Ardroumli (2021) veem a participação multifuncional como um fator crucial nos processos inovadores. A inclusão de pessoas de diferentes funções ou profissões é fundamental para a interdisciplinaridade dos conhecimentos e habilidades, estimulando a criatividade, a aprendizagem e o desenvolvimento do conhecimento necessário para a inovação.

A pesquisa conduzida por Hampel; Perkmann e Phillips (2020), constataram que a multidisciplinaridade influencia positivamente a qualidade da inovação de uma equipe, por meio da criação de processos otimizados. É crucial envolver os colaboradores no desenvolvimento de novos serviços. A experiência adquirida durante a interação com os usuários pode ser um suporte valioso na criação de inovações, especialmente em termos de informações sobre os serviços que os usuários consideram valiosos.

Trabelsi (2021) identificou o envolvimento dos funcionários como um dos fatores que influenciam o sucesso do resultado no processo inventivo. Essa estratégia pode vir a contribuir para criar uma sinergia entre a inovação e as necessidades dos utilizadores. No entanto, Widmann; Regina e König (2019) afirmam que o envolvimento dos funcionários em processos inovadores, em muitos casos, leva a uma ruptura na estrutura da autoridade institucional.

O envolvimento dos colaboradores em processos inovadores pode ser um desafio para a organização e uma especificidade para a gestão, que deve estar preparada para abrir mão de alguns dos seus poderes formais. Uma das contribuições para a inovação da qualidade de serviço é a participação dos colaboradores da primeira linha de vendas através da sua gestão de processos com os clientes e pela construção de relações de amizade e confiança (Durica; Svabova, 2015).

Os projetos de inovação representam um suporte estratégico e uma inevitabilidade no crescimento e desenvolvimento de uma empresa. A inovação compreende tanto a concepção

original de um projeto quanto o desfecho alcançado ao longo do processo inovador, implicando, assim, em dois componentes fundamentais: a criação (invenção) e a introdução no mercado (exploração) da ideia (Widmann; Regina; König, 2019).

A gestão bem-sucedida de projetos de inovação inclui um plano de ação pré-definido, prazos para implementação de tarefas, os chamados marcos, planejamento de recursos, etc. As organizações, muitas vezes, encontram dificuldades e problemas inesperados, arriscando assim o cumprimento de seus objetivos. Para evitar esses riscos, o processo de gestão deve ser dividido em três fases: gestão de pré-projeto, desenvolvimento do projeto e gestão de pós-projeto (Trabelsi, 2021).

A etapa de gerenciamento inicial do projeto engloba a cuidadosa seleção e avaliação da ideia subjacente, bem como o início do processo de implementação. Contudo, em determinadas situações, a ausência de informações precisas e conhecimentos apropriados pode resultar em uma avaliação deficiente tanto da viabilidade da ideia quanto das capacidades da organização para concretizá-la (Widmann; Regina; König, 2019).

A fase de gerenciamento durante o desenvolvimento do projeto abarca a integração sinérgica de diversas capacidades e recursos. Um dos desafios prementes nesse contexto, particularmente para as organizações em fase de desenvolvimento, é a constituição de uma equipe competente capaz de adotar uma abordagem criteriosa no processo de gerenciamento e de lidar de forma profissional e eficaz com os desafios inerentes à implementação do projeto (El Beshlawy; Ardroumli, 2021).

A etapa de gerenciamento posterior ao projeto não se concentra na execução direta do projeto em si, mas sim, na garantia de sua sustentabilidade a longo prazo e na implementação de melhorias suplementares após a sua conclusão. A avaliação de projetos inovadores se mostra desafiadora devido à presença de incertezas, o que requer a adoção de abordagens mais sistemáticas e profissionais. Esse cenário sugere que muitas organizações enfrentam dificuldades para implementar projetos inovadores de forma abrangente (Boh; Evaristo; Ouderkirk, 2014)

A digitalização de processos refere-se à adoção de tecnologias, ferramentas, sistemas e soluções que auxiliam na modernização e automatização de atividades e funções dentro de uma empresa. Essa transformação viabiliza ganhos em eficácia, produtividade e precisão. Ao mesmo tempo, a digitalização de processos apresenta oportunidades significativas para

melhorar a eficiência, a inovação e a qualidade, embora também acarrete desafios relacionados à segurança cibernética, privacidade e inclusão digital (Hampel; Perkmann; Phillips, 2020).

Esse fenômeno resulta em um significativo aumento da eficiência operacional e da produtividade organizacional, capacitando as empresas a conceber e desenvolver produtos e serviços inovadores impulsionados pela tecnologia. Exemplos incluem a criação de aplicativos móveis, soluções de *Internet* das Coisas (IoT) e outras soluções tecnológicas avançadas. Esse fenômeno foi amplamente explorado por Bharadwaj *et al.* (2013). De acordo com Bharadwaj *et al.* (2013) a digitalização desempenha um papel fundamental na promoção da inovação empresarial. Ao capacitar as empresas a adotarem tecnologias avançadas e transformarem seus processos, ela abre oportunidades para a criação de produtos e serviços inovadores.

Rübmann (2015), indica que o *software* especializado fornece informações rápidas sobre o fluxo total de recursos, a produção de resultados e evidencia se a organização está atingindo suas próprias metas. Esse caso mostra a importância da digitalização como um veículo para aprimorar operações empresariais em qualquer setor. Ao adotar uma abordagem centrada na digitalização, as organizações podem eliminar ineficiências, aumentar a precisão e simplificar operações complexas, em um caminho concreto para a inovação e a otimização contínua de processos de negócios.

Widmann; Regina e König (2019) falam que uma vantagem da digitalização é que os processos digitais evitam erros, eliminando assim a demorada entrada manual de dados e as ineficiências humanas. Os processos digitais são inerentemente mais suaves e menos arriscados do que qualquer processo que envolva seres humanos propensos a erros.

Nadanyiova (2017) mostra em seu estudo que uma consequência da digitalização envolve a simplificação de muitos processos. Por exemplo, em vez de alguém entregar um documento importante de uma empresa para outra, uma conexão com a *Internet* faz isso em poucos segundos, economizando tempo, dinheiro e outros recursos. Na visão de Durana *et al.* (2020), a transformação digital emergiu como uma tecnologia revolucionária em empresas de diversos setores. Essa automação inteligente de processos não só acelera o processo de tarefas repetitivas e manuais, mas também pode aliviar a carga de trabalho dos funcionários. Muitas empresas têm como prioridade central a adoção de estratégias de transformação digital, com o

objetivo de eliminar atividades repetitivas e liberar recursos para tarefas de maior relevância e impacto estratégico.

2.1 AUTOMAÇÕES DE PROCESSOS

O conceito de automação consiste na troca do trabalho humano pela operação de uma máquina autônoma ou com uma mínima interferência de atividade humana. O sistema automático tem uma configuração de atuação própria, devendo reagir e efetuar ações, com um tempo estipulado para o retorno de determinadas condições. Pode-se citar benefícios como o aumento na produção; qualidade pela precisão; redução de gastos dos recursos naturais, pelo fato das máquinas serem programáveis e aptas a controlar e utilizar somente o necessário para a produção (Antoniolli, 2019).

A automação de processos robóticos, ou automação robótica, tornou-se um dos tópicos de escolha nas empresas. Inicialmente era considerada como uma tecnologia interessante e apenas um nicho para provedores de serviços de processos de negócios e terceirização de processos de negócios. Com o passar do tempo, passou a ser gradualmente explorada e implementada em um número crescente de empresas no setor (Martins, 2017).

Aplicada corretamente, a automação de processos robóticos, como a *Robotic Process Automation* (RPA), pode reduzir drasticamente o acúmulo diário de operações de *back office* e o uso de Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (*Enterprise Resource Planning* - ERP) complexos. Recomenda-se que os processos sejam selecionados e que as organizações escolham aqueles que são baseados em regras e requerem muito tempo de recursos para serem executados (Silva, Barion, 2018). A tecnologia RPA funciona com agentes de *software* independentes, coleta e atualiza informações de outros aplicativos ligados, automatizando ações e disponibilizadas aos usuários existentes. As ferramentas de RPA são projetadas para imitar os mesmos *manuals* emprestados por um ser humano ao usar as interações da interface do usuário. Mapeiam um processo para que o *software* possa segui-lo por meio de atalhos de computador e vários repositórios de dados (Guimarães, 2018).

É necessário desenvolver critérios para determinar quais processos podem ser automatizados. A qualificação precisa de processos para automação é comum e, sem um pré-requisito sólido desses processos, o tempo necessário para os benefícios esperados pode

ser prolongado. Considerando que o problema pode ser ainda maior, a automação de processos deficiente pode levar a riscos e perdas financeiras imediatas (Mariano, 2020).

Uma dificuldade para a automação de processos envolve encontrar pessoas qualificadas para desenvolver as ferramentas, *softwares* ou aplicativos necessários, busca-se terceirizar investimentos para *data centers* como estratégia de recuperação de dados. Envolve, além disso, casos que permitam focar em equipes do setor tecnológico no *core business*, ou para ajudar com estratégias comerciais (Gomes, 2021).

Há no mercado plataformas que permitem que profissionais com conhecimento mínimo em programação desenvolvam aplicativos de alto valor agregado para ambientes por meio das Plataformas de Low-Code. A implementação em plataformas *low-code* permite o desenvolvimento de aplicações e sistemas *web* de forma simples e barata, levando menor tempo para a implementação dos sistemas desenvolvidos. Oferecem baixos requisitos de manutenção do sistema, pois as ferramentas disponíveis são pré-testadas, o que permite ao desenvolvedor focar mais no negócio. A governança em sistemas *low-code* é outro ponto forte, pois permite melhor controle sobre permissões de acesso e implementação de funcionalidades (Microsoft, 2022).

A *Power Platform* é o termo da *Microsoft* para um conjunto de três aplicativos corporativos *low-code*: *Power BI*, *Power Apps* e *Power Automate*. Individualmente, esses aplicativos atendem às necessidades de negócios específicos; juntos, eles fornecem uma plataforma poderosa para que os usuários analisem, atuem e automatizem facilmente seus dados (Microsoft, 2022).

De acordo com a própria *Microsoft*, o *Power Apps* oferece uma solução para a criação de aplicativos online/offline e a integração de dados de fontes diversas, incluindo serviços baseados em nuvem, buscando as informações em diferentes fontes, como no SharePoint.

O *SharePoint* é uma solução de armazenamento de arquivos que auxilia na organização e acessibilidade dos recursos digitais para equipes. Trata-se de uma plataforma para o gerenciamento de processos de negócios, conteúdo corporativo, *business intelligence*, integração de sistemas e automação de fluxo de trabalho. O *SharePoint* desempenha um papel na gestão e compartilhamento de informações nas organizações (Lenovo, 2022).

5 ESTUDO DE CASO

A organização, objeto deste estudo, tem direcionado esforços consideráveis nos últimos anos para aprimorar a eficiência de seus processos internos, visando a automação de suas etapas de gestão de projetos. A implementação de um aplicativo especializado para inspeção de turbinas eólicas, substituindo a antiga abordagem manual que utilizava suportes em papel, é o caso de estudo apresentado neste artigo. Essa transição para uma digitalização eficaz e a aplicação de tecnologias inovadoras, resultaram em melhorias substanciais nos processos internos da organização.

5.1 Objeto de Estudo: Empresa X.E.

A empresa X.E. opera internacionalmente em uma rede de jurisdições, na gestão e operação de um conjunto de infraestruturas reconhecidas como "parques eólicos". Cada parque eólico é composto por um agrupamento de turbinas eólicas que requerem inspeções regulares em intervalos anuais.

Apesar das inspeções serem anuais, a empresa enfrenta desafios relacionados à elaboração de procedimentos documentais e à eficiente preservação de dados. Essa problemática era resultado do emprego majoritariamente manual dos processos, dificultando o acesso a registros históricos. A escassez de informações referentes a anos anteriores, aliada às dificuldades na localização e recuperação desses dados, acentuava a urgência de priorizar a digitalização das operações no âmbito empresarial.

No procedimento de inspeção manual, cabia aos profissionais designados a responsabilidade de deslocar-se até o local de inspeção para o registro fotográfico das turbinas, a anotação manual de todos os parâmetros relevantes, a fim de viabilizar análises posteriores. A turbina é composta por diversas seções, como exemplificado na Figura 1. Cada uma dessas seções possui vários componentes.

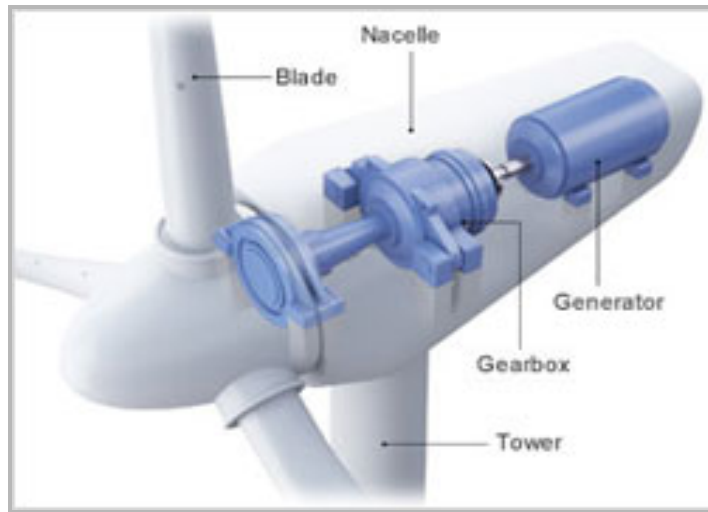


Figura 1 - Parâmetros analisados na inspeção de uma turbina.

Fonte: Olympus-IMS (2023)

Durante a inspeção descreve-se cada componente, existindo quatro estágios possíveis:

- Estagio I - Quando está em perfeito funcionamento;
- Estagio II - Primeiros sinais de desgaste ou danos;
- Estagio III - Sinais avançados de desgaste ou danos;
- Estagio IV - Componentes com falha ou ausentes.

No estágio I não era preciso capturar nenhuma imagem. No entanto, se o componente estivesse em outro estágio, o inspetor deveria tirar uma foto indicando o respectivo estágio, a seção correspondente e o componente em questão. Ao finalizar a inspeção, era necessário reunir todas essas informações e fotos para a criação de um relatório, conforme ilustrado na Figura 2.



TOWER				
System / Component	Inspection	Comments	Pictures	Stage
Door	D, Co, Cf	Ok		I
Stairs	D, Co, F, S	Step bended Recommendation - replace the affected item		II
Lift	D, Cf, Co, F	Ok		I
Warning Stickers Bottom Section	D, Cf, Co	Safety sign <u>deteriorated</u> Recommendation - replace the affected safety sign		II
Hatches	D, Cf, F			I
Flanges/Bolts	D, N, Co			I
Earthing	Cf, D, Co	Ok		I

Figura 2 - Parte ilustrativa do Relatório Final após inspeção de uma turbina.

Fonte: Próprio autor (2023)

O processo tradicional de inspeção apresentava desafios significativos em termos de eficiência e precisão. Os inspetores precisavam enfrentar obstáculos como a necessidade de subir nas turbinas com excesso de equipamentos, o que tornava impraticável o uso de computadores no local. A coleta de informações e a organização das fotos eram tarefas manuais propensas a erros. A empresa enfrentava os seguintes desafios:

- **Tempo e Esforço Manual:** os inspetores gastavam muito tempo tirando fotos, retornando para suas estações de trabalho e organizando as informações em relatórios detalhados;
- **Erros de Documentação:** como o processo era manual, havia espaço para erros na documentação das inspeções, incluindo informações incorretas associadas a turbinas específicas;

- Repetição de Trabalho: muitas vezes os inspetores precisavam repetir etapas do processo de documentação, como organizar fotos ou ajustar comentários.

5.2 Procedimento Para Digitalização do Processo

A metodologia adotada para o presente projeto fundamentou-se em uma análise criteriosa, objetivando a compreensão e identificação da melhor abordagem para a digitalização do processo de inspeção da turbina em questão.

1. Escolha do aplicativo para digitalização

A empresa optou por desenvolver um aplicativo personalizado, como demonstrado na Figura 3, para ser utilizado inicialmente em um parque eólico composto por cinquenta turbinas eólicas (Parque Pantelimon, na Romênia), Este parque eólico é considerado o maior da empresa e oferece a maior acessibilidade para fins de teste. Três pessoas estiveram envolvidas por 6 meses testando o aplicativo em campo para 50 turbinas. As principais funcionalidades do aplicativo incluem:

- Coleta de dados em tempo real: os inspetores inserem informações específicas sobre cada seção da turbina diretamente no aplicativo enquanto realizam a inspeção;
- Captura de Fotos: o aplicativo permite que os inspetores tirem fotos de cada seção da turbina, vinculando-as automaticamente às informações;
- Geração de Relatórios Automatizados: quando um inspetor salva os dados da inspeção no aplicativo, um relatório é produzido automaticamente, contendo todas as fotografias e informações coletadas.
- Editabilidade e Customização: os relatórios em *word* são totalmente editáveis, permitindo que os inspetores ou outros membros da equipe acrescentem informações ou façam ajustes conforme necessário.

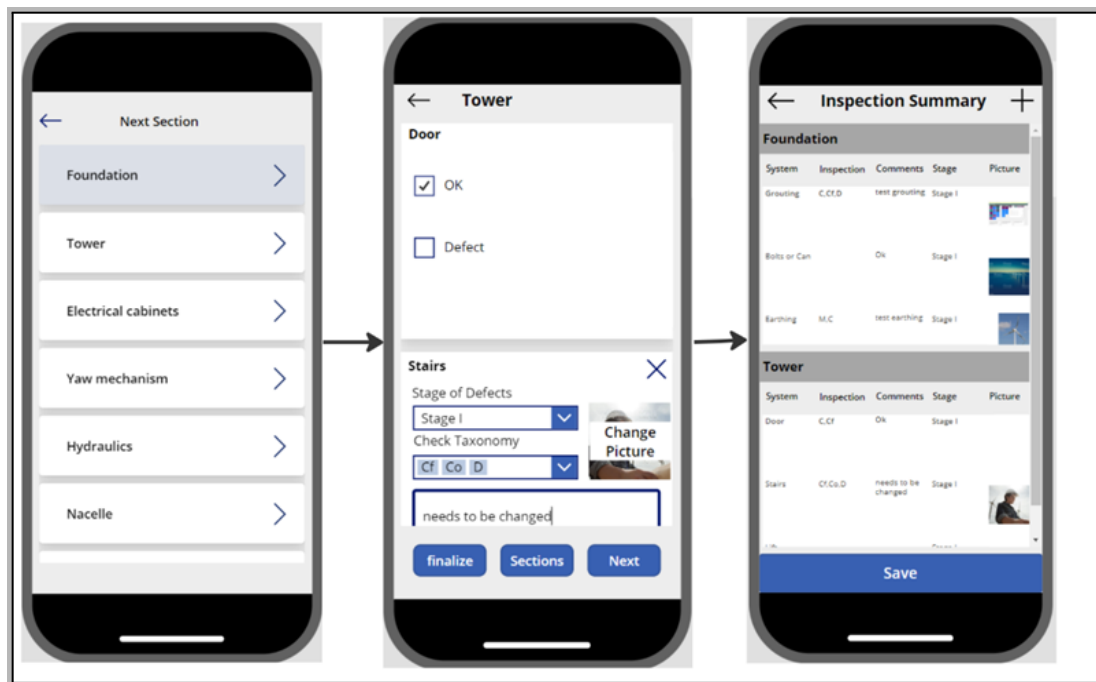


Figura 3 - Aplicativo personalizado que foi desenvolvido para a inspeção das turbinas.

Fonte: Próprio autor (2023)

Considerando a experiência prévia da empresa no âmbito da transformação digital, a decisão de utilizar o *Power Apps*, uma ferramenta da *Microsoft*, foi o primeiro passo para a digitalização dos componentes padrão do aplicativo. A digitalização utilizando o *Power Apps* demonstrou ser uma solução eficaz por oferecer diversas vantagens para o desenvolvimento de aplicativos personalizados. Uma das características importantes é a sua capacidade de acelerar o processo de desenvolvimento, por ser uma ferramenta *low-code*. A plataforma oferece recursos de segurança da *Microsoft*, incluindo autenticação de vários fatores. Isso assegura que os aplicativos e os dados associados estejam protegidos contra ameaças cibernéticas.

O *Power Apps* oferece a flexibilidade de se conectar a uma variedade de fontes de dados, como bancos de dados SQL, que foi o banco de dados utilizado. A integração dessa ferramenta com o *SharePoint* (ferramenta de armazenamento de documentos), possibilitou o armazenamento, o acesso e o compartilhamento eficiente dos documentos gerados.

Um procedimento do fluxo das informações foi desenvolvido para que o uso do aplicativo fosse viável, assegurando, portanto, a qualidade e confiabilidade das informações. A estrutura do procedimento desenvolvido se encontra na Figura 4.

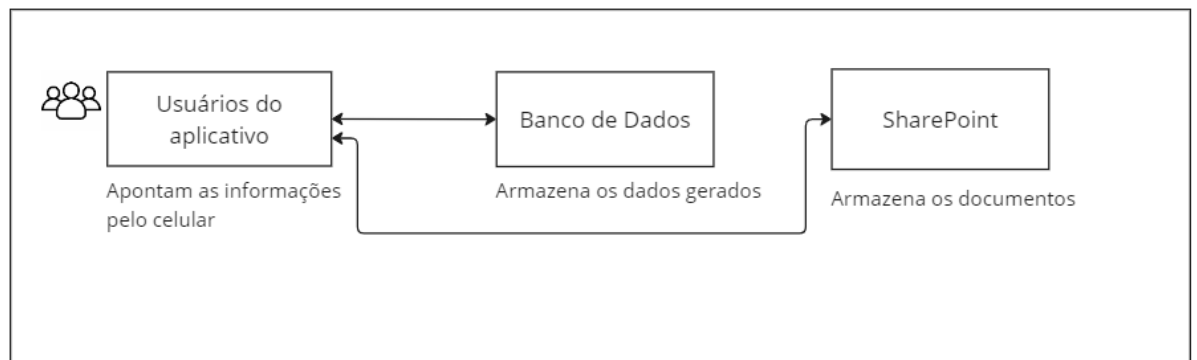


Figura 4 - Estrutura do fluxo de informações do procedimento criado.
Fonte: Próprio autor (2023)

5.3 Procedimento e preparação do aplicativo

Após a escolha das ferramentas de digitalização e do parque eólico especificado acima, foi enviado um modelo do relatório que era utilizado manualmente para inspecionar as turbinas (veja Figura 2 acima). Com base nesse relatório foi feita uma primeira versão do aplicativo e apresentado para o Gerente de Operações de Energia Renovável do Parque eólico da Romênia. A primeira apresentação foi online e alguns ajustes foram feitos no aplicativo. Finalizados os ajustes, foi marcada uma visita ao parque eólico para testar o aplicativo juntamente com os Gerente de Site de Energia Renovável (inspetores da empresa).

O aplicativo foi testado em uma turbina no próprio local e estruturado como mostra a Figura 3. Durante os testes na turbina, foram necessários alguns ajustes como a inserção de fotos extras em caso de necessidade, além dos componentes padrões que já existiam. Após realizadas as alterações, o aplicativo foi levado novamente a campo. Este será então testado durante 6 meses para a inspeção das 50 turbinas. Quando finalizado a fase de teste, será expandido para outros parques eólicos.

6 RESULTADOS

Com a implementação do aplicativo, foi observado que, na abordagem anterior, era exigido um tempo maior para a coleta das informações, assim como havia probabilidade de erros humanos, comprometendo tanto a qualidade quanto a eficiência do processo de inspeção. Como resultado, a implementação da solução da digitalização de inspeção de turbinas eólicas gerou benefícios para a empresa, tais como:

- **Economia de Tempo:** a redução significativa no tempo gasto na geração de relatórios. Isso não apenas aumentou a eficiência das operações da empresa, mas permitiu que os inspetores alocassem mais tempo e recursos para outras atividades;
- **Precisão:** a automação diminuiu a probabilidade de erros humanos na documentação das inspeções, especialmente em setores nos quais a precisão é fundamental para garantir a segurança e a qualidade dos produtos ou serviço;
- **Processo Simplificado:** a realização das tarefas e o registro instantâneo das informações no aplicativo, minimizaram a quantidade de papéis e as etapas manuais demoradas;
- **Redução de Trabalho Repetitivo:** a organização de fotos e informações direto pelo aplicativo economizou tempo, reduzindo a fadiga e o tédio dos inspetores, tornando o trabalho agradável e produtivo;
- **Acesso a Dados em Tempo Real:** os dados de inspeção podem ser acessados imediatamente após a conclusão da inspeção, permitindo ações corretivas rápidas, se necessário. A capacidade de acesso em tempo real ofereceu uma vantagem estratégica ao permitir a análise comparativa das características das turbinas. Isso significa que, se uma turbina apresentasse problemas, seria possível analisar suas características específicas, estágio de desgaste, estágio de falha nos componentes etc., e compará-las com as de outras turbinas em operação.

Os dados armazenados em cada inspeção também serão utilizados para analisar outras turbinas que exibem características semelhantes. Quando uma apresenta problemas e outra compartilha essas mesmas características, é possível antecipar e realizar manutenção preventiva em turbinas que demonstrem sinais de desgaste ou problemas semelhantes, mesmo antes que ocorra uma falha. Isso não apenas reduz o tempo de parada não programada das

turbinas, mas também resulta em economia de recursos financeiros, reduzindo os custos de reparo e substituição.

5 CONSIDERAÇÕES

Este estudo de caso envolveu uma representação de como a transformação digital pode revolucionar operações de negócios tradicionais, corroborando com Hampel; Perkmann e Phillips (2020). Estes mencionam que a transformação digital como elemento-chave da estratégia genérica de transformação dos negócios é importante para o sucesso ou fracasso de qualquer empenho com vistas à transformação.

Placeres (2016) comenta que as tecnologias certas – aliadas a indivíduos, processos e operações – oferecem às empresas a competência de se ajustarem velozmente a irrupções e/ou oportunidades, atender às novas necessidades do cliente em frequente evolução e incentivar o crescimento porvindouro e a inovação, por diversas vezes, de forma imprevista.

No estudo de caso constatou-se que o aplicativo desenvolvido permitiu que os inspetores no campo coletassem dados instantaneamente, eliminando a necessidade de tarefas manuais que levam tempo. Esses resultados corroboram com Rübmann (2015), que elucida que a digitalização industrial fornece uma visão holística das operações da empresa.

A automação da geração de relatórios representou um avanço significativo na eliminação de trabalhos repetitivos e na redução de erros. Essa iniciativa destacou que a transformação digital não se trata apenas da adoção de tecnologias de ponta, mas, de uma reestruturação fundamental dos processos de negócios. Em relação à economia de tempo obtida com o estudo de caso, Placeres (2016) reforça que a adoção de uma cultura digital ajuda a reduzir o tempo gasto em processos, eliminando tarefas supérfluas e adiciona novas funcionalidades ou estratégias que agregam valor ao processo existente.

Por fim, Trabelsi (2021) alega que a necessidade de se transformar digitalmente para sobreviver no mercado é cada vez mais evidente. Com o acesso a dados em tempo real, observa-se que a empresa do presente estudo de caso engajou a transformação digital como uma das suas principais prioridades estratégicas.

REFERÊNCIAS

ADISAK, S. **Logistics service innovation for business growth: a case study of logistics service entrepreneurs.** Polish Journal of Management Studies.; vol. 21, n. 1, 2020.

ANTONIOLLI, A. **Sistema de monitoramento automatizado para controle de qualidade de água em sistema aquapônico.** Monografia de Graduação em Engenharia da Computação – Universidade do Vale do Taquari (Univates). Lajeado-RS, 2019.

BHARADWAJ, A. S.; EL SAWY, O. A.; PAVLOU, P. A.; VENKATRAMAN, N. **Digital business strategy: Toward a next generation of insights.** MIS Quarterly.; vol. 37, n. 2, 2013.

BOH, W. F.; EVARISTO, R.; OUDERKIRK, A. **Balancing breadth and depth of expertise for innovation: a 3M story.** Research Policy.; vol. 43, n. 2, 2014.

DELAZZERI, K. A. **Máquina de vetores de suporte e técnicas estatísticas para previsão e classificação de falha de turbinas eólicas.** Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia de Controle e Automação – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2020.

DURANA, O.; ZAUSKOVA, A.; VAGNER, L.; ZADNANOVA, S. **Earnings drivers of Slovak manufacturers: Efficiency assessment of innovation management.** Applied Sciences.; vol. 10, n. 12, 2020.

DURICA, M.; SVABOVA, L. **Improvement of Company Marketing Strategy Based on Google Search Results Analysis.** Procedia Economics and Finance.; vol. 26, 2015.

EL BESHAWY, H.; ARDROUMLI, S. **Board dynamics and decision-making in turbulent times.** Corporate Governance and Organizational Behavior Review.; vol. 5, n. 1, 2021.

GOMES, R. **Ambiente de desenvolvimento low-code: estudo de caso da utilização da ferramenta Microsoft Power Apps na empresa ferroviária Tereza Cristina para o desenvolvimento de soluções.** 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/14450/1/ARTIGO_CIENTIFICO_RODRIGO_DOS_SANTOS_GOMES.pdf>. Acessado em 10 de novembro de 2022.

GUIMARÃES, R. M. F. **Análise do planejamento e controle de serviços de museus em uma cidade histórica: um olhar para a acessibilidade.** Monografia de Graduação em Engenharia de Produção. Escola de Minas – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto-MG, 2018.

HAMPEL, C.; PERKMANN, M.; PHILLIPS, N. **Beyond the lean start-up: Experimentation in corporate entrepreneurship and innovation.** Innovation.; vol. 22, n. 1, 2020.

LENOVO. **Microsoft SharePoint.** 2022. Disponível em: <<https://www.lenovo.com/br/pt/faqs/notebook-faqs/microsoft-sharepoint/>>. Acessado em 10 de novembro de 2022.

MARIANO, A. F. **Automação robótica de processos: uma análise sobre a governança de RPA para grandes empresas.** Tese de Doutorado. Escola de Administração de Empresas de São Paulo – Fundação Getúlio Vargas. São Paulo-SP, 2020.

MARTINS, M. **Automação em semeadora de precisão com aplicação de taxa variável e desligamento linha a linha.** Trabalho final de graduação de Engenharia Elétrica. Curso de Engenharia Elétrica – Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo-RS, 2017.

MICHALKOVA, L.; FRAJTOVA, K.; MICHALIKOVA, A. TĂNASE, M. **Factor analysis and its application in innovation management within manufacturing enterprises in Romania.** Ekonomicko-manazerske spektrum.; vol. 13, n. 2, 2019.

MICROSOFT. **Power Platform.** 2022. Disponível em: <<https://powerplatform.microsoft.com/pt-br/>>. Acessado em 10 de novembro de 2022.

NADANYIOVA, N. **Neuromarketing - An opportunity or a threat?** Communications - Scientific letters of the University of Zilina.; vol. 19, n. 4, 2017.

OLYMPUS-IMS. **Turbina eólica.** 2023. Disponível em: <<https://www.olympus-ims.com/pt/applications/rvi-wind-turbine/>>. Acessado em 10 de novembro de 2022.

PAZILOV, G. A.; BIMENDIYEVA, L. A.; IVASHCHENKO, N. P.; AITYMBETOVA, A. N. **Textile industry: issues of managing the growth of innovative activity in enterprises.** Polish Journal of Management Studies.; vol. 21, n. 1, 2020.

PLACERES, C. **Manufatura Avançada: A era das fábricas inteligentes. Analytics based on larges data sets has emerged only recently in manufacturing wolrd, where it optimizes production quality, saves energy, and improves equipament servisse.** Piracicaba; vol. 6, n. 1, 2016.

RÜBMANN, M. **Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries.** Boston Consulting Group. Boston, 2015.

SILVA, A. B. F. **Manutenção de turbinas eólicas: levantamento e análise da incidência de falhas nos seus subsistemas.** Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Tecnologia em Energias Renováveis – Instituto Federal de Educação do Rio Grande do Norte. João Câmara-RN, 2017.

SILVA, A. M. D.; BARION, M. C. **Automação Robótica de Processos (RPA): Estudo de Caso Através da Tarefa Administrativa Contas a Pagar.** Curso Superior de Tecnologia em

Análise e Desenvolvimento de Sistemas – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). São Paulo-SP, 2018.

SOUSA, F; da S. **A utilização de drones na inspeção visual de fachadas e coberturas e edifícios no âmbito da sua manutenção, monitorização e reabilitação.** Dissertação de Mestrado. Curso de Especialização em Indústria 4.0 – Universidade Tecnológica Federal do Paraná 2019.

TRABELSI, R. **Operational risk management in the postal sector: A case study of a developing country.** Corporate Governance and Organizational Behavior Review.; vol. 5, n. 1, 2021.

WESTERMAN, G.; CALMÉJANE, C.; BONNET, D.; FERRARIS, P.; MCAFEE, A. **Digital transformation: A roadmap for billion-dollar organizations.** MIT Center for Digital Business and Capgemini Consulting, 2011.

WIDMANN, A.; REGINA, H. M.; KÖNIG, C. **Team learning behaviours as predictors of innovative work behaviour – A longitudinal study.** Innovation.; vol. 21, n. 2, 2019.