

Application of Design Sprint in a Digital Transformation and Open Innovation Project in Mining

Aplicação do Design Sprint em um Projeto de Transformação Digital e Inovação Aberta na Mineração

Claudio Marcos Vigna¹, Maria Lucia Granja Coutinho², Marcelo Eustáquio Hamanaka Silva³

¹ Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

² Universidade Federal de Uberlândia – UFU

³ ESALQ - Universidade de São Paulo – USP

 marceloehamanaka@gmail.com

Recebido: 06 fevereiro 2025 / Aceito: 08 maio 2025/ Publicado: 01 setembro 2025

ABSTRACT:

This article analyzes the application of the Design Sprint tool in a digital transformation and open innovation project in the mining sector. The research explores the evolution of the mineral sector in Brazil, from its initial development in the 17th century to the current challenges related to safety, sustainability, and operational efficiency. Digital transformation in the mining sector has demanded innovative solutions, with agile methodologies such as Scrum and Design Sprint increasingly applied to manage uncertainties and promote incremental solution deliveries. The Design Sprint, created by Google Ventures in 2009, enables rapid testing and prototyping of solutions, emphasizing user participation in development. The research investigates the application of the Design Sprint in a project aimed at improving safety and operational efficiency in an industrial pelletizing plant. The study evaluates the adherence and effectiveness of this approach in solving engineering challenges, as well as considering the impact of open innovation in co-creating solutions. The results indicate that the combination of an adaptive approach with open innovation facilitated the development of effective solutions aligned with stakeholder expectations and industry challenges.

Keywords: Design Sprint, digital transformation, open innovation, mining, agile methodologies

RESUMO:

Este artigo analisa a aplicação da ferramenta Design Sprint em um projeto de transformação digital e inovação aberta no setor de mineração. A pesquisa explora a evolução do setor mineral no Brasil, desde seu marco inicial no século XVII até os desafios atuais relacionados à segurança, sustentabilidade e eficiência operacional. A transformação digital no setor mineral tem demandado soluções inovadoras como o Scrum e o Design Sprint, cada vez mais aplicadas para lidar com incertezas e promover entregas incrementais de soluções. O Design Sprint, criado pelo Google Ventures em 2009, permite testar e prototipar soluções em curto prazo, enfatizando a participação dos usuários no desenvolvimento. A pesquisa investiga a aplicação do Design Sprint em um projeto de melhoria da segurança e eficiência operacional em uma planta industrial de pelletização. O estudo avalia a aderência e efetividade dessa abordagem para resolver desafios de engenharia, além de considerar os impactos da inovação aberta na cocriação de soluções. Os resultados apontam que a combinação de uma abordagem adaptativa com inovação aberta permitiu desenvolver soluções eficazes, alinhadas às expectativas dos stakeholders.

Palavras-chave: Design Sprint, transformação digital, inovação aberta, mineração, metodologias ágeis.

1 INTRODUÇÃO

A mineração no Brasil teve seu marco inicial no século XVII, com a descoberta do ouro, colocando o país em posição de destaque como o maior produtor mundial. No entanto, a estrutura atual do setor mineral foi consolidada ao longo do século XX, impulsionada por grandes jazidas como o Quadrilátero Ferrífero, no Sudeste, e o Complexo Carajás, no Norte. Historicamente, a mineração se desenvolveu sob forte incentivo político e econômico, mas as questões ambientais, de segurança e de responsabilidade social passaram a receber atenção mais significativa apenas a partir da década de 1980, com algumas empresas adotando medidas de mitigação desde a década de 1970 (BARRETO, 2001). Atualmente, a gestão desses impactos representa um dos maiores desafios do setor, demandando soluções inovadoras e sustentáveis.

As empresas mineradoras passaram a integrar o controle ambiental e a segurança operacional como valores fundamentais, alinhando-se tanto a iniciativas corporativas quanto a compromissos internacionais, como o Acordo de Paris (REI, GONÇALVES e SOUZA, 2017). Esse pacto global estabeleceu metas para a redução das emissões de gases do efeito estufa, incentivando corporações do setor a se comprometerem com a neutralidade de carbono até 2050 (REI et al., 2017; VALE, 2022a).

Diante desse contexto, a transformação do setor mineral exige projetos inovadores, os quais podem ser classificados entre abordagens preditivas, de escopo fixo, e abordagens adaptativas, caracterizadas pela flexibilidade e pela iteração contínua (NESELLO & FACHINELLI, 2017). Metodologias ágeis de gestão surgiram da necessidade de lidar com incertezas na definição de escopo, custo e tempo em projetos complexos (PMI, 2017). Esse movimento resultou na adoção de ciclos iterativos e incrementais, culminando na formulação do Manifesto Ágil em 2001 (BECK et al., 2001).

Dentre as abordagens ágeis, o Scrum se destaca como a estrutura mais difundida (TIANGTAE et al., 2017). No entanto, sua aplicação na indústria da mineração ainda é limitada (SOUERID & MARTINS, 2021). No Scrum, o Sprint desempenha papel central, viabilizando a entrega incremental de soluções por meio de ciclos rápidos de desenvolvimento (SCHWABER & SUTHERLAND, 2011). Uma variação dessa abordagem é o Design Sprint, ferramenta criada pelo Google Ventures em 2009, com o objetivo de acelerar a inovação em diferentes setores, permitindo testes rápidos e prototipação de soluções em curto prazo (KNAPP, ZERATSKY, KOWITZ, 2017). O Design Sprint combina princípios do Sprint Thinking e do Scrum, colocando o usuário no centro do processo de desenvolvimento (BROWN, 2020).

A evolução das práticas de gestão da inovação tem sido um tema recorrente em estudos econômicos e industriais desde Adam Smith (1983), passando por Schumpeter (1961), que analisou o papel dos empreendedores na geração de inovações tecnológicas, até Dosi (1988), que definiu a inovação como um processo contínuo de descoberta, experimentação e adoção de novos produtos e processos. O conceito de inovação aberta, formulado por Chesbrough (2003), amplia essa perspectiva ao enfatizar a importância da colaboração entre diferentes atores para impulsionar o desenvolvimento de novas soluções.

Considerando esse panorama, este artigo tem como objetivo analisar a aplicação do Design Sprint em um projeto de transformação digital e inovação aberta em uma mineradora, avaliando sua aderência e efetividade na resolução de desafios de engenharia. No contexto específico do projeto analisado, o foco foi a melhoria da segurança e da eficiência operacional em uma planta industrial, alinhando-se ao objetivo de longo prazo da empresa de eliminar intervenções humanas nas plantas de pelotização. A abordagem adaptativa, aliada à inovação aberta, demonstrou-se eficaz para atender às expectativas dos stakeholders, gerando resultados inovadores e impactantes para o setor

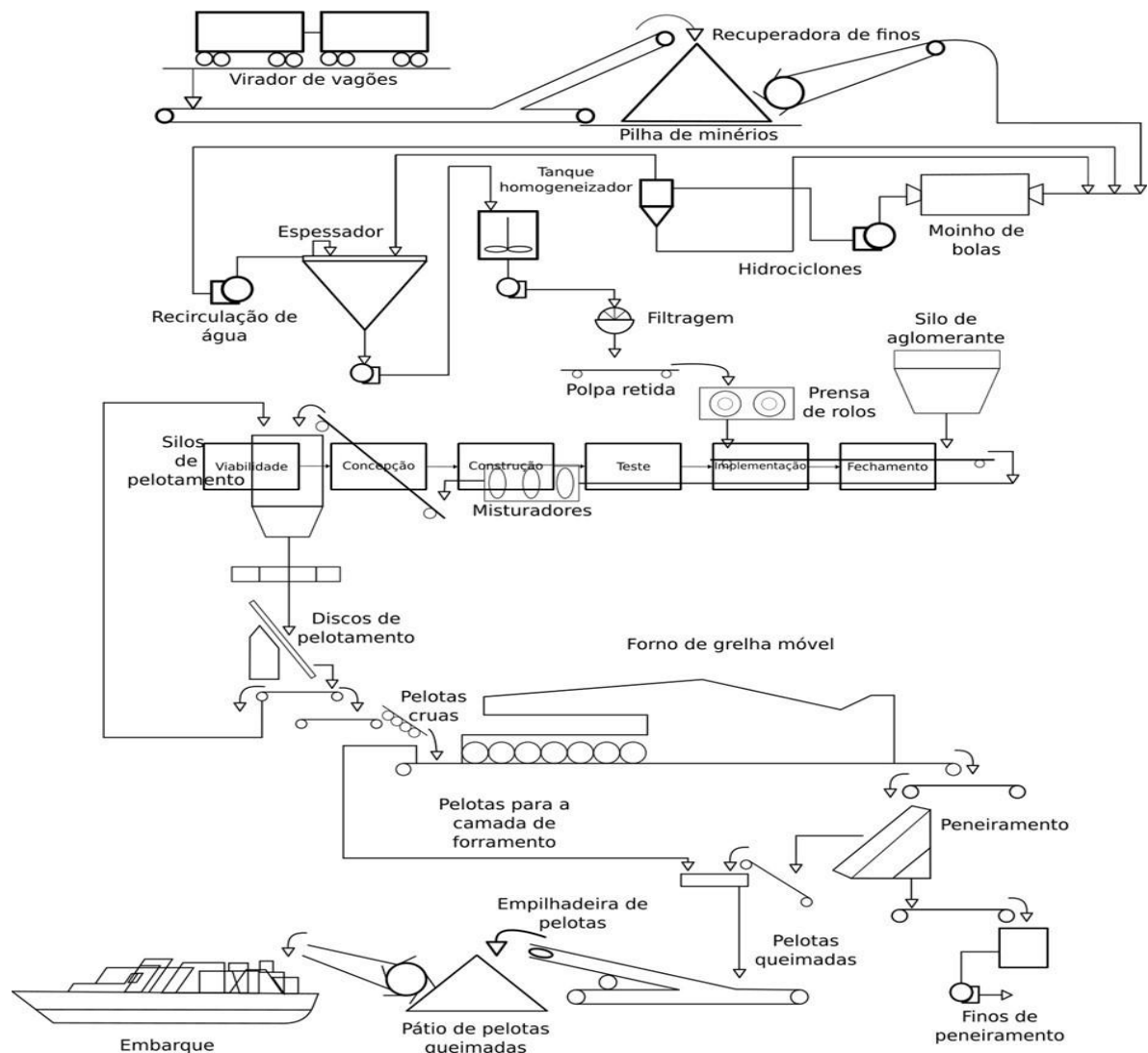
2 REVISÃO TEÓRICA

A área industrial impactada pelo projeto dentro da cadeia produtiva da mineração foi o processo de filtragem em uma planta de pelotização. A pelotização consiste em transformar o minério de ferro concentrado em pelotas, pequenas esferas aglomeradas desse material, obtidas por meio de processamento térmico. Anteriormente, esse minério era considerado inviável para aplicação direta na siderurgia. Dentro desse processo, um dos subprocessos essenciais é a filtragem, que recebe como insumo o minério de ferro concentrado e diluído em fase líquida, conhecido como polpa de minério. Esse processo retira a água da polpa até atingir a faixa ideal de umidade entre 8% e 10% (VALE, 2022b).

Em 2020, o principal problema identificado na filtragem era o elevado número de funcionários operacionais diretos realizando atividades de inspeção e manutenção, correspondendo a uma média de 87% do seu Full-time Equivalent (FTE), evidenciando a alta exposição desses profissionais a riscos operacionais. Os principais agentes de risco identificados nessa área incluíam ruídos, poeira de minério de ferro em suspensão, umidade, vibrações, calor excessivo e um layout inadequado dos equipamentos que dificultava o acesso para manutenção. A Figura 1 apresenta um fluxograma das etapas produtivas típicas de uma

usina de pelotização, considerando a chegada do minério de ferro beneficiado por via ferroviária e a filtragem como a sétima etapa operacional do processo.

Figura 1. Etapas produtivas de um processo de pelotização típico



Fonte: Adaptado de VALE (2022b).

Além do excesso de intervenções manuais, outro problema relevante identificado foi a ineficiência no monitoramento da umidade do produto, variável essencial para a filtragem. O tempo necessário para obtenção das informações sobre umidade era de aproximadamente quatro horas, o que retardava a adoção de medidas corretivas para ajuste das variáveis do processo e, conseqüentemente, o retorno da umidade à faixa desejada. Esse atraso ocorria devido ao processo de amostragem e à análise da umidade, realizadas em um laboratório localizado em outra unidade industrial. Além disso, os resultados das análises não eram

individuais para cada filtro, mas sim fornecidos para uma linha inteira de filtragem, composta por até cinco equipamentos instalados em sequência.

Diante dessas ineficiências, a transformação digital se tornou fundamental no processo de filtragem, tanto para reduzir a quantidade de trabalhadores expostos a tarefas repetitivas de inspeção e manutenção quanto para aprimorar a eficiência da medição da umidade do produto. A abordagem de inovação aberta trouxe um diferencial ao reunir uma equipe multidisciplinar, sem vínculo empregatício direto com a empresa mineradora, promovendo soluções inovadoras e não testadas anteriormente.

O projeto, portanto, buscou solucionar essas deficiências por meio da colaboração externa, selecionando especialistas por meio de um processo competitivo para trabalhar nesses desafios dentro de um prazo e orçamento pré-estabelecidos. Optou-se pela utilização de metodologias ágeis para identificar os desafios do problema, propor soluções e validar os aprendizados junto aos stakeholders diretos e indiretos do processo impactado.

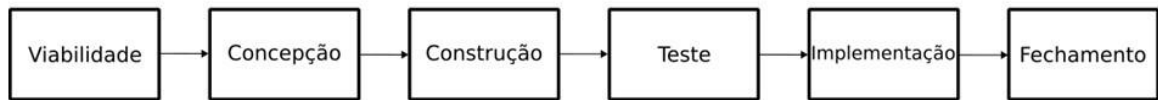
2.1 Ciclo de vida do projeto

De acordo com o Project Management Institute (PMI, 2021), o ciclo de vida de um projeto depende da sua cadência de entrega e da abordagem de desenvolvimento utilizada. As fases que compõem esse ciclo podem ser descritas como:

- Viabilidade – Determina-se se o caso de negócios é válido e se a empresa possui capacidade para executar o projeto.
- Concepção – Envolve o planejamento e análise necessários para a execução do projeto.
- Construção – Fase em que o projeto é dividido em atividades menores, agregando qualidade ao entregável e avançando de forma incremental.
- Teste – Inclui revisão, inspeção e validação dos produtos ou serviços gerados pelo projeto antes da entrega ao cliente final.
- Implementação – Os resultados do projeto são integrados à empresa ou cliente por meio de processos de gestão de mudanças, garantindo uma transição sustentável.
- Fechamento – Conclui-se o contrato com o cliente, documentam-se os conhecimentos adquiridos e arquivam-se os artefatos gerados, encerrando formalmente o projeto.

A Figura 2 apresenta as fases de um projeto de maneira sequencial, considerando uma abordagem preditiva. A transição entre fases é sempre baseada em critérios tangíveis que garantem que os requisitos da fase anterior foram alcançados.

Figura 2. Ciclo de Vida típico de um projeto com abordagem preditiva

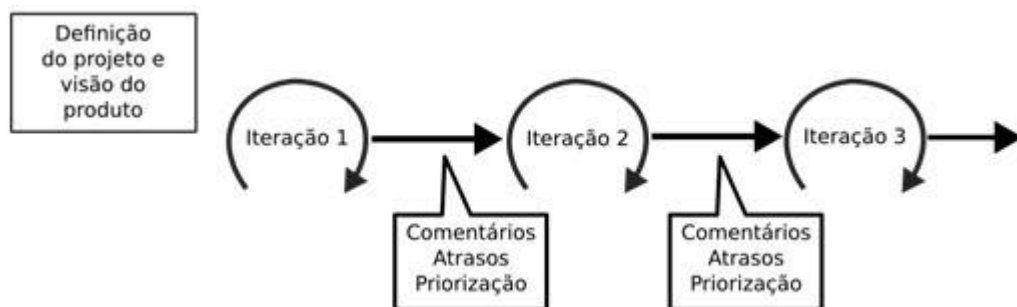


Fonte: Adaptado de PMI (2021)

Cada fase do ciclo de vida do projeto é realizada uma única vez. No entanto, existem cenários em que as soluções para um desafio ainda não foram totalmente definidas ou testadas anteriormente, tornando inviável a adoção de uma abordagem fixa. Para esses casos, abordagens incrementais e/ou adaptativas são mais apropriadas, permitindo que cada iteração acrescente funcionalidades ao entregável inicial.

A Figura 3 apresenta o ciclo de vida adaptativo, no qual revisões são realizadas ao final de cada iteração, principalmente por parte dos stakeholders e clientes. Esse processo permite a coleta de feedback contínuo e a priorização de novas funcionalidades, garantindo uma evolução progressiva do produto ou serviço.

Figura 3. Ciclo de vida típico de um projeto com abordagem adaptativa



Fonte: Adaptado de PMI (2021)

As metodologias ágeis, frequentemente empregadas em abordagens adaptativas, nem sempre seguem um ciclo de vida em fases rígidas, mas sim um fluxo contínuo de entregas. Esse modelo é limitado pela capacidade de recursos, materiais, tempo e outros fatores. Segundo Sutherland (2016), o Manifesto Ágil valoriza quatro princípios fundamentais:

- Responder a mudanças em vez de seguir um plano fixo.

- Priorizar o trabalho alinhado com o cliente em vez de negociações contratuais.
- Valorizar mais o funcionamento prático de um produto do que sua documentação formal.
- Focar nas interações interpessoais ao invés de processos e ferramentas rígidas.

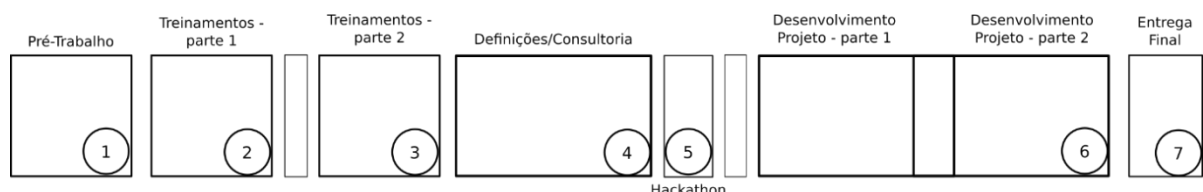
2.2 Scrum

A metodologia Scrum possibilita que cada iteração no ciclo de vida do projeto seja continuamente revisada e ajustada, garantindo maior flexibilidade na execução. Seu funcionamento é baseado em ciclos curtos chamados “Sprints”, nos quais incrementos do produto são desenvolvidos de forma iterativa. Essa abordagem fragmenta o projeto em ciclos menores, promovendo entregas contínuas que maximizam valor e eficiência.

O Scrum busca reduzir a burocracia e otimizar os processos, minimizando documentação excessiva e promovendo equipes autogerenciáveis (PMI, 2017). Dessa forma, a descentralização das decisões e a autonomia da equipe resultam em maior agilidade na execução do projeto (CRUZ, 2013).

No contexto da transformação digital da Filtragem da Pelotização, o roadmap do projeto, conforme representado na Figura 4, foi organizado em fases temporais para estruturar um programa de inovação aberta. Esse planejamento visava nivelar os conhecimentos dos participantes sobre mineração e sustentabilidade, alinhando a visão do produto esperado e os impactos de cada iniciativa dentro das áreas industriais afetadas.

Figura 4. Etapas macro do projeto objeto de estudo deste trabalho



Fonte: Dados originais da pesquisa

A implementação do Sprint ocorreu na quarta fase desse roadmap e seguiu as diretrizes da metodologia, com adaptações para otimizar tempo e recursos. A colaboração de diversas equipes foi incentivada, fortalecendo a divergência e convergência estruturadas promovidas pelo Sprint. A equipe de execução contou com a participação de uma Instituição de Inovação Tecnológica Industrial, uma Escola Internacional de Mineração, uma Aceleradora Corporativa e um Instituto Internacional focado em Sustentabilidade (KNAPP et al., 2017).

2.3 Sprint

O PMI (2021) define Sprint como um curto período dentro do projeto em que se é criado um incremento do produto ou serviço, objetivando seu lançamento no mercado. A execução da Sprint, segundo Knapp et al. (2017), pode ser concluída em cinco dias seguidos, conforme a representação esquemática da Figura 5. Para cada dia, um conjunto de ações deve ser executado e seguido conforme sugerido em sua obra. Sumariamente, o primeiro dia coloca um enfoque no problema e na definição de suas condições de contorno, mapeando toda a jornada do cliente até a entrega final esperada. Os outros quatro dias, de maneira geral, são dedicados para esboçar, construir, testar e validar o incremento ou produto almejado e, no fim, aprender com o processo e seguir para a implementação real dos resultados obtidos nas empresas.

Figura 5. Representação esquemática dos objetivos diários do Sprint



Fonte: Adaptado de Knapp et al, (2017)

De forma específica, existe um conteúdo programático detalhado para cada um dos cinco dias sugeridos, com divisões de horários e aplicação de premissas para o bom desempenho e funcionamento do processo. A seguir apresentaremos as atividades que deverão ser feitas em cada dia, demonstrando a cadência e sequência das tarefas. É ressaltado pelos autores sobre a flexibilidade dos horários e da forma como são feitas as micro atividades da Sprint desde que respeitem alguns limites mínimos que preservem o entendimento do problema pela equipe, stakeholders e pessoas com o poder de decisão do projeto e se foi construído, testado e validado o protótipo do incremento do produto ou serviço gerado no processo. Segue as atividades detalhadas por dia da semana de acordo com a abordagem de Knapp et al. (2017):

- Segunda:
 - Escreva o checklist do dia: Apresentações Explicação como funciona o Sprint
 - Definição de um objetivo de longo prazo Lista as perguntas do Sprint
 - Trace um mapa

- Pergunte aos especialistas: Elabore notas com perguntas "Como podemos"
 - Organize as notas "Como podemos" e Vote nas notas "Como podemos"
 - Escolha um alvo
- Terça:
 - Demonstrações relâmpago
 - Dívida ou Agrupe
 - Esboço em quatro etapas: Anotações de Ideias; Esboço da solução. Recrute clientes: Encarregue alguém do recrutamento. Pesquisa de seleção de participantes. E-mail e telefone. Recrute clientes da sua rede de contato
- Quarta:
 - Decisão das soluções: Museu de arte. Mapa de calor. Críticas relâmpago. Pesquisa de intenção de voto – Supervoto.
 - Separe os esboços vencedores dos menos votados Batalha ou "tudo em um" Invente nomes de marcas Anote e vote
 - Faça um storyboard: Desenhe um painel quadriculado. Escolha uma cena de abertura. Preencha o storyboard
- Quinta:
 - Escolha as ferramentas certas: “Divida para conquistar”. Construção do protótipo
 - Continuação construção do protótipo "Costure" tudo
 - Conclua e teste o protótipo
- Sexta:
 - Entrevistas em cinco atos: Cumprimento amigável. Perguntas de contextualização. Apresentação do protótipo. Tarefas e incentivos. "Debriefing"
 - Assistindo às entrevistas Antes da 1ª entrevista. Elabore uma tabela durante cada entrevista. Faça anotações enquanto assiste após cada entrevista. Insira notas. Faça um rápido intervalo no fim do dia. Identifique padrões. Encerre!

Na Sprint, o dono do produto, “product owner” (PO), tem a oportunidade de avaliar o quanto aquele processo gerou valor para o cliente e como foi a reação à entrega. Caso haja uma próxima “Sprint” essa poderá ser reformulada, focando o trabalho nos requisitos que mais tenham valor para o cliente. Esses feedbacks são mais proveitosos e possibilitam uma resposta adaptativa a cada iteração. O resultado é que erros são cometidos em estágios iniciais, causando o menor prejuízo e entregando mais valor para o cliente. A equipe também promove uma

autoavaliação de suas interações, práticas e processos, podendo sempre voltar a etapas anteriores perante o que já foi percorrido de forma estruturada, reconhecer inconsistências e erros e refazer a etapa se necessário (SUTHERLAND, 2016).

2.4 Equipe de projeto

Segundo Sutherland (2016), a equipe do Sprint é formada por três papéis básicos: O time Scrum, o Scrummaster e o Product Owner. O Product Owner, que já foi definido anteriormente, é o indivíduo que contém a visão do produto, cabendo ao time Scrum concretizá-lo. O Scrummaster possui um papel de intermediador, garantindo o emprego correto do processo e a mitigação de desvios, conduzindo e aprimorando-o.

Conforme será abordado na seção que descreve a dinâmica de execução da Sprint, havia mais equipes trabalhando em paralelo objetivos técnicos em duas vertentes: Transformação Digital e Descarbonização Operacional. Para tanto, cada equipe foi composta inicialmente de três integrantes com um fator em comum, todos com formação superior em exatas. A ideia da empresa mineradora e patrocinadores era criar uma linha base mínima esperada com relação às soluções a serem entregues e sua aplicabilidade operacional na indústria da mineração. Apesar do viés de exatas, principalmente engenharia, cada um dos participantes foi selecionado baseado em características comportamentais de diferentes áreas da engenharia (minas, ambiental, elétrica, controle e automação, química industrial, produção, mecânica, geológica, naval, materiais e geofísica).

Para o desenvolvimento do Sprint, objeto de estudo deste trabalho, foi selecionado um integrante de engenharia de minas, um de controle e automação e um de elétrica. As idades, experiências profissionais anteriores e títulos acadêmicos adicionais também se apresentaram como um fator complementar dentro da equipe. Os Scrummasters do Sprint executado foram dois membros da Aceleradora Corporativa parceira da iniciativa.

2.5 Stakeholders

Os stakeholders mapeados para a validação do Sprint foram: representante da Manutenção da Filtragem; representante da Engenharia Pelotização; representante da Operação da Filtragem; supervisor do processo à jusante (Pelotamento); gerência Executiva de Transformação Digital; Diretoria de Estratégia Global.

3 METODOLOGIA

Para investigar como uma empresa deve administrar seus recursos e processos para gerenciar com eficiência a fase de FFE do PDP, o presente trabalho incluiu a realização de uma pesquisa de campo baseada no método do estudo de caso. A adoção deste método implica em investigar empiricamente um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real em que as condições contextuais sejam altamente pertinentes ao fenômeno focado como objeto de estudo (YIN, 2001).

EISENHARDT (1989) diz que a pesquisa qualitativa tem limitações, tais como: maior dificuldade em determinar a validade e confiabilidade dos resultados, considerados subjetivos, e difícil de reproduzir; relativa a projetos complexos qualitativos que dificultam a construção de teoria; projetar nem sempre conclusões generalizáveis.

O desenvolvimento deste trabalho foi dividido em duas etapas. Inicialmente, a investigação da questão Q1 – “Quais os recursos organizacionais e técnicas operacionais que capacitam a empresa para a gestão eficiente do FFE?” – apoiou-se na realização de um levantamento bibliográfico para identificar os recursos organizacionais e técnicas operacionais no âmbito das Gestão do FFE considerados na literatura.

A revisão da literatura é usada para conhecer o estado da arte e o estudo de caso é utilizado para a exploração de fenômenos empíricos. (EISENHARDT, 1989). Em seguida, para a investigação da questão Q2 – “Os recursos organizacionais e as técnicas operacionais levantados são aplicados na empresa objeto de estudo?”, foi realizado um estudo preliminar com a finalidade de explorar, no contexto da indústria internacional, setores nos quais empresas caracterizam-se por serem inovadoras.

As empresas de Alta Tecnologia possuem a característica de serem inovadoras e com muitas patentes, provavelmente devido à alta competitividade do setor. Após este levantamento, foi realizado contato com uma empresa do setor de alta tecnologia que atua no mercado brasileiro para verificar se ela também inova.

No presente trabalho o setor de alta tecnologia foi selecionado para a realização de uma pesquisa de campo visando à investigação das questões Q2. Tal escolha foi também motivada pelo fato de serem setores industriais que frequentemente se posicionam na vanguarda em termos de adoção de práticas e tecnologias mais modernas.

Construção de teoria a partir de estudos de caso é uma estratégia de pesquisa que envolve o uso de um ou mais casos para criar construções teóricas, proposições e / ou teoria de

caso com base em evidências empíricas. As construções e as variáveis são definidas para auxiliar na coordenação de eventos, na construção de instrumentos de coleta de dados, a análise de dados e conclusões (EISENHARDT, 1989).

Como unidade de estudo, foi selecionado o caso de uma empresa multinacional fornecedora de serviço de alta tecnologia. Seu principal escritório está instalado no Estado de São Paulo. A coleta de dados apoiou-se no método de observação direta, sem ações de intervenção. Foi entrevistado pelo menos dois gestores, um da alta e um da média gerência, seguindo um roteiro semiestruturado e, posteriormente, foram mantidos contatos com eles para validação de dados coletados e elucidação de questões específicas identificadas na visita ou reunião, respeitando o método indutivo proposto por Eisenhardt (1989).

Na condução do trabalho de campo, as observações e levantamentos de dados foram direcionados para se poder entender como a aplicação de elementos capacitadores e contribui para a redução das incertezas do FFE conforme ilustrados na Figura 5.

Este estudo buscou analisar a implementação da ferramenta Design Sprint em um projeto de transformação digital e inovação aberta em uma mineradora, por meio de um estudo de caso. O objetivo deste trabalho, portanto, foi mensurar o nível de aderência da aplicação do Sprint em um desafio de engenharia e determinar sua efetividade com relação às expectativas dos stakeholders. Já o objetivo técnico do projeto foi resolver principalmente um problema de segurança e eficiência operacional por meio da transformação digital de uma área industrial, seguindo o objetivo de segurança operacional de longo prazo que visa atingir zero intervenção humana nas plantas de Pelotização, além de problemas operacionais que resultam na queda de produtividade e eficiência do processo. A aplicação dessa abordagem adaptativa, somada com a implementação do conceito de inovação aberta para desenvolvimento do projeto pode resultar em resultados inéditos e satisfatórios para todos os stakeholders envolvidos.

4 ESTUDO DE CASO INTERVENÇÃO PROPOSTA

A priori à realização da Sprint, foi feito um levantamento de campo pelos membros da equipe do projeto em conjunto com o PO e a equipe de engenharia da Pelotização na área de Filtragem para buscar dados e entender a realidade operacional do projeto de transformação digital. Foram feitos diversos registros fotográficos e foi mapeada detalhadamente a rotina de trabalho específica dos operadores da área impactada, por meio de entrevistas. Dentre os aspectos levantados nessas entrevistas estavam o histórico de acidentes na área, a constatação dos agentes de risco envolvidos nas atividades, todas as etapas do processo de inspeção e

manutenção operacional e de todo o fluxo do processo para se obter o valor da variável de umidade do produto, dentre outros detalhes técnicos. Em paralelo com esse levantamento de campo, também foi feita uma pesquisa interna na empresa mineradora para entender possíveis ações já previamente testadas e/ou cogitadas na área da filtragem para melhoria de segurança e eficiência operacional.

4.1 Adaptações e Dinâmica de Execução

A lista de prioridades, também conhecida como backlog do produto do Sprint, foi feita na forma de um enunciado que contemplava o desafio dentro da área da Filtragem da Pelotização (Plano Estratégico do desafio da filtragem) que focava em segurança e eficiência operacional: Redução do FTE e aumento da qualidade do monitoramento de umidade do produto da filtragem.

Uma das principais diferenças do Sprint conduzido no projeto foi sua duração de dez dias úteis, ou seja, teoricamente o dobro de tempo de um Sprint tradicional. A extensão foi feita pelo fato de se ter disponível apenas meio expediente daqueles dias separados para o desenvolvimento das soluções, o que acabou compensando-se pela quantidade de dias. Em um dos dias, excepcionalmente, houve a continuação das atividades do Sprint depois do almoço. Segundo Knapp et al. (2017), não são necessárias horas extras para execução mais eficiente da metodologia do Sprint, porém a motivação dessa extensão atípica não teve como base o aumento de eficiência e produtividade, mas sim a adequação ao fechamento de algumas tarefas dentro daquele dia útil específico.

Pela existência de outras equipes trabalhando em paralelo sob o mesmo cronograma de atividades do Sprint, houve interações estruturadas entre as equipes, o que é uma atividade não contemplada dentro do escopo original de emprego da ferramenta ágil. Tal prática só conferiu ao projeto benefícios do ponto de vista de aumentar a quantidade e qualidade dos feedbacks e ideias entre as diferentes equipes. O detalhamento do Sprint executado está detalhado a seguir de acordo com os dados da pesquisa na Tabela 1.

TABELA 1 – Detalhamento do Sprint executado

Dia	Descrição das atividades
1	<p>Explicação como funciona o Sprint e alinhamento de expectativas</p> <p>Motivação: Se sprint vai ser guiada para escolher solução ou detalhar solução definida</p> <p>Revisão do plano estratégico do desafio, elaborado pela mineradora. Definição do objetivo de longo prazo</p>
2	<p>Perguntas do Sprint: O que é necessário para alcançar o objetivo. O que pode causar o fracasso do projeto.</p> <p>Revise as perguntas do sprint releia suas ideias discuta as dúvidas com os facilitadores</p> <p>Mapeie a jornada do cliente: - Clientes e atores. Entrega de valor. Fluxograma de atividades entre a entrega e atores. Circule o cliente mais importante e o momento alvo no mapa. Faça anotações e posicione-as no mapa</p> <p>Transforme as notas em perguntas "como podemos". Atualize o mapa da jornada do cliente, se necessário</p>
3	<p>Consolidação - Revisite as perguntas do sprint. Releia as ideias. Discuta dúvidas com facilitadores.</p> <p>Pergunte para outras equipes: 3 minutos de apresentação do mapa da jornada do cliente para outros grupos. 8 minutos para recebimento de comentários, perguntas "como podemos" e considerações dos outros grupos</p> <p>Pergunte para outros grupos - Parte II</p> <p>Pergunte para o Product Owner e parceiros: 10 minutos de apresentação do mapa da jornada do cliente. 20 minutos para dúvidas, comentários e perguntas</p>
4	<p>Anotações - Destacar características da solução.</p> <p>Ideias: Maior número de ideias esboçadas individualmente pelos membros da equipe</p> <p>Crazy 8 e Esboço final em 3 etapas: esboçados individualmente pelos membros da equipe</p>
5	<p>Mapeamento potenciais clientes para teste e validação do protótipo. Definição perfis/ background/ área de atuação</p>

	Agendamento e Prospecção: Entrevista com PO. Entrevista com parceiros. Prospectar especialistas externos
6	Decisão das soluções (parte I): Museu de arte. Mapa de calor Decisão das soluções (parte II): Críticas relâmpago. Pesquisa de intenção de voto. Supervoto Convergência "tudo em um"
7	Storyboard (parte I): Planejamento da sequência de atos das entrevistas de validação Storyboard (parte II): Decisão pela equipe + facilitador. Detalhamento de storyboard único de até 15 etapas
8	Planejamento do protótipo: Escolha da ferramenta e estratégia de construção Prototipação e Teste do protótipo com outras equipes
9	Adequação do protótipo com os feedbacks internos Entrevistas em 5 atos com parceiros e especialistas externos
10	Entrevista e validação com PO de outras equipes (ouvintes) Entrevista em 5 atos e validação com PO

FONTE: elaborados pelos autores

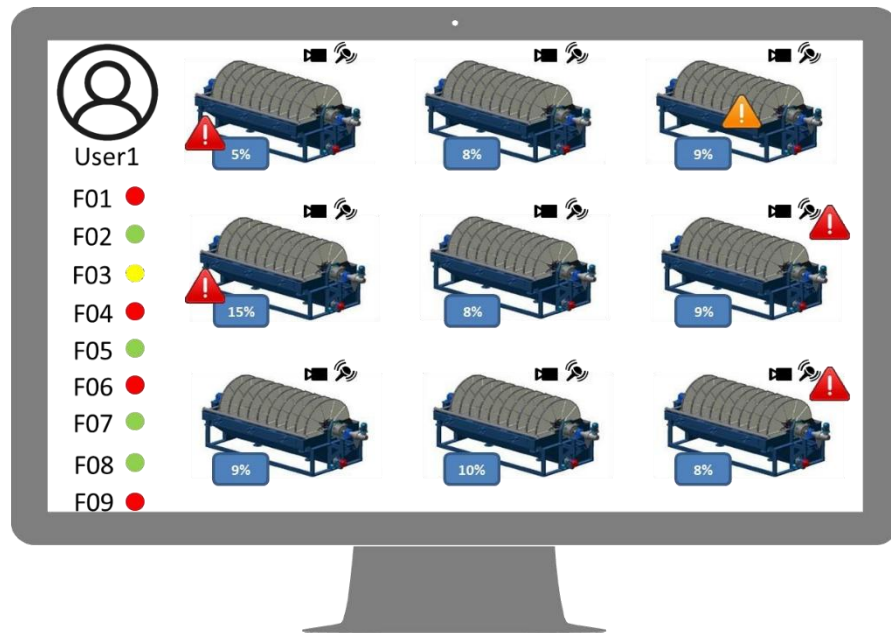
5 RESULTADOS OBTIDOS

O resultado alcançado na Sprint foi a validação do protótipo interativo da Figura 6. A ferramenta utilizada foi Microsoft Power Point® e as interações, apesar de limitadas, proporcionaram uma sensação de veracidade aos stakeholders consultados, extraíndo as reações que foram transmitidas a partir de duas entrevistas remotas feitas na fase de encerramento do Sprint

O protótipo representa a solução final, sendo integrada ao sistema de automação existente da filtragem, que reúne em uma única plataforma digital o monitoramento online da umidade do produto, bem como o status em tempo real das condições dos filtros, alertando automaticamente em caso de falhas corretivas qual equipamento apresenta o defeito e qual macrorregião ao longo de seu comprimento a falha se encontra. O protótipo também propõe uma gestão de usuários, turnos e histórico de alertas para posterior construção de uma árvore

de falhas, da qual a Filtragem da Pelotização carece. A ideia proposta também foi idealizada para desenvolvimento em plataforma para computadores, smartphones e tablets.

Figura 6. Representação do protótipo final entregue na Sprint



Fonte: Resultados originais da pesquisa (2022).

As entrevistas e a demonstração das funcionalidades dentro das limitações de cliques e interações no protótipo foi feita por meio de videoconferências online, sendo dedicado ao final um espaço aos entrevistados para críticas, dúvidas e comentários. Foram dados alguns incentivos e estímulos para direcionar minimamente a interação com o protótipo, entretanto, a tela principal representada na Figura 6, se provou extremamente intuitiva e autoexplicativa aos usuários.

5.1 Aderência da teoria e aplicação

Ao se comparar as atividades propostas pelo autor da ferramenta Sprint com as desenvolvidas e adaptadas no Sprint objeto de pesquisa desse trabalho, houve um índice de aderência de 81% das atividades realizadas, tendo como base o checklist disponibilizado pelo autor, totalizando 63 itens na composição de um Sprint tradicional de cinco dias de duração. Houve categoricamente, portanto, 12 itens não concluídos com relação ao escopo tradicional sugerido.

Vale ressaltar que houve novas atividades executadas com relação às sugeridas inicialmente no projeto que só existiram devido ao fato de haver mais nove equipes paralela e simultaneamente executando a mesma ferramenta e cumprindo o mesmo cronograma, no qual foi aproveitado tanto a expertise coletiva dos outros grupos quanto a colaboração entre eles.

5.2 Feedback da solução proposta

Os feedbacks foram variados, como por exemplo a abordagem eletromecânica ao problema de umidade e o “insight” utilizado para gerar a solução técnica para o problema de segurança operacional, sugerindo uma inspeção e monitoramento automático nos equipamentos.

Dentre os pontos de atenção e sugestões de melhoria mencionados como críticas ao trabalho proposto, houve os seguintes comentários dos stakeholders:

- Manutenção da Filtragem – Robustez das soluções sugeridas contra os agentes de riscos agressivos presentes na filtragem; Otimização do planejamento e controle de manutenção para atendimento aos equipamentos;
- Engenharia Pelotização – Necessidade da completa integração com o sistema de automação existente da usina de Pelotização;
- Operação da Filtragem – Forma de notificação dos eventos de manutenção; Responsabilidade da manutenção da solução proposta; Modificações do procedimento operacional padrão depois da implantação da mudança sugerida;
- Processo à jusante (Pelotamento) – Qualidade das novas medições de umidade do produto; Variabilidade da qualidade de medições e do tempo de atraso ao longo do tempo;
- Gerência Executiva de Transformação Digital - Linguagem de programação que a parte de software da solução seria implementada; Gestão de mudança da operação, considerando os ganhos de FTE com as soluções propostas;
- Diretoria de Estratégia Global – Custo Capex para escalar a solução internamente em outras usinas da Unidade e possivelmente em outras Unidades.

5.3 Contribuição tecnológica - Social

Os resultados atingiram os objetivos e expectativas criadas pela mineradora, sendo o principal deles a redução de até 50% do FTE dentro da área da Filtragem de Pelotização com

a implementação real do protótipo validado no *Sprint*, além de ganhos secundários como redução do tempo de resposta do monitoramento de umidade em até oito vezes e das atividades de inspeção dos filtros, monitoramento da eficiência por equipamento dentro do processo da filtragem, e não mais por um conjunto de equipamentos e consequente aumento da controlabilidade do processo e da produtividade. Tais resultados podem ser aplicados a outras plantas industriais com o mesmo perfil da estudada por este trabalho, não apenas para a empresa mineradora patrocinadora da iniciativa, mas para todas as demais que compartilham similarmente o mesmo processo produtivo e problema operacional.

A cadeia de *stakeholders* envolvida contou com 32 funcionários diretos da empresa mineradora que participaram das entrevistas de validação do protótipo e concepção da solução aplicada ao desafio, representando 11 diferentes áreas dentro da mineradora. Também foram contactados e mapeados 26 fornecedores, consultados nove especialistas, tanto parceiros internos previamente mapeados quanto de outras empresas externas disponíveis no mercado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da aplicação da ferramenta ágil Sprint no projeto de transformação digital e inovação aberta de mineração foi realizada e o protótipo resultado dessa aplicação foi validado. As adaptações realizadas do modelo original proposto por Knapp et al. (2017) foram determinantes para o resultado, usufruindo dos diferentes perfis dos participantes da equipe Scrum, bem como o viés de engenharia pressuposto. A aplicabilidade na indústria da mineração das soluções técnicas contempladas no protótipo desenvolvido foi confirmada pelos stakeholders, em que sugestões melhoria foram feitas para que suas expectativas fossem atendidas. A estrutura metodológica do Sprint foi minimamente preservada, fato que garantiu boa performance da aplicação da ferramenta e do framework ágil dentro dos limites de tempo e recursos oferecidos para a execução do projeto. O guia de gerenciamento de projetos sugere que mais de uma iteração seja realizada ao aplicar a metodologia do Scrum, de maneira a criar incrementos das soluções criadas em direção à satisfação do cliente final. No projeto objeto deste trabalho não foi possível realizar mais de uma iteração pela definição de prazo e escopo pré-estabelecidas antes do processo seletivo dos times Scrum ser realizado. Como sugestão de trabalhos futuros para continuidade da avaliação da aplicação da ferramenta de Design Sprint em projetos de Inovação Aberta e Transformação Digital no setor de mineração, deve-se experimentar a execução de Sprints em sequência, fazendo as adequações necessárias de prazo e custo para que se consiga gerar um histórico de evolução da solução, medindo o desempenho

de cada iteração e aproveitando a estrutura necessária para a execução de uma única iteração e aplicá-la para as seguintes.

REFERÊNCIAS

BARRETO, M. L. “Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil”. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001. 215p.

BECK, K.; BEEDLE, M.; VAN BENNEKUM, A.; COCKBURN, A.; CUNNINGHAM, W.; FOWLER, M.; GRENNING, J.; HIGHSMITH, J.; HUNT, A.; JEFFRIES, R.; KERN, J.; MARICK, B.; MARTIN, R. C.; MELLOR, S.; SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J.; THOMAS, D. Manifesto for agile software development. 2001. Disponível em: <https://agilemanifesto.org/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

BROWN, T. Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Alta Books, 2020.

CRUZ, F. Scrum e Guia PMBOK unidos no gerenciamento de projetos. Rio de Janeiro: Brasport, 2013.

DOSI, g. The nature of the innovative process. In: DOSI et al., Technological change and economic theory. Pinter Publishers, London, 1988.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. Academy of Management Review, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

KNAPP, J.; ZERATSKY, J.; KOWITZ, B. Sprint: o método usado no Google para testar e aplicar novas ideias em apenas cinco dias. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2017.

NESELLO, P.; FACHINELLI, A. C. Gestão das partes interessadas e inovação aberta: um ensaio teórico na perspectiva do gerenciamento de projetos. Revista de Gestão e Projetos, v. 8, n. 3, p. 50-65, 2017.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. PMBOK Guide: A Guide to the Project Management Body of Knowledge. 7. ed. Newtown Square, Pensilvânia: Project Management Institute, 2021.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. PMBOK Guia ágil. Newtown Square, Pensilvânia: Project Management Institute, 2017.

REI, F. C. F.; GONÇALVES, A. F.; SOUZA, L; P. Acordo de Paris: reflexões e desafios para o regime internacional de mudanças climáticas. Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, v. 14, n. 29, p. 81-99, 2017.

SCHUMPETER, J. A. The theory of economic development. New York: Oxford University Press. 1961.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. The scrum guide. Scrum Alliance, v. 21, n. 19, 2011.

SMITH, A. Riqueza das nações São Paulo: Abril Cultural, 1983. Chesbrough, H. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology, 2003.

SOUED, M. I.; MARTINS, A. F. C. Scrum and agility beyond it: evidences in the brazilian mining industry. Revista de Gestão e Projetos, v. 12, n. 1, 2021.

SUTHERLAND, J. Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo. 2ed. São Paulo: Leya, 2016.

TIANGTAE, N.; RAMINGWONG, S.; RAMINGWONG, L.; POTIKANOND, D.; HOMKONG, N.; MANEERAT, N. Developing Software for the Deaf Community: Conquering an Extreme Case Scenario. 2017. 21st International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC). IEEEExplore, ago. 2018. P. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICSEC.2017.8443794>

VACARI, Isaque. An empirical study on the adoption of agile methods for software development in public organizations. 2015. Dissertation (Master of Science). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

VALE. Carbono Zero. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/PT/sustainability/Paginas/carbono-neutro.aspx>. Acesso em: 23 fev. 2022a.

VALE. Você sabe o que é pelletização? Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/voce-sabe-o-que-e-pelletizacao.aspx>. Acesso em: 14 maio 2022b.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.