



IMPACTOS DA MUDANÇA DE ESCOPO DURANTE A EXECUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UMA USINA METALÚRGICA

IMPACTS OF THE CHANGE OF SCOPE DURING EXECUTION: A STUDY CASE IN A METALLURGICAL PLANT



Daniel Etsuo Murasawa

Mestre em Gestão de Projetos
Université du Québec à Trois-Rivières – UQTR.
Trois-Rivières, Quebec – Canadá.
demurasawa@gmail.com



Tatiana Kimura Kodama

Mestra em Engenharia de Produção
Universidade de São Paulo – USP.
São Carlos, São Paulo – Brasil.
tatiana.kimura@usp.br



Marcelo Seido Nagano

Doutor em Engenharia Mecânica
Universidade de São Paulo – USP.
São Carlos, São Paulo – Brasil.
dmagano@usp.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o impacto da mudança de escopo do projeto na fase de execução de uma reforma de um forno de uma usina recém-adquirida por um grupo comprador, através da identificação das causas das mudanças de escopo. A participação direta de um dos autores no processo de mudança de escopo do projeto na fase de execução da reforma permitiu a produção do relato técnico conforme protocolo de Rojo e Walter (2014) segundo o método de estudo de caso único em uma empresa do setor metalúrgico. Os dados foram coletados com a participação direta de um dos autores no processo estudado por meio de relatórios gerenciais, das cotações do fornecedor do serviço de reforma refratária, das ordens de compra e observações diretas no período de outubro de 2019 a março de 2020. Os resultados obtidos mostram que o custo total do projeto devido a retrabalhos, aumentou 162% do custo inicial pela não definição completa de requisitos para a determinação do escopo de serviço. Os resultados das análises do diagrama de Ishikawa para a determinação das principais causas do escopo inicial incompleto, apontam: a) ambiente - falta de acesso ao interior do forno, visita e avaliação sem planejamento; b) método - análise técnica superficial; c) pessoas - falha de comunicação com fornecedores; d) máquina - desenhos desatualizados; e) material - danos não detectados. O planejamento do projeto e a seleção do gerente de projetos foram considerados critérios críticos, além destes a gestão de passivos foram as lições aprendidas por meio do desenvolvimento desse estudo. Apesar de se tratar de um caso único específico de um ambiente metalúrgico, este estudo contribui com o aumento do número de estudos empíricos no campo acadêmico sobre mudança de escopo, recorrente em outras áreas em projetos e no campo prático/ empresarial fornece as lições aprendidas que podem ser consideradas em operações semelhantes, não se restringindo ao nicho de usinas metalúrgicas, pois se estende o mesmo princípio para projetos, cujo escopo envolve reformas de equipamentos.

Palavras-chave: Gestão de projetos. Análise de causas. Retrabalho. Requisitos. Forno.

Abstract

This study aimed to evaluate the impact of the project scope change in the execution phase of a furnace renovation of a plant recently acquired by a purchasing group through the identification of the causes of the scope changes. The direct participation of one of the authors in the project scope change process in the renovation execution phase allowed the production of the technical report according to the protocol of Rojo and Walter (2014) according to the single case study method in a company in the metallurgical sector. Data were collected with the direct participation of one of the authors in the process studied through management reports, quotes from the refractory reforming service provider, purchase orders, and direct observations from October 2019 to March 2020. The results obtained show that the total cost of the project due to reworks, increased by 162% of the initial cost due to the lack of complete definition of requirements for determining the scope of service. The analysis results of the Ishikawa diagram for the determination of the main causes of the incomplete initial scope, point out: a) environment - lack of access to the interior of the oven, visit and evaluation without planning; b) method - superficial technical analysis; c) people - failure to communicate with suppliers; d) machine - outdated drawings; e) material - undetected damage. Project planning and project manager selection were considered critical criteria, in addition to these, liability management were the lessons learned through the development of this study. Despite being a unique case-specific to a metallurgical environment, this study contributes to the increase in the number of empirical studies in the academic field on scope change, recurrent in other areas in projects and the practical/business field, it provides the lessons learned that could be considered in similar operations, not being restricted to the niche of metallurgical plants, as the same principle extends to projects, whose scope involves equipment reforms.

Keywords: Project management. Cause analysis. Rework. Requirements. Furnace.

Cite como

American Psychological Association (APA)

Murasawa, D. E., Kodama, T. K., & Nagano, M. S. Impactos da mudança de escopo durante a execução: estudo de caso em uma usina metalúrgica. *Revista de Gestão e Projetos (GeP)*, 13(2), 195-217. <https://doi.org/10.5585/gep.v13i2.21789>.

1 Introdução

Gerenciar o escopo do projeto é a melhor solução para eliminar qualquer ambiguidade e incerteza em projetos (Tsigas, 2017). Afinal, conforme Ferrada e Serpel (2013), um projeto bem-sucedido e eficiente é aquele que atinge seus objetivos dentro do orçamento, no prazo e de acordo com os padrões, enquanto atende aos requisitos do cliente.

No entanto, ao longo do ciclo de vida de um projeto, mudanças no escopo podem se tornar necessárias e, como resultado, a gestão do escopo cumpre um papel-chave para atingir os objetivos de um projeto, sempre atendendo às necessidades do cliente (Dekkers & Forselius, 2007). Quando se trata do escopo contido em contratos, a mudança durante a fase de execução muitas vezes se torna um grande pesadelo, pois ela é gerada por conflitos de requisitos e necessidades entre as partes interessadas e as decisões do gerente de projeto (Kotonya & Sommerville, 1998). É um desafio para o gestor do projeto ter que lidar com um conjunto complexo e integrado de decisões e ações a serem tomadas para se aumentar a taxa de sucesso, gerenciando riscos e aumentando a efetividade de projetos concomitantemente (Littau, 2010). Com o intuito de se evitar retrabalhos, é de suma importância uma boa análise de viabilidade técnica e planejamento bem detalhado do escopo, para que não haja mudanças posteriores (Dvir & Lechler, 2004). De acordo com o *Project Management Institute* (PMI), o escopo pode vir a sofrer alterações ao longo do projeto, porém é importante registrar e controlar as alterações, detalhando os impactos causados no custo e no prazo (PMI, 2017).

Quando as mudanças são introduzidas durante ou após a fase de execução, os efeitos dessas podem afetar drasticamente o desempenho do projeto, seja no quesito custo, prazo ou qualidade (Dvir & Lechler, 2004). Identificar e quantificar as relações de causa e efeito entre as mudanças, a fim de mitigar ou evitar seu impacto, é de vital relevância, pois quanto mais tardia a mudança de escopo ocorrer ao longo do ciclo de vida do projeto, maior o seu custo (Foo, Omran & Osman, 2009). Muitas vezes, problemas, falhas ou excesso de custos ao longo dos projetos dão sinais de alerta precoces de diferentes formas antes de ocorrerem. Segundo Nikander (2002), um sinal de alerta precoce é uma observação, sinal, mensagem ou alguma outra forma de comunicação que é ou pode ser vista como expressão, indicação, prova ou sinal da existência de uma incerteza que se tornará um risco ao projeto.

A incerteza pode ser proveniente da falta de um objetivo claro. Mesmo quando a meta é conhecida, mover-se em direção a ela pode ser um processo confuso e incerto, quando os executores do projeto apenas “têm noção” do escopo e trabalham para sua entrega, segundo

Weick (1995). Como consequência, a falta de uma definição pode levar a pedidos de mudanças nos contratos. Tais mudanças, conforme Hansen (2020), ocorrem sob a forma de acréscimos ou subtrações, remoções ou renovação do conteúdo dos contratos de construção, impactando diretamente no custo, cronograma e qualidade do projeto.

Sendo assim, a finalidade deste trabalho é avaliar o impacto da mudança de escopo do projeto na fase de execução de uma reforma de um forno de uma usina recém-adquirida por um grupo comprador, através da identificação das causas das mudanças de escopo.

O restante do artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta o método de pesquisa detalhando o estudo de caso. A seção 3 apresenta os resultados e discussão. A seção 4 trata das conclusões do estudo e da orientação para pesquisas futuras.

2 Procedimentos metodológicos

Este relato técnico seguiu o roteiro estabelecido por Rojo e Walter (2014). Os relatos técnicos, de acordo com Rojo e Walter (2014), são trabalhos que aliam teoria e aplicação prática o que corroboram com esse estudo. A metodologia utilizada foi de estudo de caso único (Yin, 2010), avaliada de forma longitudinal. Os dados coletados foram de fonte primária, com a participação direta de um dos autores no processo estudado por meio de relatórios gerenciais, das cotações do fornecedor do serviço de reforma refratária, das ordens de compra e observações diretas no período de outubro de 2019 a março de 2020.

2.1 Método de pesquisa

O estudo de caso único com abordagem qualitativa foi o método de pesquisa adotado para o desenvolvimento deste trabalho. Segundo Yin (2010), este método é utilizado para a maior compreensão extensiva e objetividade para a validação conceitual, quando comparada à metodologia estatística. Para Freitas e Jabbour (2011), em termos de profundidade e abrangência, a abordagem qualitativa tem vantagem em relação à quantitativa, uma vez que as evidências obtidas são trianguladas por meio de múltiplas fontes, como através de entrevistas, observações, análise de documentos, possibilitando ao pesquisador maior detalhes ao invés do enfoque quantitativo. Apesar das limitações, em termos de base para generalizações, por se tratar de um estudo de caso único, o mesmo se mostra mais adequado para conhecer em profundidade as especificidades de um fenômeno organizacional, considerando um contexto que com condições decisivas, raras, típicas, reveladoras e longitudinais (Yin, 2010).

Com relação ao aspecto revelador, o estudo de caso único é apropriado, pois na análise da revisão de literatura para a elaboração deste trabalho, não há estudos em projetos sobre a mudança de escopo durante um projeto de reforma do revestimento refratário de um forno de espera. Assim, o caso único pode contribuir para o preenchimento dessa lacuna da literatura.

Além disso, a relevância do estudo de caso único como mecanismos de interpretação e geração de significado nas organizações. March, Sproull e Tamuz (1991) analisam os processos organizacionais de aprendizado e mostram o papel dos casos único na construção de interpretações compartilhadas, conhecimento válido e aumento do desempenho organizacional. Entre as vantagens está a possibilidade de expandir o aprendizado potencial decorrente de um evento único ou ambíguo e até construir de forma imaginativa histórias hipotéticas, mas com profundo significado para a organização (March, Sproull & Tamuz, 1991).

Em relação às fontes de dados, este estudo utilizou um conjunto amplo, conforme indicado por Barratt et al. (2011), sendo elas: observação direta; participação em reuniões; documentos (cotações do fornecedor do serviço de reforma refratária, ordens de compra e relatórios gerenciais). As fontes de dados foram trianguladas para aumentar a confiabilidade (Boyer & McDermott, 1999; Hyer et al., 1999). As fotos foram providenciadas pelo responsável técnico do grupo durante os acompanhamentos do progresso do projeto e do material de treinamento operacional. Os dados foram obtidos do período entre outubro de 2019 a março de 2020.

As ferramentas utilizadas para as análises das informações extraídas deste estudo foram os softwares Microsoft Excel, para a elaboração das estruturas analíticas e tabelas; Microsoft Visio para elaboração do Diagrama de Ishikawa e análise dos 5 Porquês. O diagrama de Ishikawa ilustra esquematicamente as relações entre um resultado específico e suas causas por diferentes categorias, como: método, pessoas, ambiente, máquina e material, por exemplo. O efeito estudado ou problema é “a cabeça do peixe” e as causas e subcausas potenciais definem a “estrutura da espinha de peixe” (Ishikawa & Loftus, 1990). A análise dos 5 Porquês é uma técnica para se definir a causa-raiz de um problema, através de sucessivas perguntas “porquê”, cinco vezes. Cada “porquê” leva a uma série de outras perguntas que devem ser respondidas antes de prosseguir para o próximo “porquê” até encontrar a verdadeira causa (Perry & Mehlretter, 2018).

2.2 Caracterização do objeto de estudo

O objeto de estudo trata-se de uma filial que atua no setor de metalurgia localizada na América do Norte e enquadra-se como grande porte em relação a valor de faturamento segundo os critérios estabelecidos pelo SEBRAE (2019). Especificamente, este estudo abordou a reforma do revestimento refratário de um forno para a repartida de uma planta metalúrgica, que havia sido fechada e depois adquirida por um outro grupo. Sediado na América do Sul, este grupo que efetuou a aquisição desta usina era especializado na produção de bobinas de alumínio, cuja finalidade seria expandir seu *market share* em um programa de internacionalização, fornecendo bobinas aos fabricantes de cabos elétricos no mercado norte-americano.

Sendo sua primeira planta fora do país de origem, após efetuar a compra no último trimestre de 2019, o grupo iniciou um programa de reforma dos equipamentos da usina para reiniciar sua produção, prevista para o fim do primeiro trimestre de 2020. Dentro do programa de recomissionamento da planta, um dos equipamentos a ser reformado era o forno de espera, o qual é o tema da análise deste estudo. Justifica-se a escolha deste projeto, pois nele foi feita uma alteração do escopo durante a fase de execução do seu ciclo de vida de reforma, adicionando serviços que deveriam ter sido considerados na fase de planejamento. O motivo foi devido ao diagnóstico técnico falho e definição incompleta do escopo do serviço, além da falta de informação sobre o histórico de reformas do forno antes da aquisição.

O detalhamento do projeto propicia uma maior compreensão das especificidades da atividade desenvolvida pelo objeto do estudo, assim como a análise da causa da mudança de escopo e lições extraídas desta experiência.

3 Resultados e discussão

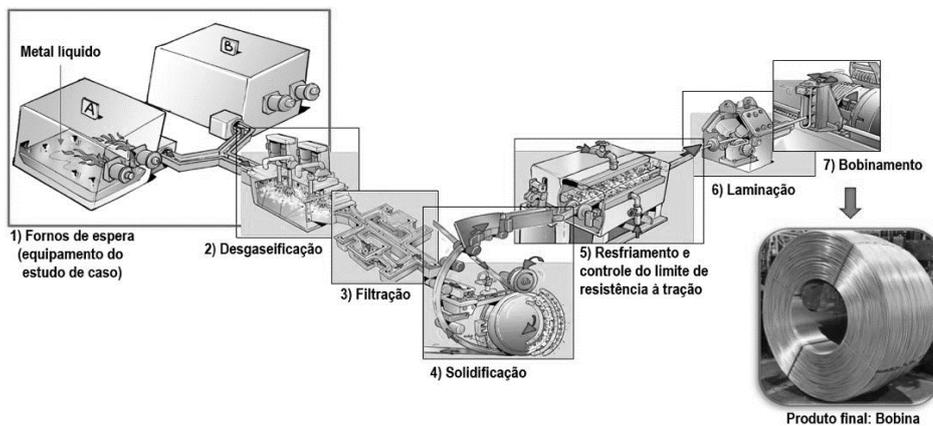
Essa seção apresenta os resultados e a discussão do estudo e está estruturado em sete blocos seguindo a seguinte ordem: processo analisado; cenário 1: escopo inicial; cenário 2: identificação da mudança de escopo; impactos da mudança de escopo; análise das causas; análise dos 5 porquês, e; lições aprendidas.

3.1 Processo analisado

Em uma fundição de uma usina metalúrgica, o forno de espera é um equipamento utilizado para manter o metal em estado fundido. Em seguida, o vazamento do metal fundido aos equipamentos das etapas seguintes, onde é feita a desgaseificação, filtração, solidificação, laminação e bobinamento, para se obter a bobina de alumínio, conforme Figura 1.

Figura 1.

Diagrama Representativo da Linha de Laminação



Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme ilustrado na Figura 1, os processos envolvidos são identificados numericamente sendo respectivamente:

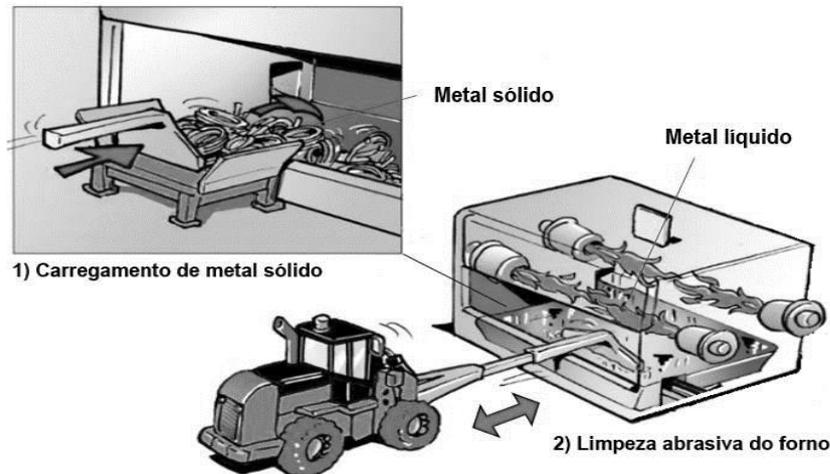
- O forno de espera é o equipamento que recebe o metal na forma líquida ou sólida. Nele é feita preparação da liga, através do ajuste de composição química, adicionando-se anteligas, limpeza e remoção dos óxidos, precipitação das inclusões não-metálicas durante repouso e controle da temperatura do metal líquido para vazamento (Sztur, Balestreri & Meyer, 2016);
- A desgaseificação é a etapa onde se remove o gás hidrogênio dissolvido no metal líquido. Este gás causa o aumento de porosidade e fragilidade na peça sólida;
- Através de um filtro cerâmico poroso, a filtração remove as inclusões não-metálicas do metal líquido, para que não sejam gerados defeitos no produto final;
- Por meio de uma solidificação controlada, o metal líquido se transforma do estado líquido em uma barra de seção trapezoidal no estado sólido;

- A barra solidificada passa pelo túnel de resfriamento, que a resfria por meio da injeção de água à alta pressão. O mesmo também controla o limite de resistência à tração do produto final por meio do controle da taxa de resfriamento da barra, controlada pela pressão e fluxo do fluido;
- Na laminação, a seção transversal da barra em formato trapezoidal diminui até o diâmetro final do vergalhão de 9,5 mm, por exemplo (Buxmann & Gold, 1982);
- Na etapa final, o vergalhão é bobinado, adquirindo o formato final de bobina, cujo peso varia de 2 a 4 toneladas.

O isolamento térmico do forno de espera que mantém o metal em estado fundido, cuja temperatura média é de até 950°C para o alumínio líquido, é graças ao revestimento refratário. O material refratário é um cerâmico, o qual tem como característica principal a alta resistência térmica, ou em outras palavras, alto ponto de fusão (>1.500°C). Entretanto, os materiais refratários também apresentam desvantagens. Os seus três mecanismos de falha principais em fundições de alumínio são: desgaste químico, devido à formação de óxidos ou corrosão por aditivos utilizados na preparação da liga; desgaste térmico, pelas trincas geradas pelo choque térmico ao aquecer e perder calor, pela abertura da porta do forno, por exemplo; desgaste mecânico, devido ao impacto no carregamento de material sólido e/ou práticas de limpeza abrasiva (Figura 2) na superfície do revestimento refratário com o forno carregado com metal líquido, para que as impurezas menos densas flutuem e sejam retiradas para se evitar contaminação de carga ou perda de capacidade do forno devido à formação de óxidos na superfície do refratário.

Figura 2.

Representação do Carregamento do Metal Sólido e Procedimento de Limpeza



Fonte: Elaborado pelos autores.

A ferramenta utilizada para a homogeneização na preparação da liga, na operação da limpeza do forno e remoção do óxido na superfície do metal líquido acaba por desgastar a superfície refratária por abrasão.

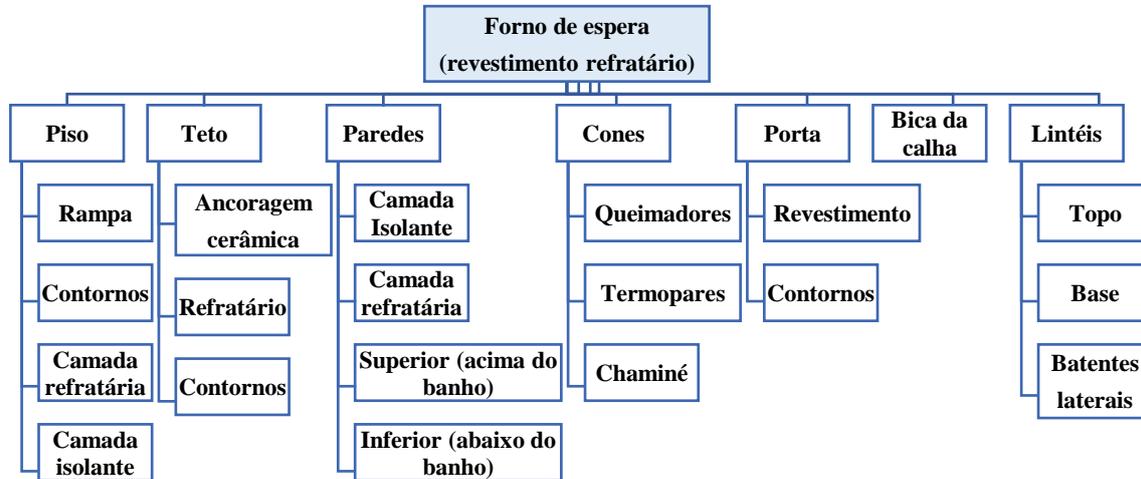
Portanto, este estudo aborda uma mudança de escopo durante a reforma para se revitalizar o revestimento refratário do forno de espera, o qual já estava danificado antes da compra da planta, devido à operação rotineira da fundição pelo proprietário anterior da usina antes do seu fechamento.

3.2 Cenário 1: escopo inicial

Para melhor compreensão da atividade, a Figura 4 apresenta a complexidade de um forno de espera, incluindo as diferentes partes refratárias como uma estrutura de decomposição do produto [EDP], pois ela representa a lista de componentes (Bachy & Hameri, 1997).

Figura 3.

EDP: Partes do Revestimento Refratário de um Forno de Espera

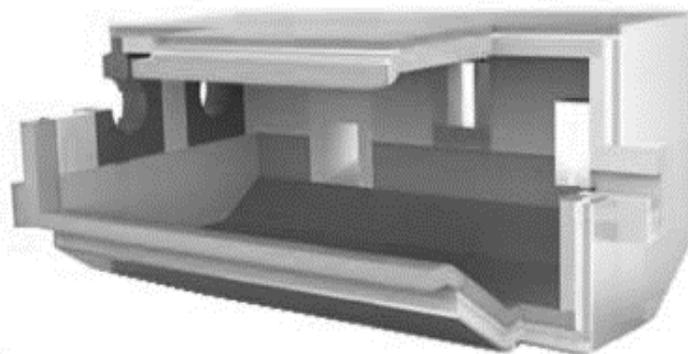


Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir da EDP do revestimento refratário do forno, pode-se representar a imagem do forno de forma tridimensional do forno, conforme a Figura 5. Nela, pode-se notar que o revestimento possui diferentes partes, pois o material utilizado para resistir submerso no metal líquido, na região vermelha, possui composição diferente do material acima da linha do banho de metal, regiões cinzas, verdes, azuis e roxas, devido às suas propriedades refratárias e mecânicas.

Figura 4.

Corte 3D Evidenciando as Diferentes Seções do Revestimento Refratário de um Forno de Espera



Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a prospecção de fornecedores para a execução do serviço, com o intuito de se economizar custos e entregar o projeto pronto o mais rápido possível, o gestor que se encontrava temporariamente na nova planta como responsável por receber os potenciais fornecedores não permitiu uma análise completa da condição dos fornos pelos fornecedores, devido à (1) dificuldade em se comunicar em outro idioma, (2) inacessibilidade ao interior do forno por se tratar de um espaço confinado, sendo necessário medidas de segurança prévias, tendo um supervisor, equipamento para mensurar a atmosfera no interior e travamento da abertura das portas, para não se fecharem, e (3) ao prazo curto dado pela alta gerência para a entrega de todos os projetos de comissionamento da planta, o que acabou por gerar um escopo de serviço superficial. Assim, no primeiro diagnóstico ficou estabelecido que era somente necessário reparar as paredes superiores e o teto do forno.

Após a definição do fornecedor ganhador do contrato, foi dado início ao projeto da reforma. Visto a dificuldade do gestor em se comunicar com os fornecedores e desempenhar suas funções, o processo de visto e requisitos de imigração de um outro funcionário foi acelerado para que ele fosse enviado como o responsável técnico e gerente do projeto do grupo à nova planta para a gestão de todas as reformas a serem feitas em diversos equipamentos na usina. Após três semanas, o novo responsável técnico foi enviado à planta para continuar o programa de comissionamento.

3.3 Cenário 2: Identificação da mudança de escopo

Com a reforma já em andamento, na etapa de demolição e com o interior do forno preparado para o trabalho em espaço confinado, em uma das caminhadas de rotina na área operacional para acompanhar o serviço de reforma do refratário antigo do forno, o novo gestor do projeto identificou um sinal de alerta precoce: haviam incoerências entre a espessura teórica do piso do forno no desenho técnico, com 250 mm, e na condição real, com 533 mm (21 polegadas), totalizando uma diferença de 283 mm de espessura do piso, conforme Figura 6. Ela apresenta a divergência de valores de espessura entre o desenho, cuja medida do piso é de 250 mm de espessura. Na foto à direita, através da fita métrica sendo cruzada pela linha tracejada amarela se pode notar que a espessura real do piso do forno era de 21 polegadas ou 533 mm.

Após uma análise completa do estado de conservação do refratário do piso, constatou-se que o mesmo apresentou descamação. Este fenômeno foi explicado ao verificar que, apesar de haver pouca informação sobre o histórico da planta, os proprietários anteriores nunca haviam

feito uma manutenção preventiva de reforma do refratário do forno desde a primeira partida. A boa prática é de se fazer uma reforma completa, uma manutenção preventiva, quando as reformas parciais, uma manutenção corretiva, não são suficientes e a deterioração do revestimento começa a impactar na qualidade do produto final e dos outros equipamentos *downstream* da linha de produção. Os detalhes serão abordados posteriormente na seção “análise de causas”.

Como resultado, o material refratário úmido e oco estava frágil, pois apresentou fragilidade à fratura com o impacto de um martelo manual, o que indicou sinais de alerta precoce para uma falha completa do piso do forno caso fosse vazado metal líquido sobre ele. O responsável técnico, juntamente com a equipe contratada dos refratários, verificou todas as partes do revestimento refratário para elaborar um diagnóstico completo, que não havia sido feito anteriormente devido à má avaliação técnica feita durante a visita, que será detalhada posteriormente na análise das causas. Foram identificados outros pontos que necessitavam de reforma: piso, as paredes, bica de vazamento, rampa e piso na frente do forno.

Caso nenhuma providência fosse tomada, foi avaliado que a reforma total do piso teria que ser refeita logo após a repartida da planta e, avaliando que uma vez que a produção fosse iniciada seria necessário parar novamente a linha, já tendo clientes aguardando pedidos, haveria maior prejuízo com falta de produção e penalidades de contrato. Portanto, o responsável técnico recomendou à liderança a mudança de escopo imediata, optando pela reforma completa do piso do forno e dos outros reparos pendentes identificados.

3.4 Impactos da mudança de escopo

Em termos de custo, o novo serviço a ser feito, incluindo a reforma completa do piso e de outras seções, refletiu em um aumento de 162% no custo total do projeto. Conforme a Tabela 1, conclui-se que a diferença de escopo do projeto com o acréscimo de quatro pedidos de mudança após análise completa de todo o revestimento refratário, onde foram incluídos os Pedidos 2, mudança 1: reforma das bicas de vazamento; pedido 3, mudança 2: reforma do piso e paredes inferiores; Pedido 4, mudança 3: reforma da rampa; Pedido 5, mudança 4: reforma do piso na frente do forno. Em relação ao Pedido 1, conforme Tabela 1, houve um acréscimo de custo equivalente a USD\$ 109.546,00, totalizando USD\$ 284.927, em relação ao custo inicial do primeiro pedido, cujo valor era de somente USD\$ 175.381,00.

Tabela 1.

Comparativo de Custos Entre O 1º Escopo e Pedidos de Mudanças em 2019

Pedido	Descrição	Custo total (USD\$)
1	Cotação 1: Reforma parcial do teto e paredes superiores	175.381,00
2	Pedido de mudança 1: Reforma das bicas de vazamento	10.281,00
3	Pedido de mudança 2: Reforma do Piso e paredes inferiores	55.585,00
4	Pedido de mudança 3: Reforma da Rampa	34.093,00
5	Pedido de mudança 4: Reforma do piso na frente do forno	9.587,00
Total (Pedidos 1+2+3+4+5)		284.927,00
Diferença de escopos [(Pedido 1) - TOTAL (Pedidos 1+2+3+4+5)]		(109.546,00)
Porcentagem de aumento		162%

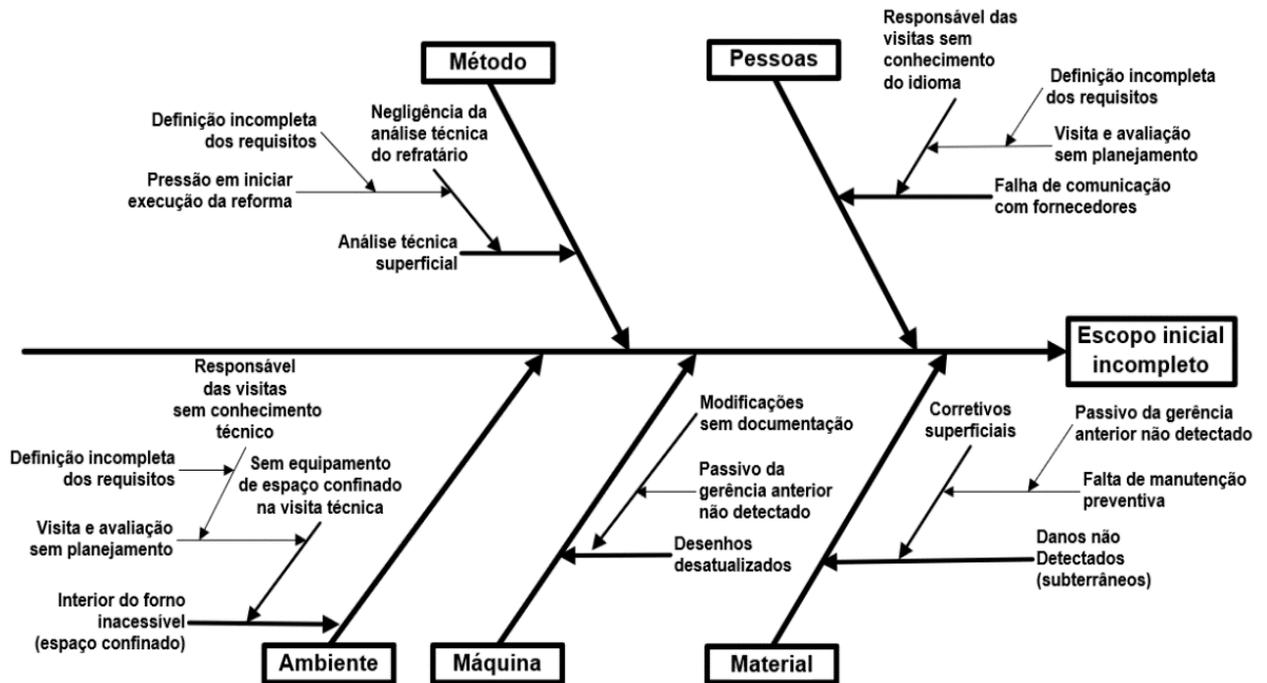
Fonte: Elaborado pelos autores.

3.5 Análise de causas

Com o intuito de se identificar o problema, explorar os fatores, identificar as possíveis causas da falha (Ishikawa & Loftus, 1990) do escopo inicial incompleto, foi feito um levantamento de causas potenciais através de um diagrama de Ishikawa, conforme Figura 7, com o intuito de se documentar as lições aprendidas ao final do projeto. Neste diagrama as sucessivas ramificações dos fatores são as suas respectivas causas.

Figura 5.

Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir do diagrama, as causas do escopo inicial incompleto foram divididas em cinco fatores envolvendo: Pessoas, Método, Material, Máquina e Ambiente. Para cada fator, foi utilizado o diagrama dos “5 Porquês”, conforme Figura 8, para se certificar a compreensão plena do problema antes de se tomar qualquer ação (Perry & Mehlretter, 2018).

3.5.1 Ambiente

Durante a visita técnica dos fornecedores, nenhum deles teve acesso ao interior do forno, pois se tratava de um espaço confinado. Tal condição requer equipamento e supervisão durante a atividade, o que não foi preparado, pois não foram levantados estes requisitos para as visitas. Isso poderia ter sido identificado caso o primeiro responsável pela prospecção de fornecedores tivesse conhecimento técnico em fornos.

Como não houve planejamento específico para a seleção do gestor responsável antes da compra da planta, o critério de seleção do primeiro gerente do projeto para o comissionamento foi com base no status de imigração já adquirido no país da nova planta, sem considerar as competências técnicas ou do idioma local.

3.5.2 Método

A primeira análise técnica não envolveu todos os requisitos posteriormente identificados, pois não foram detectadas as falhas do piso. Fato que poderia ter sido evitado com um método de análise seção por seção do refratário no interior do forno, se houvesse o acesso ao interior do forno, cuja condição era de um espaço confinado, ou seja, necessitaria da amostragem atmosférica no interior do forno para se certificar que não haveria atmosfera tóxica ou com baixo teor de oxigênio e o travamento das portas em estado de energia zero para que as mesmas não se fechassem enquanto os técnicos estivessem no interior do forno realizando a análise. Porém, devido à pressão em iniciar a execução do projeto pela alta gerência, a análise detalhada foi negligenciada à causa da definição incompleta de requisitos das visitas.

3.5.3 Pessoas

Mão-de-obra qualificada é um dos principais recursos necessários para projetos (Arain, 2004). Houve falhas de comunicação na prospecção dos fornecedores, entre eles e o primeiro gestor do projeto, o qual não tinha domínio do idioma local (inglês).

Se os requisitos da visita tivessem sido identificados em um previamente, estas falhas poderiam ter sido evitadas, pois com uma definição de requisitos prévia, o critério de seleção do gestor teria como base nas competências no idioma local e no conhecimento técnico sobre fornos, não somente no status de visto de imigração, o qual o tinha por já ter feito uma viagem ao país por qualquer outra ocasião anteriormente.

3.5.4 Máquina

Como já explicado na seção “Identificação da mudança de escopo”, durante o segundo diagnóstico para a redefinição do escopo, foi identificado que a espessura real (533 mm) do piso do forno não condizia com os desenhos técnicos (com 250 mm).

Após investigação, os antigos proprietários não haviam atualizado os desenhos técnicos na documentação da planta, portanto não havia registros de qualquer alteração nos fornos após o primeiro comissionamento. Esta falha foi classificada como um passivo da gerência anterior não detectado.

3.5.5 Material

Conforme descrito previamente em “identificação da mudança de escopo”, após investigação e diagnóstico completo da condição real do revestimento do forno, os antigos proprietários haviam feito jateamento superficial de material refratário somente, empilhando uma camada sobre a camada anterior, como um reparo temporário para se ganhar tempo e evitar uma parada longa para uma manutenção preventiva completa, que levaria uma semana sem produção, pois requer resfriar completamente o forno, fazer a troca completa do refratário e depois reaquecê-lo gradualmente para evitar trincas ou explosão devido evaporação brusca no interior do cerâmico.

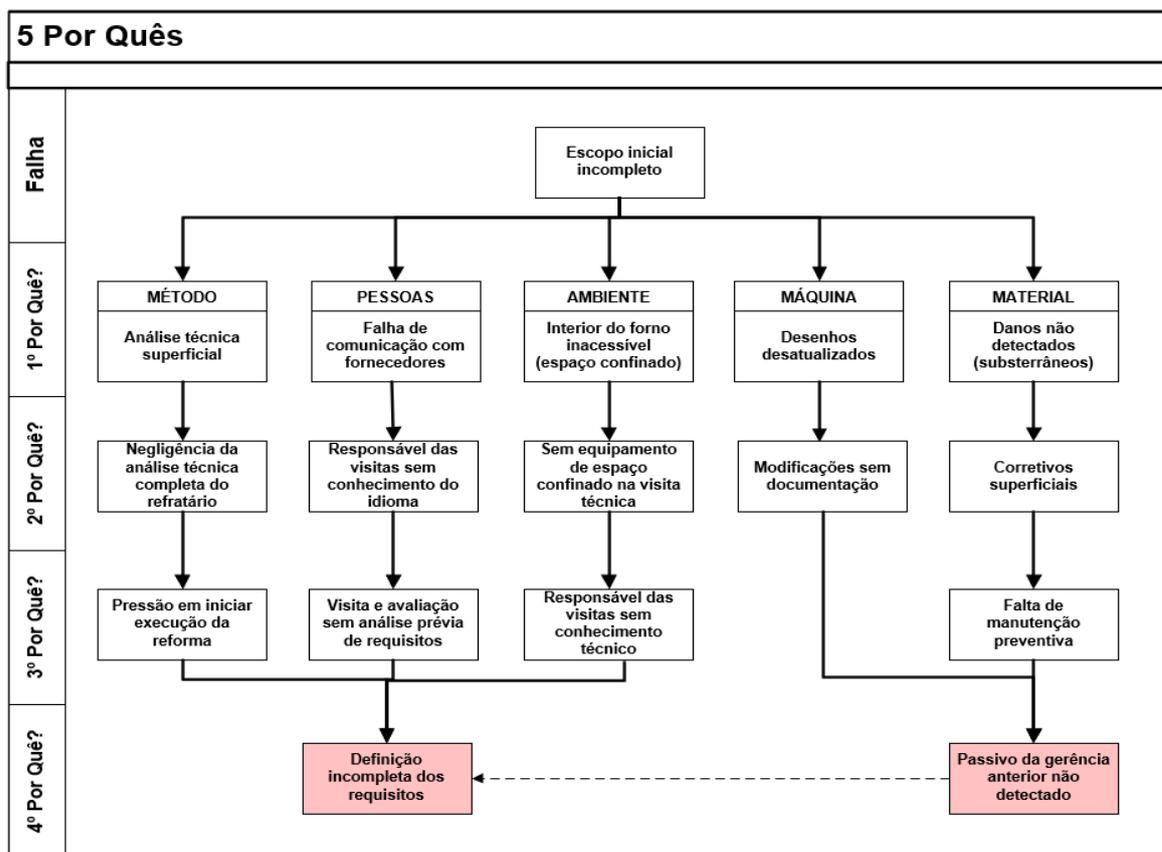
No entanto, as camadas do reparo temporário haviam absorvido umidade devido ao longo período em que a planta esteve parada com os fornos “frios”. Podia-se constatar também que haviam se formado espaços vazios nas interfaces entre uma camada e outra do piso, devido à contração do refratário após resfriamento até a temperatura ambiente. Esta incoerência também foi classificada como um passivo da gerência anterior não detectado em nenhum relatório.

3.6 Análise dos 5 Porquês

A partir do diagrama de Ishikawa, o diagrama dos “5 Porquês” foi elaborado com o auxílio dos relatórios gerenciais e observações do responsável técnico, conforme Figura 8. A análise de causa raiz é uma abordagem sistemática para a solução de problemas, comumente aplicada quando há uma falha significativa ou problema com impacto de longo alcance (Perry & Mehlretter, 2018). No diagrama da Figura 8, consta à esquerda a sequência dos “Porquês” e, ao centro, consta a falha “escopo inicial incompleto”, que se divide nos cinco fatores Método, Pessoas, Ambiente, Máquina e Material, os quais se sucedem respectivamente às causas em cada “porquê”, até se chegar em duas causas principais, sendo uma delas indiretamente causada pela outra, conforme mostra a ligação com a seta tracejada.

Figura .

Diagrama da Análise dos “5 Porquês”



Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre os cinco fatores, conforme já explorados em detalhes previamente na seção análise das causas, foram identificadas duas causas convergentes da falha do escopo inicial incompleto: definição incompleta dos requisitos e passivo da gerência anterior não detectado. Detalhadamente, tem-se:

3.6.1 Definição dos requisitos incompleta

Caso fosse planejado o escopo do serviço de reforma do forno com a definição dos requisitos (exemplo: condição de espaço confinado), a nomeação do gerente do projeto com base nas competências, a identificação de todas as entradas e saídas, os riscos, os fatores ambientais e as partes interessadas (exemplo: fornecedores e ex-funcionários), todo o retrabalho posterior poderia ter sido evitado com a definição completa do primeiro escopo e plano do projeto.

3.6.2 Passivo da gerência anterior não detectado

Uma vez que adquirida a planta, não havia informação na documentação fornecida sobre as manutenções corretivas do forno e nem sobre os desenhos desatualizados. Portanto, considera-se que, mesmo se houvesse um plano detalhado antes da execução, tal falta de informação pertencia à categoria de riscos ocultos do projeto. Visto a falta de documentação, esta surpresa poderia ter sido evitada caso houvesse recontração de ex-funcionários da planta como fonte de opinião especializada, durante a fase de planejamento do projeto, para extração de conhecimento tácito sobre a planta. Isso explica a seta tracejada no diagrama da Figura 8, pois a definição completa de requisitos poderia evitar tal consequência. Neste caso, os ex-funcionários foram gradativamente recontraçados à medida que a data de repartida se aproximava. Porém, muitas informações críticas levantadas através de entrevistas com eles somente foram identificadas quando a execução já estava em andamento.

3.7 Lições aprendidas

Apesar deste estudo de caso único abordar um contexto dentro de uma planta metalúrgica recém adquirida por outro grupo, não é raro encontrar projetos com uma repentina mudança de escopo durante a fase de execução ou ainda somente ao final do projeto que o gerente se dá conta da impossibilidade de atender 100% do escopo do projeto por faltar definir todos os requisitos previamente. Para que futuros projetos não sofram das mesmas falhas, foram levantadas as lições aprendidas deste estudo. Importante enfatizar que tais práticas não se restringem especificamente ao nicho de usinas metalúrgicas, pois o mesmo princípio se estende para outros projetos de reforma de equipamentos.

3.7.1 Lição 1: Primeiramente: planejar

Planejar é uma tarefa de prestígio, vista como melhor prática de qualquer atividade, entretanto, gerentes no "mundo real" são induzidos, segundo Mintzberg (1973), a desenvolver uma preferência pela “ação ao vivo” e tendem fortemente a se basear na delegação via comunicação oral e instantânea. As pressões inerentes à função acabam por forçar o gerente a ser superficial, enxuto e direto para respostas rápidas, fato que o faz tender a não planejar.

Entretanto, de acordo com Snyder e Glueck (1980), o planejamento tem como fim determinar com antecedência quais ações e/ou recursos humanos e físicos são necessários para

atingir uma meta e identificar alternativas, analisar cada uma e selecionar a melhor. Portanto, o ato planejar é essencial e, caso não seja feito, aumentam exponencialmente os riscos de retrabalho e corretivas.

Neste estudo de caso, a falta da identificação de requisitos e da gestão de riscos, a imperícia na primeira definição do escopo, o aumento do custo devido a retrabalhos e os passivos deixados pelos antigos proprietários da planta evidenciam as consequências da ausência de um planejamento estruturado, tendendo ao modo “fazejamento” de execução em projetos.

3.7.2 Lição 2: seleção do gerente do projeto através de critérios críticos

Apesar de se parecer óbvia a participação do gerente de projeto ao longo de todo o ciclo de vida do projeto, através da experiência do projeto internacionalização deste estudo, conclui-se que se deve eleger o gerente de projeto com base, além das *soft skills* essenciais para um gestor, nas competências técnicas de campo (exemplo: metalurgia e refratários), por se tratar de um campo específico, e também competências no idioma local, visto que a comunicação é fundamental para o sucesso do projeto. Restrições e atrasos do processo de aquisição de vistos para imigração devem ser tratados antes mesmo do termo de abertura do projeto. A mudança de gerentes de projeto durante a fase de execução também impactou todo o escopo de recomissionamento da planta.

3.7.3 Lição 3: Gestão de passivos

Antes da aquisição de uma planta, deve ser feita a análise de passivos financeiros da fábrica (exemplo: relatório de *due diligence*) bem como deve ser incluso o mapeamento de passivos a nível técnico do local. Apesar de ser comum áreas de produção apresentarem o conhecimento e histórico transmitidos de forma tácita, ou seja, na “memória dos funcionários” devido à falta de documentação, antes da aquisição de uma planta deve ser feita uma análise técnica, através de contratação ou entrevistas com ex-funcionários, como opinião especializada, ou coleta de informações que possam mitigar os riscos ocultos da área operacional. Um exemplo crítico é avaliar como a planta foi fechada, se foi um processo gradativo ou repentino, o qual reflete diretamente na qualidade dos equipamentos adquiridos pelo novo grupo, pois qualquer equipamento desligado tende a se degradar (exemplo: oxidação). Informações críticas

sobre os riscos evitam os retrabalhos quando as mesmas são identificadas antes da definição do escopo.

3 Conclusão

Esse relato teve como objetivo avaliar o impacto da mudança de escopo do projeto na fase de execução de uma reforma de um forno de uma usina recém-adquirida por um grupo comprador, através da identificação das causas das mudanças de escopo. Os resultados obtidos mostram que o custo total do projeto devido a retrabalhos, aumentou 162% do custo inicial pela não definição completa de requisitos para a determinação do escopo de serviço. A análise das causas por meio do diagrama de Ishikawa e dos “5 Porquês”, mostrou que a mudança de escopo que gerou um prejuízo de USD\$ 109.546,00 que poderia ter sido evitada por meio de um planejamento estruturado para a definição dos requisitos de serviço, assim como a identificação prévia dos passivos deixados pelos proprietários anteriores da planta. Um escopo bem elaborado reduz consideravelmente pedidos de modificações e a inexistência no estabelecimento do escopo possibilita durante a execução do projeto a abertura de janelas e conseqüentemente aumento de custos do projeto.

Análises mais aprofundada das causas que culminaram na mudança do escopo por meio do Diagrama de Ishikawa apontam falhas profissionais ligadas diretamente a *hard skills* e a *soft skills*. No que compete a *hard skills* destaca-se: a) falta de acesso ao interior do forno devido a visita e avaliação sem planejamento considerando que o responsável pelas visitas não possuía conhecimento técnico gerando uma definição incompleta dos requisitos; b) análise técnica superficial devido a negligência na análise técnica do refratário causada pela pressão em iniciar a execução da reforma e isso gerou a definição incompleta dos requisitos; c) desenhos desatualizados, pois as modificações não foram documentadas causando falta de informações para um resultado com maior acurácia; d) danos não detectados tendo em vista que havia corretivos superficiais que não possibilitaram a identificação de falhas e isso gerou falta de manutenções preventivas.

Em relação a *soft skills* verificou-se a falha de comunicação com os fornecedores, pois o responsável pelas visitas técnicas não possuía conhecimento do idioma atrelado a essa *soft skill*, existe um problema de *hard skills* que foi a falta de planejamento da visita e avaliação tornando os requisitos incompletos.

Diante de todos os pontos apresentados acima, as lições aprendidas para este caso pontuam como importantes os seguintes pontos: a) planejamento, b) a seleção do gerente do projeto através de critérios críticos, c) gestão de passivos. Todos os pontos foram abordados de forma detalhada, respectivamente, nas subseções 3.7.1, 3.7.22 e 3.7.3.

Os resultados apresentados neste estudo contribuem com a comunidade acadêmica reforçando o número de estudos empíricos sobre mudança de escopo e como as competências relacionadas a *hard* e *soft skills* tem impacto direto sobre os resultados do projeto. Como citado na seção de Material e métodos, não há estudos em projetos sobre a mudança de escopo durante um projeto de reforma do revestimento refratário de um forno de espera o que contribui para o preenchimento dessa lacuna da literatura.

Os resultados empíricos desse estudo corroboram com uma tendência crescente que coloca mais ênfase no desenvolvimento contínuo de *soft skills*; pois, em geral, os gerentes de projeto se concentram nas competências técnicas e gerenciais por causa de sua relevância para atingir marcos. No entanto, os resultados confirmam que as competências técnicas são necessárias, mas não suficientes para um gerente de projeto (Zhang et al., 2013).

Com relação a contribuição prática voltada a comunidade empresarial, os resultados alcançados fornecem as lições aprendidas que podem ser consideradas em operações semelhantes, não se restringindo ao nicho de usinas metalúrgicas, pois se estende o mesmo princípio para projetos, cujo escopo envolve reformas de equipamentos. Além disso, a avaliação de um cenário a fim de identificar possíveis falhas, fornecer e aplicar ferramentas que auxiliam nas análises dessa pode contribuir facilitando a aplicação delas em empresas. Silva e Moraes (2021) em consonância com Caldeira e Godoy (2011) afirmam que avaliar erros e acertos, corrigir rumos e compartilhar esses aprendizados é de grande valor para as organizações o que vai de encontro com todo o conteúdo apresentado nesse estudo.

Apesar dos resultados atingidos, o estudo foi limitado a apenas a análise de um setor metalúrgico com um projeto específico, sugere-se estudos futuros sobre os impactos da mudança de escopo durante a execução de projetos sejam desenvolvidos em outros setores a fim de verificar as similaridades e diferenças encontradas.

Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Processo: 312585/2021-7 e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

- Arain, F. M., Assaf, S., & Pheng, L. S. (2004). *Causes of discrepancies between design and construction*. *Architectural Science Review*, 47(3), 237-249.
<https://doi.org/10.1080/00038628.2000.9697530>
- Bachy, G., & Hameri, A. P. (1997). *What to be implemented at the early stage of a large-scale project*. *International Journal of Project Management*, 15(4), 211-218.
[https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(96\)00070-1](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(96)00070-1)
- Barratt, M., Choi, T. Y., & Li, M. (2011). *Qualitative case studies in operations management: trends, research outcomes, and future research implications*. *Journal of Operations Management*, 29(4), 329-342. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2010.06.002>
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2010.06.002>
- Boyer, K. K., & McDermott, C. (1999). *Strategic consensus in operations strategy*. *Journal of Operations Management*, 17(3), 289-305. [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00042-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00042-4)
[http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00042-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00042-4)
- Buxmann, K., & Gold, E. (1982). *Solidification Conditions and Microstructure in Continuously Cast Aluminum*. *Journal Operation Management*, 34(4), 28-34.
<http://doi.org/10.1007/BF03337996>
- Caldeira, A. & Godoy, A. S. (2011). Barreiras e incentivos à aprendizagem organizacional: um estudo de caso. *Revista de Gestão*, 18(4), 513-530.
<https://doi.org/10.5700/rege438>
- Dekkers, C., & Forselius, P. (2007). Increase ICT project success with concrete scope management. *33rd EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications, EUROMICRO*. Lubeck, Germany.
- Dvir, D. & Lechler, T. (2004). *Plans are nothing, changing plans is everything: the impact of changes on project success*. *Research Policy*, 33(1), 1-15.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2003.04.001>
- Ferrada, X., & Serpell, A. (2013). *Using organizational knowledge for the selection of construction methods*. *International Journal of Managing Projects in Business* 6 (3), 604-614. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-10-2012-0061>
- Foo, C. K., Omran, A., & Osman, Z. (2009). *The potential effects of variation orders in construction projects*. *Journal of Engineering*, 2, 141-152.
<https://doi.org/10.1108/02632770510618462>
- Freitas, W. R. & Jabbour, C. J. (2011). *Utilizando estudo de caso (s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões*. *Revista Estudo & Debate*, 18(2).

- Hansen, S., Rostiyanti, S. F., & Rif'at, A. (2020). *Causes, effects, and mitigations framework of contract change orders: Lessons learned from GBK aquatic stadium project*. Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction, 12(1), 05019008. [10.1061/\(ASCE\)LA.1943-4170.0000341](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LA.1943-4170.0000341)
- Hyer, N. L., Brown, K. A., & Zimmerman, S. (1999). A socio-technical systems approach to cell design: case study and analysis. *Journal of Operations Management*, 17(2), 179-203. » [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00034-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00034-5)
- Ishikawa K., & Loftus J. H. (1990). *Introduction to quality control*. Tóquio: 3A Corporation.
- Kotonya, G., & Sommerville, I. (1998). *Requirements Engineering processes and techniques*. United Kingdom: John Wiley & Sons.
- Littau, P., Jujagiri, N. J., & Adlbrecht, G. (2010). *25 years of stakeholder theory in project management literature (1984-2009)*. Project Management Journal, 41(4), 17-29. <https://doi.org/10.1002/pmj.20195>
- March, J. G., & Sproull, L. S., & Tamuz, M. (1991) *Learning from samples of one or fewer*. *Organization Science*, 2, 1. <https://doi.org/10.1287/orsc.2.1.1>
- Mintzberg, H. (1973). *The nature of managerial work*. New York: Harper & Row.
- Nikander, I. O. (2002). *Early warnings: A phenomenon in project management*. Helsinki: Miestentie.
- Perry, W., & Mehlretter, N. (2018). *Applying root cause analysis to compressed air: how to solve common compressed air system problems with the 5-whys*. Energy Engineering, 15 (4), 56-62. <https://doi.org/10.1080/01998595.2018.12016673>
- Project Management Institute (PMI). (2017). *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos*. Guia PMBOK® 6ed. Newtown Square: PMI.
- Rojo, C. A., & Walter, S. A. (2014). *Resumo relato técnico: roteiro para elaboração*. Revista Competitividade e Sustentabilidade, 1 (1), 1-8. <https://doi.org/10.48075/comsus.v1i1.11461>
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). (2020). *Categorias de formalização de empresas - Empresas de médio ou grande porte*. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pr/artigos/categorias-de-formalizacao-de-empresas,4a0dca91c761e610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em: 01 maio 2021.
- Silva, C. D. S., & Moraes, A. B. G. M. (2021). *O papel estratégico do capital humano na gestão de crise – a Pandemia de COVID-19*. Revista de Gestão e Projetos (GeP), 12(2), 214-232. <https://doi.org/10.5585/gep.v12i2.19255>

- Snyder, N., & Glueck, W. F. (2019). *How managers plan—the analysis of managers' activities*. Routledge: Managerial Work.
- Sztur, C., Balestreri, F., Meyer, J. L., & Hannart, B. (2016). *Settling of inclusions in holding furnaces: modeling and experimental results*. New York: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-48228-6_14
- Tsiga, Z., Emes, M., & Smith, A. (2017). *Critical success factors for projects in the petroleum industry*. *Procedia Computer Science*, 121, 224-231.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.031>
- Weick, K. E. (1995). *Sensemaking in organizations*. Britain: Sage.
- Yin, R.K. (2010). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.
- Zhang, F., Zuo, J., & Zillante, G. 2013. *Identification and evaluation of the key social competencies for Chinese construction project managers*. *International Journal of Project Management* 31, (5): 748-759. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.10.011>