



GESTÃO & GERENCIAMENTO

**Edição 35
Agosto 2025**

ISSN: 2447-1291





Gestão & Gerenciamento

REENGENHARIA EM PROJETO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS VISANDO À REDUÇÃO DE CUSTOS EM EXTENSÃO DE REDE DE ESGOTO

*REENGINEERING IN THE DESIGN OF BUILDING INSTALLATIONS
AIMING AT REDUCING COSTS IN SEWAGE LINE EXTENSION*

Lucas Fernandez Melo

Engenheiro Civil; Pós-graduando em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas,
NPPG/POLI – UFRJ; Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

lfm2728@gmail.com

Lais Amaral Alves

Engenheira Civil, D.Sc; CEFET-RJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

lais.alves@cefet-rj.br

Resumo

O artigo a seguir tem como objetivo principal apresentar, por meio de um estudo de caso real, as vantagens obtidas a partir de uma análise conceitual de um sistema de esgotamento sanitário de um edifício residencial. Foi realizada uma reengenharia de todas as instalações prediais de esgoto enterradas no térreo do edifício visando à redução da cota da extensão de rede externa para ligar no início de uma rede já existente. Esse estudo resultou em uma mudança do conceito do projeto e acarretou em ganhos, sobretudo, financeiros para a construtora, por culminar em uma redução significativa da extensão de rede que era necessária para atender ao empreendimento. Além de ganhos financeiros, também gerou uma redução de prazo dos serviços subsequentes, uma melhor concepção do sistema quando em se tratando de assistência técnica pós obra, ganhos para o meio ambiente, para a vizinhança no entorno e para a segurança dos colaboradores.

Palavras-chave: instalações prediais, extensão de rede de esgoto, esgotamento sanitário

Abstract

The following article has as its main objective to present, through a real case study, the advantages obtained from a conceptual analysis of a sanitary sewage system of a residential building. A reengineering of all the building sewage installations buried on the ground floor of the building was carried out in order to reduce the quota of the extension of the external network to connect at the beginning of an existing network. This study resulted in a change in the concept of the project and resulted in gains, especially financial for the construction company, as it culminated in a significant reduction in the network extension that was necessary to serve the project. In addition to financial gains, it also generated a reduction in the deadline of subsequent services, a better design of the system when it comes to post-construction technical assistance, gains for the environment, for the surrounding neighborhood and for the safety of employees.

Key words: Building Installations; Sewer network extension; Sanitary Sewer

1 Introdução

Atualmente, é fato que o principal foco das grandes construtoras e incorporadoras é a entrega de um bom produto alinhado a uma economia de custos, atrelada a um orçamento quase que sempre enxuto. Com base nisso, toda e qualquer melhoria é bem-vinda. Sendo assim, um meio de buscar tal economia é recorrendo à engenharia, à técnica, às exceções das normas, entre outros. No trabalho a seguir, será apresentado um estudo que consistiu numa reengenharia de todo o sistema de esgotamento de um edifício residencial de 24 pavimentos, o qual gerou inúmeros benefícios para a companhia detentora do empreendimento.

De acordo com Netto (1984) apud Nuvolari (2019), já nos tempos mais remotos, a condução das águas servidas, hoje chamadas de esgoto sanitário, já era uma preocupação das civilizações. A norma NBR 9648 (ABNT, 1986) descreve como esgoto sanitário todo o despejo líquido constituído de esgotos domésticos e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. De acordo com Nuvolari (2019), esgoto doméstico é o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas; esgoto industrial é o despejo líquido resultante de processos industriais respeitando-se os padrões de lançamento estabelecidos pela legislação; água de infiltração é toda e qualquer água oriunda do subsolo, indesejável ao sistema separador e que penetra nas tubulações e, por fim, contribuição pluvial parasitária é a parcela de chuva absorvida pelo sistema de

esgoto, seja ela por meio de aberturas e frestas nos tampões dos poços de visita, ligações clandestinas, entre outros.

Para o caso de instalações de esgoto de edifícios, residências, entre outros, ou seja, instalações prediais, a norma NBR 8160 caracteriza os sistemas prediais de esgoto sanitário como o conjunto de tubulações e acessórios que têm como objetivo coletar e transportar o esgoto sanitário, conduzir os gases gerados para a atmosfera e evitar o encaminhamento destes para os ambientes sanitários (ABNT, 1999). Dentre os elementos do sistema predial de esgoto, serão abordados os poços de visita, caixas de inspeção, gordura e sifonada/sabão.

Poços de visita (PV's), de acordo com Creder (2006), são dispositivos destinados à limpeza, desobstrução e inspeção das tubulações. A norma NBR 16085 (ABNT, 2012) já os caracterizam como elementos constituídos de peças de concreto armado pré moldadas para visita ou inspeção de elementos enterrados. A norma NBR 8160 (ABNT, 1999) apresenta a caixa de inspeção com um outro dispositivo para a mesma finalidade. Entretanto, a norma supracitada diferencia poços de visita de caixas de inspeção de acordo com suas dimensões. Esclarece que caixas de inspeção estão limitadas a uma profundidade de 1,0 metro e base retangular/quadrada com lado mínimo de 60 centímetros ou diâmetro mínimo de 60 cm caso seja de seção circular. Já o poço de visita (PV), possui altura mínima de 1,0 metro e base quadrada/retangular de dimensão mínima de 1,10 metro ou diâmetro mínimo de 1,10 metro caso seja de seção circular e, em geral, dependendo de sua profundidade, possuem degraus de acesso. A norma NBR 8160 define caixa de gordura como “caixa destinada a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto, formando camadas que devem ser removidas periodicamente, evitando que esses componentes escoem livremente pela rede, obstruindo a rede”. Também define caixa sifonada (usualmente chamada de caixa de sabão) como aquela provida de fecho hídrico e destinada a receber efluentes provenientes das instalações secundárias de esgoto, ou seja, aquelas que não possuem acesso aos gases provenientes do coletor público, como por exemplo de tanques, máquinas de lavar roupas e ralos secos.

3 Situação Inicial

O trabalho realizado baseia-se na mudança de conceito do projeto de instalações prediais no interior do edifício e foi estimulado pela dimensão da extensão de rede coletor de esgoto projetada para atender ao empreendimento.

Foram projetados, inicialmente, 232 metros de extensão de rede de esgoto, sendo 116 metros em DN 150 mm e 116 metros em DN 200 mm, para atender ao empreendimento e à uma guarita que existia numa praça que seria construída junto ao empreendimento e doada à prefeitura. A figura 1 apresenta a declaração de possibilidade de esgotamento emitida pela concessionária responsável da época:

Figura 1 - Declaração de Possibilidade de Esgotamento

Declaração de Possibilidade de Esgotamento

DPE

Nº Processo: [REDACTED] Regional: Gerencia Regional Litoranea Oeste Página 1 de 2
 Elaboração: 30/10/2018
 Validade por 24(vinte e quatro) meses
 Nota: Esta DPE só é válida mediante a apresentação da DPA correspondente.

Dados do Empreendimento

Tipo: Edificação Isolada Residencial - Multifamiliar
 Classificação: Pequeno Consumidor Número: [REDACTED] Comp: [REDACTED]
 Proprietário: [REDACTED] Município: RIO DE JANEIRO
 Logradouro: [REDACTED] CEP: [REDACTED]
 Bairro: RECREIO DOS BANDEIRANTES Localidade: [REDACTED]

Interessado

Nome: [REDACTED] Qualificação: PROPRIETÁRIO
 Endereço: [REDACTED]
 Telefone: [REDACTED] Ramal: [REDACTED]

Dados Técnicos

Descarga	3,330	litros/seg	Área Total	15.070,0	m ²	Qtde. Total de	200
----------	-------	------------	------------	----------	----------------	----------------	-----

Trata-se

Logradouro provido de sistema de coleta de águas pluviais

Exigências

Os esgotos sanitários do empreendimento em causa, deverão ser encaminhados à rede coletora de esgotos da CEDAE.

Observações

A CEDAE só terá condições de esgotar o empreendimento após o cumprimento das seguintes exigências:

1) O interessado deverá fornecer, assentar, e executar as obras descritas abaixo, após a autorização expressa da CEDAE, e sob fiscalização da mesma:
EXECUTAR APROXIMADAMENTE 232 METROS DE REDE COLETORA, SENDO 116 METROS EM DN 150 E 116 METROS EM DN 200 CONFORME PROJETO CEDAE E-7135.

2) Toda e qualquer obra de retaguarda, bem como os respectivos projetos e licenciamentos, que se fizerem necessários serão de inteira responsabilidade do interessado.
 3) Esta DPE substitui as anteriores emitidas para o mesmo endereço.

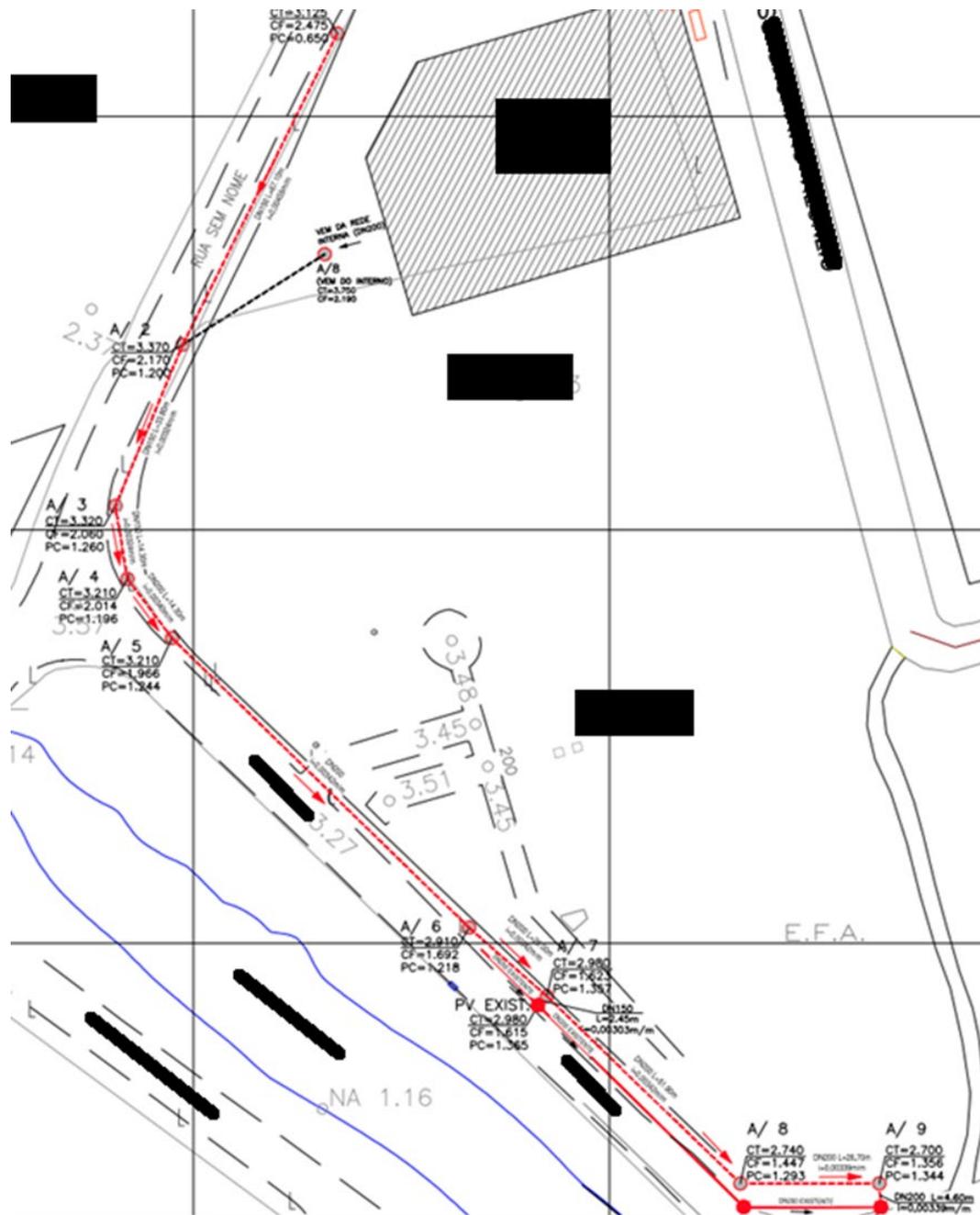
Fonte: Autor, (2024)

Para atender à essa demanda, foi previsto um custo de R\$ 1.368,19 por metro de tubulação assentada, o que resultaria em R\$ 317.420,08 de custo total para a execução da obra de extensão de rede.

Tendo em vista o enorme valor, foi observada que a ligação na rede existente estava sendo feita em um ponto bem a frente de seu início, ou seja, em uma profundidade relativamente maior que o início da rede já existente. Dessa forma, o objetivo no momento foi sondar topograficamente toda a rede existente e, em paralelo, tentar reduzir a cota de fundo na saída da rede interna, para reduzir a profundidade e, assim, conseguir realizar a interligação no início da rede já executada.

O trajeto inicial previsto era o exposto na figura 2.

Figura 2 - Trajeto Inicial da Rede Externa



Fonte: Autor, (2024)

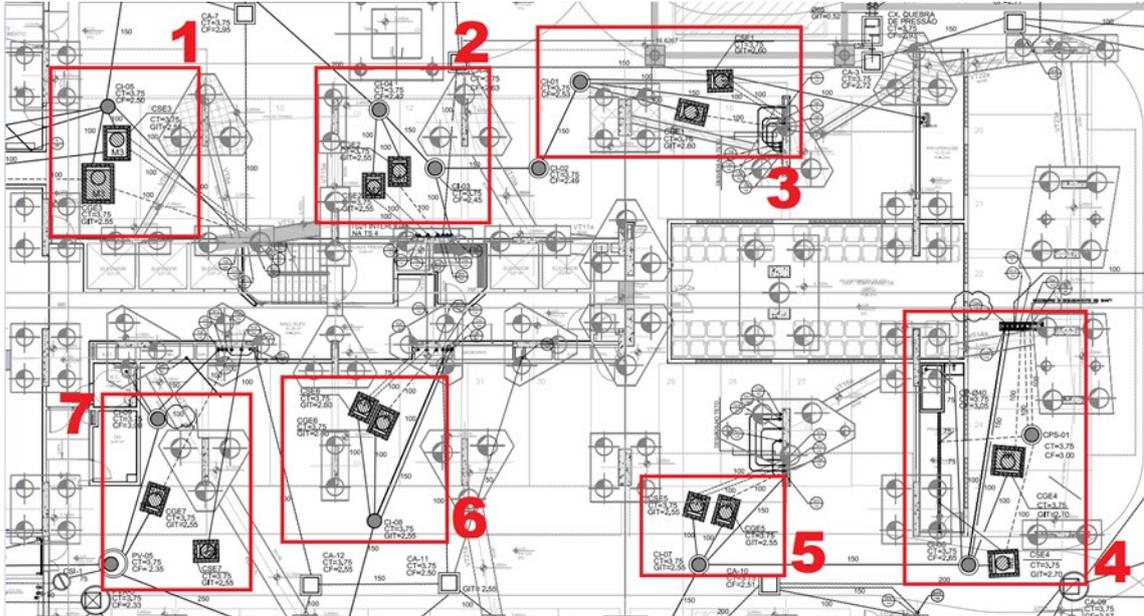
3 Levantamento Topográfico do Entorno

Foi realizado um levantamento topográfico do entorno para mapear a rede existente de esgoto e possíveis interferências que poderiam existir no momento em que a obra fosse executada, de acordo com a figura 3.

e quantidade de dispositivos, o que favorece o nível da rede, já que a maioria das tubulações passam a correr de forma aérea.

O projeto inicial contemplava 7 grupos de caixas que atendiam à 10 colunas de apartamentos, conforme figura 4.

Figura 4 - Conjuntos de Caixas



Fonte: Autor, (2024)

Cada conjunto atendia a determinada(s) colunas, conforme tabela 1:

tabela 1 – colunas atendidas por cada conjunto de caixas

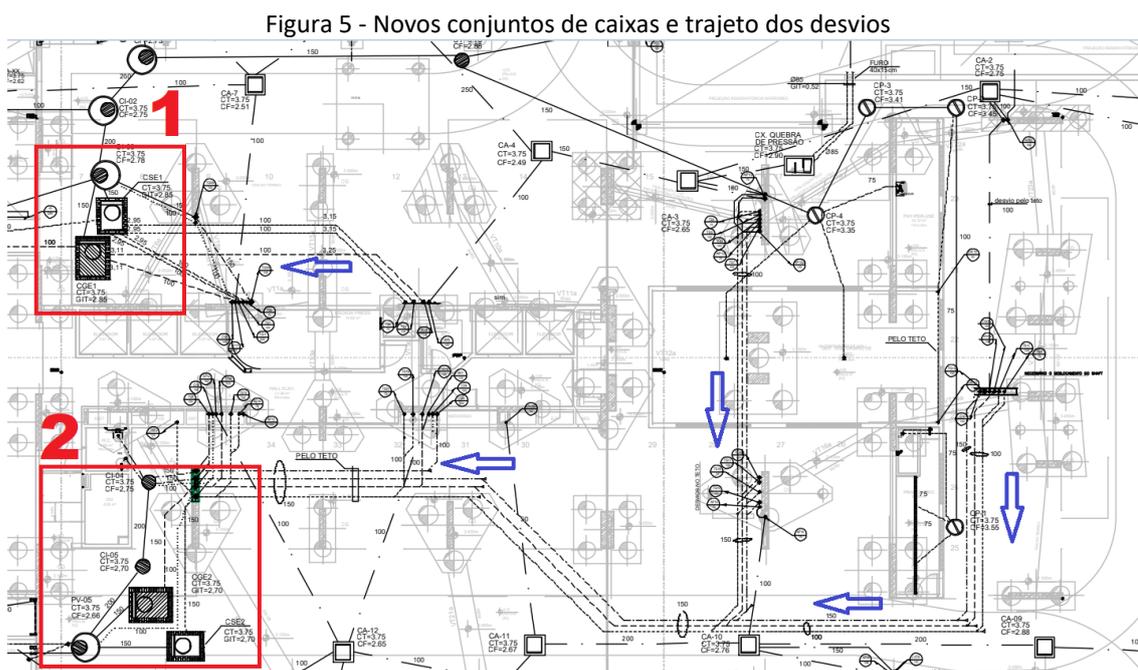
Conjunto	Colunas atendidas
1	1, 2 e 10
2	9
3	8
4	6 e 7
5	5
6	4
7	3

Fonte: Autor, (2024)

Além disso, a cota de fundo da última caixa no projeto antigo era + 2,19, ou seja, era necessário elevar a rede 31,5 centímetros.

Conforme apresentado anteriormente, foram agrupadas as prumadas por meio de desvios horizontais no teto do térreo e do pavimento superior de modo a leva-las em dois trechos independentes para a frente do edifício e, nesse local, criar as devidas caixas necessárias com o mínimo de profundidade possível, sendo esta suficiente apenas para atender aos recobrimentos necessários, ao caimento necessário e, por fim, para atender à compatibilização com as demais disciplinas, sobretudo as vigas de travamento existentes no piso.

A configuração final após a realização dos agrupamentos pode ser observada na figura 5, assim como o trajeto dos desvios criados após redistribuição dos ramais:



Fonte: Autor, (2024)

Dessa forma, cada conjunto atende, agora, às colunas listadas na tabela 2:

Tabela 2 – Colunas atendidas por cada conjunto de caixas após a reengenharia

Conjunto	Colunas atendidas
1	1, 2, 9 e 10
2	3, 4, 5, 6, 7 e 8

Fonte: Autor, (2024)

Com a nova configuração, foi possível chegar à cota de fundo + 2,505 na última caixa.

Além disso, outro fator que favoreceu a redução do comprimento de rede externo foi a retirada da guarita da praça que seria doada eliminando, assim, a geração de efluente e, consequentemente, a necessidade de uma rede de esgoto para que a atendesse.

Quanto ao meio ambiente, o ponto em que houve maior impacto foi a geração de resíduos. Na emissão inicial do projeto da rede externa, era estimado o descarte de, aproximadamente, 47 m³ de material oriundo de sobra após reaterro das escavações e recuperação do pavimento. Entretanto, com a nova revisão do projeto foram gerados, apenas, 17,6 m³ de material para serem descartados. Outro fator também relevante na questão ambiental é a geração de carbono. Com a redução de material a ser descartado, automaticamente, reduz-se o número de viagens necessárias para o descarte desse resíduo. Também houve uma diminuição do número de horas trabalhadas da retroescavadeira em função da redução do comprimento de rede, gerando menos carbono a ser emitido para o meio ambiente.

Da mesma forma que o prazo e o meio ambiente foram beneficiados, também houve uma melhora no âmbito da manutenção, ou seja, do pós obra. Em um sistema de esgotamento, seja ele predial ou urbano, é fundamental o emprego de dispositivos de inspeção. De acordo com a NBR 8160 (ABNT, 1999), dispositivos de inspeção caracterizam-se como peças ou recipientes destinados a inspeção, limpeza e desobstrução das tubulações. Apesar de ser viável o emprego de caixas de inspeção, nem sempre é a solução mais barata e é inegável que as tubulações, quando aparentes, facilitam ainda mais eventuais manutenções dessas instalações. É evidente que uma obstrução consegue ser resolvida muito mais facilmente quando a instalação se encontra aparente do que quando oculta ou enterrada, especialmente em casos em que se demanda uma intervenção mais severa, sobretudo quando necessita-se abrir o pavimento, gerando incômodo e transtorno, principalmente quando ocorre em um local com tráfego de veículos ou similar, por exemplo. Em geral, para instalações aparentes, empregam-se dispositivos como bujões nas extremidades dos subcoletores e tubos operculados/tês de inspeção no meio de subcoletores e junto aos “pés” das prumadas.

Assim como os aspectos supracitados, também surgiram melhorias em relação à segurança do trabalho. Inicialmente, pelo fato de a rede externa projetada possuir um comprimento relativamente grande, fatalmente, a profundidade também era mais elevada em função da declividade necessária para o bom funcionamento da rede, conforme preconiza a norma técnica vigente. Na primeira emissão do projeto, a rede, na maioria de seu comprimento, possuía uma profundidade média de 1,30 m. Após revisão do projeto, a rede passou a ter uma profundidade máxima de 1,0 m. Dessa forma, além de reduzir os riscos pela minoração da profundidade, também é possível dispensar o emprego e, conseqüentemente, custos de equipamentos de contenção/escoramento de valas, além da execução de taludes para as escavações, visto que a NR 18 prevê esta obrigatoriedade apenas para escavações cuja profundidade é igual ou superior a 1,25 m.

Por fim, o custo foi o que apresentou a diferença mais relevante dentre os aspectos citados. No térreo não houve reduções de custos significativas. Foi gerado um crédito apenas de R\$ 12.503,00, em função de aditivos que existiam para realizar ao empreiteiro de instalações. Por outro lado, na obra de extensão de rede foi gerada uma economia bastante significativa para a construtora. O valor unitário que havia sido cobrado era de R\$ 1368,19 por metro de rede. Assim, caso fosse seguido o projeto inicial, haveria um desembolso de R\$ 317.420,08 para execução dos 232 metros. Entretanto, como o comprimento foi reduzido para 87 metros, o valor da obra passou a ser R\$ 119.032,53. Dessa forma, a economia

gerada na extensão de rede foi de R\$ 198.387,55. Acrescido da economia da rede interna, no térreo, temos um total de R\$ 210.890,55.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução**. Rio de Janeiro. 1999.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro. 1986.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16085: Poços de visita e poços de inspeção para sistemas enterrados – Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro. 2012.

CREDER, Hélio. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

NUVOLARI, Arioaldo *et al.* **Esgoto Sanitário – coleta, transporte, tratamento e uso agrícola**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. 2011.



Gestão & Gerenciamento

ANÁLISE DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE UM PROJETO DE OBRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*ANALYSIS OF THE PLANNING AND CONTROL PROCESS OF A CIVIL
CONSTRUCTION PROJECT*

Cirlei Souza Cruz

Arquiteta e Urbanista; Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, RJ,
Brasil;

cirlei_cruz@hotmail.com

Laís Amaral Alves

Engenheira Civil. D.Sc. em Engenharia de Materiais; Professora CEFET; Rio de Janeiro, RJ;
Brasil;

a_alves.lais@gmail.com

Resumo

Este trabalho analisa o processo de planejamento e controle em obras na construção civil, ressaltando práticas essenciais que são determinantes para o êxito dos projetos. A partir de uma revisão da literatura e de um estudo de caso, são discutidos métodos de gestão que buscam promover a eficiência e a qualidade durante a execução das obras. O adequado planejamento e o controle rigoroso se mostram cruciais para assegurar que os projetos sejam finalizados dentro dos prazos estipulados, do orçamento previsto e com a qualidade necessária.

Palavras-chaves: planejamento; controle; construção civil; gestão de projetos; cronograma.

Abstract

This article examines the planning and control process in civil construction works, highlighting essential practices that are decisive for the success of projects. Based on a literature review and a case study, management methods that seek to promote efficiency and quality during the execution of works are discussed. Adequate planning and rigorous control are crucial to ensuring that projects are completed within the stipulated deadlines, within the expected budget and with the required quality.

Palavras-chaves: *planning; control; civil construction; project management; schedule.*

1. Introdução

A construção civil é um setor fundamental para o desenvolvimento econômico e social, colaborando de forma significativa para a criação de empregos e a melhoria da infraestrutura das cidades. Segundo Costa e Santos (2023), o impacto da construção civil se estende a diversas áreas da sociedade, sendo considerado um termômetro do desenvolvimento de uma nação. Além dos efeitos econômicos, o setor possui implicações diretas na qualidade de vida da população, uma vez que o avanço da infraestrutura proporciona à comunidade um acesso facilitado a serviços essenciais, como transporte, saúde e habitação. A qualidade das construções impacta diretamente no cotidiano das pessoas, influenciando a segurança e o conforto nas suas residências e locais de trabalho.

Entretanto, o setor enfrenta desafios específicos que demandam atenção especial, como a gestão de cronogramas complexos, o controle rigoroso de custos e a necessidade de adaptação rápida a fatores externos, que incluem mudanças climáticas e oscilações nos preços de materiais (NOCÊRA, 2010). A rápida urbanização e a crescente demanda por obras em prazos cada vez mais curtos e orçamentos limitados tornam o planejamento detalhado e o controle eficiente de processos essenciais para o sucesso dos projetos de construção civil.

Para enfrentar esses desafios, as ferramentas de gestão e as metodologias de controle têm se mostrado indispensáveis. Mattos, (2019). Destaca a importância da Estrutura Analítica de Projeto (EAP) como uma ferramenta que oferece uma visão detalhada das atividades necessárias, permitindo uma melhor organização e execução das tarefas. Além disso, o cronograma de *Gantt* é amplamente utilizado para gerenciar o tempo e identificar o caminho crítico do projeto, que consiste nas atividades que não podem sofrer atrasos sem comprometer a entrega final. Outra metodologia importante é o ciclo PDCA, que promove a melhoria contínua e é especialmente valioso em projetos de construção civil, onde a adaptabilidade e a capacidade de resposta rápida a problemas emergem como características essenciais para manter os cronogramas e os custos planejados.

Este artigo visa explorar os métodos de planejamento e controle aplicados em projetos de construção civil, fazendo uma análise da literatura existente e apresentando um estudo de caso que ilustra a aplicação prática das metodologias citadas. A combinação de uma abordagem teórica com uma análise de caso permite uma visão abrangente das melhores práticas no setor, contribuindo para o aprimoramento dos processos e para o sucesso dos projetos de construção civil. Além disso, pretende-se destacar a importância da integração entre as práticas de gestão e o uso de tecnologias modernas, que têm revolucionado o setor, trazendo mais eficiência e precisão às obras.

2. Metodologia

A abordagem metodológica adotada neste trabalho, combina uma revisão bibliográfica com um estudo de caso, proporcionando uma visão ampla e fundamentada sobre as práticas de planejamento e controle na construção civil. A escolha por uma metodologia mista visa a obtenção de dados tanto teóricos quanto práticos, permitindo uma análise mais profunda e contextualizada.

A revisão bibliográfica foi baseada em artigos científicos, livros especializados e documentos técnicos voltados para a gestão de projetos na construção civil. A seleção dos materiais incluiu publicações dos últimos vinte anos, garantindo que os conceitos discutidos estivessem alinhados às práticas contemporâneas. Foram escolhidos autores renomados na área, como Costa e Santos (2023), que oferecem uma visão abrangente sobre o planejamento de projetos, e Mattos (2019), que enfatiza a importância do monitoramento contínuo durante a execução.

A pesquisa foi realizada em bases de dados acadêmicas, como *Scielo*, *Google Scholar* e *Web of Science*, utilizando palavras-chave pertinentes ao tema, como "planejamento de obras", "controle de projetos na construção civil", "EAP" e "PDCA". Além disso, foram selecionados estudos de caso que destacam o uso de ferramentas específicas, como MS Project, possibilitando uma análise comparativa entre as metodologias teóricas e suas aplicações práticas.

Para o estudo de caso, foi escolhida uma obra residencial unifamiliar na cidade de Maricá, RJ. Este tipo de projeto foi selecionado por representar uma construção de porte médio, envolvendo desafios comuns relacionados à alocação de recursos, controle de qualidade e gerenciamento de cronogramas. Essa escolha permite uma análise prática das ferramentas e técnicas discutidas na literatura.

A coleta de dados do estudo de caso incluiu entrevistas com os gestores da obra, análise de documentos técnicos e observação direta no local. As entrevistas foram conduzidas com o engenheiro responsável e a equipe de planejamento, focando nas estratégias de gestão utilizadas ao longo do projeto. Os documentos analisados incluíram o planejamento inicial da obra, o cronograma de atividades, os registros de controle de qualidade e os relatórios financeiros.

A análise dos dados foi realizada com base nos conceitos teóricos abordados na revisão bibliográfica. Dessa forma, foi possível avaliar como as ferramentas e metodologias foram implementadas na prática, além de identificar os desafios e benefícios observados.

Essa análise comparativa também possibilitou a identificação das práticas mais eficazes no contexto da obra estudada.

Entre as limitações deste estudo, destaca-se o fato de que ele foca apenas um tipo de construção e é restrito a um único estudo de caso. Portanto, os resultados não devem ser generalizados para todos os tipos de projetos na construção civil. No entanto, este estudo oferece uma visão relevante sobre a aplicação das metodologias de planejamento e controle em um contexto específico, proporcionando insights úteis para profissionais da área e para pesquisas futuras.

3. Revisão Bibliográfica

O planejamento e controle de projetos são temas amplamente abordados na construção civil, considerando a complexidade e a relevância econômica deste setor. A literatura aponta que, ao contrário de outras áreas, os projetos de construção civil apresentam características únicas, como a necessidade de coordenação de diversas atividades simultaneamente, o gerenciamento de um grande número de recursos e a influência de fatores externos, como as condições climáticas.

De acordo com Costa e Santos (2023), um planejamento eficaz proporciona aos gerentes de projeto uma visão clara de todas as etapas, facilitando a coordenação eficiente dos recursos e a definição de prazos realistas. No contexto da construção civil, a Estrutura Analítica de Projeto (EAP) é amplamente adotada para fragmentar o projeto em pacotes menores, tornando mais fácil o gerenciamento e o controle. A EAP é particularmente útil em projetos de grande porte, onde a complexidade das atividades pode dificultar o acompanhamento do progresso.

Outro aspecto fundamental discutido na literatura é o uso de cronogramas, destacando o gráfico de *Gantt*. Segundo *Nocêra* (2010), esse gráfico permite que os gerentes de projeto visualizem a sequência das atividades e identifiquem o caminho crítico, ou seja, aquelas tarefas que não podem ser atrasadas sem impactar o prazo final do projeto. Essa técnica é essencial para monitorar o andamento do projeto e para realizar ajustes quando necessário.

Mattos (2019) também explora o papel das tecnologias de gestão na construção civil. Ferramentas como *MS Project* e *Primavera P6* são amplamente utilizadas para facilitar o planejamento e o acompanhamento das atividades. Esses *softwares* possibilitam que os gerentes de projeto criem cronogramas detalhados, aloque recursos e monitorem o progresso em tempo real, contribuindo para decisões mais informadas e ágeis.

O controle de qualidade é outro tópico amplamente debatido na literatura, uma vez que garante que os materiais e métodos empregados estejam de acordo com as especificações do projeto. *Rabello* (2022) enfatiza a importância do ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) como uma metodologia que favorece a melhoria contínua ao longo do projeto. O ciclo PDCA é especialmente útil na construção civil, pois permite que os gestores identifiquem e corrijam problemas rapidamente, evitando que pequenos erros comprometam a qualidade final do projeto.

Por último, a literatura também aborda a Análise do Valor Agregado (EVM), que integra o desempenho financeiro ao cronograma do projeto. Segundo Costa e Santos (2023), a EVM permite que os gerentes de projeto monitorem custo e tempo de forma integrada, facilitando a identificação de desvios em relação ao orçamento e ao cronograma. Esse tipo de análise é de grande importância para garantir que o projeto seja finalizado dentro do orçamento e do prazo planejado.

4. Análise do Processo de Planejamento.

O planejamento no âmbito da construção civil é um processo essencial que visa garantir a execução eficiente de todas as atividades do projeto dentro do cronograma estabelecido. Para atingir esses objetivos, diversas etapas devem ser realizadas, utilizando diferentes ferramentas e técnicas.

A primeira etapa do planejamento consiste na definição do escopo, que envolve a identificação clara dos objetivos e entregas do projeto. A Estrutura Analítica de Projeto (EAP) é uma ferramenta de supra importância nessa fase, pois permite decompor o projeto em pacotes de trabalho menores, facilitando o monitoramento e a alocação de recursos. Segundo *Nocêra* (2010), a EAP ajuda os gerentes de projeto a obter uma visão detalhada de todas as atividades, melhorando a organização e a comunicação dentro da equipe.

Outro aspecto crítico no planejamento é a alocação de recursos, que abrange a definição dos materiais, equipamentos e mão de obra necessários para cada fase do projeto. A precisão na alocação de recursos evita desperdícios e otimiza o orçamento. Mattos (2019) ressalta que um planejamento eficaz de recursos permite que as atividades sejam executadas sem interrupções e dentro dos prazos, o que é fundamental para o sucesso de projetos complexos, como os da construção civil.

A análise de riscos é uma etapa vital que visa identificar problemas potenciais que podem comprometer o planejamento. Durante essa fase, a equipe de gestão utiliza a análise *SWOT* para avaliar os riscos e desenvolver planos de contingência para cada cenário. Costa e Santos (2023) afirmam que a gestão de riscos diminui a probabilidade de atrasos e aumenta a resiliência do projeto diante de eventos imprevistos, como atrasos na entrega de materiais ou mudanças climáticas.

O planejamento financeiro envolve a elaboração de um orçamento detalhado que cobre todas as etapas da obra, incluindo materiais, mão de obra e equipamentos. A técnica de orçamento base zero é utilizada para justificar cada item de despesa, garantindo que o orçamento seja realista e bem distribuído. Além disso, o cronograma de *Gantt* é frequentemente utilizado para organizar as atividades ao longo do tempo, facilitando a identificação do caminho crítico do projeto. Segundo Mattos (2019), essa técnica é essencial para assegurar que todas as atividades prioritárias sejam realizadas conforme o cronograma.

O controle de projetos de construção civil é uma fase essencial para garantir que o trabalho esteja sendo realizado conforme o planejado. Essa etapa inclui o monitoramento de qualidade, tempo e custos, além de permitir ajustes ao longo da execução para evitar desvios.

O controle de qualidade assegura que os materiais e métodos utilizados estejam em conformidade com as especificações técnicas e regulatórias. Rabello (2022) destaca que as técnicas de Controle Estatístico de Processos (CEP) são essenciais para monitorar a qualidade ao longo da obra. Inspeções regulares e testes de resistência para concreto, por exemplo, são realizados para evitar problemas estruturais. Essas medidas ajudam a detectar desvios no início, reduzindo a necessidade de retrabalhos.

A Análise do Valor Agregado (EVM) é uma ferramenta de controle financeiro que possibilita avaliar o desempenho do projeto em relação ao orçamento. Segundo Costa e Santos (2023), a EVM integra informações de custo e cronograma, permitindo que o gerente de projeto identifique desvios e ajuste o orçamento conforme necessário. Indicadores como o Índice de Desempenho de Prazo (SPI) e o Índice de Desempenho de Custo (CPI) são utilizados para monitorar o progresso do projeto e garantir que ele permaneça dentro dos limites financeiros estabelecidos.

O controle de tempo envolve o monitoramento contínuo do cronograma para assegurar que todas as atividades estejam sendo realizadas conforme o planejamento. Ferramentas como o cronograma de *Gantt* permite acompanhar o progresso em tempo real, e a linha de balanço é utilizada para otimizar o fluxo de trabalho. De acordo com Mattos (2019), o controle rigoroso do tempo permite que o gerente de projeto identifique rapidamente quaisquer atrasos e implemente ações corretivas, garantindo que o projeto seja concluído dentro do prazo.

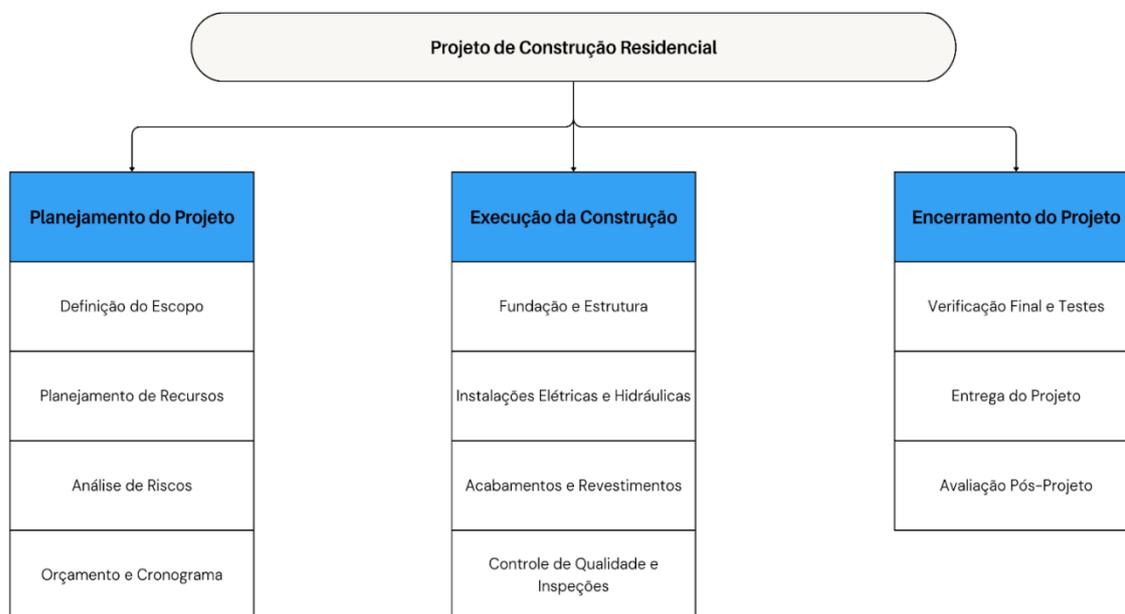
A comunicação eficaz entre a equipe e os *stakeholders* é vital para o sucesso do projeto. Relatórios de progresso, reuniões de status e sistemas de informação de gestão de projetos ajudam a manter todos os envolvidos informados sobre o andamento do projeto e possibilitam uma resposta rápida a problemas. *Nocêra* (2010) afirma que uma comunicação eficaz reduz o risco de mal-entendidos e facilita a tomada de decisões em tempo hábil.

A Estrutura Analítica de Projeto (EAP) é uma ferramenta que auxilia na definição do escopo, permitindo a decomposição do projeto em atividades menores e mais gerenciáveis. Conforme *Nocêra* (2010), a EAP facilita o acompanhamento das atividades e permite uma alocação mais precisa dos recursos, como mão de obra, materiais e equipamentos. A EAP é especialmente útil em projetos grandes e complexos, onde a quantidade de atividades e a interdependência entre elas tornam o acompanhamento mais desafiador.

O cronograma de *Gantt* é outra ferramenta essencial no processo de planejamento. Segundo Mattos (2019), o cronograma de *Gantt* possibilita que os gerentes de projeto organizem as atividades em uma linha do tempo, facilitando a identificação do caminho crítico e o monitoramento do progresso. O caminho crítico inclui todas as atividades que, se atrasadas, impactam diretamente o prazo final do projeto. A identificação do caminho crítico permite que o gerente de projeto se concentre nas atividades mais importantes e tome medidas para evitar atrasos.

Quadro 1 – Análise Inicial

Estrutura Analítica de Projeto



Fonte: – Adaptado de Mattos (2019)

Além do cronograma, o planejamento financeiro é uma etapa fundamental no processo de planejamento. A elaboração de um orçamento detalhado permite que o gerente de projeto preveja os custos de cada atividade e aloque os recursos de forma eficiente. Técnicas como o orçamento base zero, que exige justificativas detalhadas para cada item de despesa, são utilizadas para garantir que o orçamento seja realista e sustentável. Costa e Santos (2023) destacam que um planejamento financeiro bem executado ajuda a evitar desperdícios e garante que o projeto seja concluído dentro do orçamento previsto.

Quadro 2 – Etapas do Planejamento e Ferramentas Utilizadas

Etapa	Atividades Principais	Ferramentas	Responsável
Definição do Escopo	Identificação e descrição das atividades principais	EAP	Gerente de Projetos
Planejamento de Tempo	Sequenciamento de tarefas e definição do cronograma	Cronograma de Gantt	Equipe de Planejamento
Planejamento Financeiro	Elaboração de orçamento detalhado e análise de custos	Orçamento Base Zero	Analista Financeiro
Análise de Riscos	Identificação de riscos e definição de planos de mitigação	Análise SWOT	Equipe de Riscos
Alocação de Recursos	Designação de recursos materiais e humanos	MS Project	Gerente de Recursos

Fonte: Adaptada de Santos, (2023)

A gestão de riscos é outra etapa crucial no planejamento de projetos de construção. Os riscos incluem fatores externos, como condições climáticas e disponibilidade de materiais, além de fatores internos, como a capacidade da equipe e a qualidade dos equipamentos. A análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) é uma técnica utilizada para identificar e avaliar os riscos associados ao projeto. Essa análise permite que o gerente de

projeto antecipe problemas e desenvolva planos de contingência para minimizar o impacto dos riscos.

Quadro 3 – Análise de Riscos

Risco	Probabilidade	Impacto	Ação de Mitigação
Atraso na entrega de materiais	Alta	Alto	Compra antecipada, fornecedores alternativos
Condições climáticas adversas	Média	Médio	Planejamento de atividades internas durante períodos de chuva
Falta de mão de obra qualificada	Baixa	Alto	Contratação de pessoal adicional ou treinamento interno
Sobrecarga de orçamento	Média	Alto	Revisão contínua do orçamento e controle rigoroso de custos

Fonte: Os autores

Enfim, o uso de *softwares* de gestão, como *MS Project*, facilita o processo de planejamento ao permitir a criação de cronogramas detalhados e a simulação de diferentes cenários. Conforme *Nocêra* (2010), esses *softwares* oferecem recursos para alocação de recursos, monitoramento de custos e controle do progresso. Além disso, permitem a integração entre as diversas etapas do planejamento, facilitando a coordenação entre a equipe de projeto e os *stakeholders*.

5. Análise do Processo de Controle

O controle de um projeto na construção civil é essencial para garantir que as atividades sejam realizadas conforme planejado, respeitando os prazos, custos e padrões de qualidade estabelecidos. Esse processo envolve um monitoramento contínuo do progresso das atividades, a análise do desempenho e a implementação de ações corretivas são aplicadas quando necessário. Um dos métodos amplamente reconhecidos para o controle de qualidade e progresso é o ciclo *PDCA* (*Plan-Do-Check-Act*), que, segundo *Rabello* (2022), possibilita a melhoria contínua ao longo do projeto. O ciclo *PDCA* é frequentemente aplicado na construção civil devido à sua capacidade de adaptação rápida às mudanças, tornando o gerenciamento mais dinâmico e eficaz.

O controle de tempo é realizado principalmente com o auxílio de ferramentas como o gráfico de *Gantt* e a linha de balanço. O gráfico de *Gantt*, conforme explicado por *Mattos* (2019), permite acompanhar o cronograma e facilita a identificação de atrasos. Com essa ferramenta, os gerentes de projeto conseguem identificar o caminho crítico e focar nas atividades que impactam diretamente no prazo final da obra. Já a linha de balanço é uma técnica que auxilia na visualização da alocação de recursos e no fluxo de trabalho ao longo do tempo, sendo particularmente útil em projetos que possuem tarefas repetitivas.

Além do controle de tempo, o controle de qualidade é uma etapa indispensável no processo de controle das obras. A qualidade de um projeto de construção está diretamente relacionada à satisfação dos *stakeholders* e ao desempenho da edificação ao longo do tempo. Técnicas de Controle Estatístico de Processos (CEP) também são frequentemente utilizadas para monitorar a qualidade dos materiais e métodos de construção, assegurando que estejam de acordo com as especificações técnicas e regulatórias. A aplicação do CEP permite identificar desvios na qualidade nas fases iniciais do projeto, evitando retrabalhos e custos adicionais.

A Análise do Valor Agregado (*Earned Value Management - EVM*) é outra ferramenta importante para o controle de projetos de construção. Segundo Costa e Santos (2023), a EVM integra informações de custo e tempo, permitindo que o gerente de projeto avalie o desempenho financeiro e cronológico do projeto de forma integrada. Essa ferramenta é especialmente útil para identificar desvios em relação ao orçamento e ao cronograma, pois fornece indicadores de desempenho, como o Índice de Desempenho de Prazo (SPI) e o Índice de Desempenho de Custo (CPI), que facilitam uma análise detalhada do progresso e garantem que o projeto esteja alinhado aos objetivos financeiros.

A comunicação eficaz, também é um componente essencial no controle de obras. Relatórios de progresso, reuniões de status e sistemas de informação de gestão de projetos ajudam a assegurar que todos os *stakeholders* estejam cientes do estado do projeto e possam tomar decisões informadas. A comunicação eficiente permite uma rápida resposta a problemas, facilitando o alinhamento entre os objetivos do projeto e as expectativas dos *stakeholders*. Estudos indicam que projetos com boa comunicação têm maior probabilidade de serem concluídos com sucesso, pois permitem uma melhor coordenação entre as equipes e a resolução ágil de problemas.

Portanto, o controle de um projeto de construção civil exige uma combinação de ferramentas e práticas que possibilitem o acompanhamento contínuo e a adaptação frente a imprevistos. O uso de métodos como o ciclo PDCA, o gráfico de *Gantt* e a Análise do Valor Agregado contribui para que os gerentes de projeto possam garantir que o projeto seja finalizado dentro do prazo, do orçamento e com a qualidade desejada. Ademais, a implementação de práticas de comunicação eficazes é fundamental para manter todos os envolvidos informados e alinhados aos objetivos do projeto.

6. Estudo de Caso

Este estudo de caso analisa uma obra residencial unifamiliar situada em Maricá, RJ, com uma área total de 78 m², em terreno plano. Através de pesquisa no site da Prefeitura local, foi encontrado informações importantes para a elaboração desse estudo. O projeto envolveu a construção de uma casa térrea com estrutura de concreto armado e alvenaria, sendo representativo de obras de porte médio no Brasil. Durante as diversas fases do projeto, várias ferramentas de planejamento e controle foram aplicadas para garantir que a construção fosse concluída dentro do cronograma e do orçamento estipulados.

O planejamento da obra teve início com a definição do escopo, e Projeto de Arquitetura, que estabeleceu claramente os limites do projeto e as atividades necessárias para sua finalização. A equipe utilizou a Estrutura Analítica de Projeto (EAP) para desmembrar o projeto em atividades menores, facilitando o monitoramento de cada fase. O cronograma de *Gantt* também foi implementado para organizar as atividades em uma linha do tempo e identificar o caminho crítico, assegurando que as tarefas essenciais fossem concluídas conforme o planejado. O planejamento de obra também inclui o planejamento de materiais, com base no projeto executivo da residência foi possível adquirir os materiais necessário sem que haja desperdício

Um orçamento detalhado foi elaborado para prever os custos de cada etapa da obra, incluindo materiais, mão de obra e equipamentos. Durante a fase de planejamento

financeiro, a técnica de orçamento base zero foi aplicada, exigindo justificativas detalhadas para cada item de despesa. Essa abordagem garantiu que o orçamento fosse realista e que os recursos fossem alocados de maneira eficiente, minimizando desperdícios e reduzindo os riscos de estouro orçamentário.

A análise de riscos foi uma etapa fundamental do planejamento, pois possibilitou a identificação de problemas potenciais e a elaboração de planos de mitigação. A equipe empregou a análise *SWOT* para avaliar os pontos fortes e fracos do projeto, assim como as oportunidades e ameaças externas. Entre os riscos identificados estavam a possibilidade de atrasos na entrega de materiais e condições climáticas adversas. Com base nessa análise, foram desenvolvidos planos de contingência para lidar com esses riscos, incluindo a compra antecipada de materiais críticos e a elaboração de um cronograma alternativo para atividades ao ar livre.

O controle de qualidade foi realizado por meio de inspeções regulares em todas as fases da construção. Técnicas de Controle Estatístico de Processos (CEP) foram aplicadas para garantir que os materiais e métodos utilizados estivessem de acordo com as especificações técnicas. Esse processo envolveu testes de resistência para concreto e inspeções nos sistemas hidráulico e elétrico. Quaisquer desvios identificados durante essas inspeções foram corrigidos imediatamente, prevenindo problemas mais sérios na fase final. A implementação do ciclo PDCA permitiu que a equipe de gestão aplicasse melhorias contínuas, ajustando as práticas de construção e alocação de recursos conforme necessário.

Durante a execução do projeto, alguns problemas foram identificados, especialmente relacionados ao atraso na entrega de materiais e à disponibilidade de mão de obra especializada. Para resolver o problema de atrasos de materiais, a equipe de gestão fez a compra antecipada de itens essenciais e estabeleceu parcerias com fornecedores locais para assegurar o abastecimento contínuo. Em relação à mão de obra, foi necessário contratar trabalhadores adicionais e implementar um programa de treinamento para garantir a qualidade do trabalho. Pois na região de Maricá muitos empreiteiros de obra não se atentam para a importância de especializar seus funcionários, sendo que muitos não entendem o Projeto Executivo e dos Estudos de Viabilidade do terreno, comprometendo assim o Planejamento, o custo e a qualidade da construção.

O uso da Análise do Valor Agregado (EVM) foi essencial para monitorar o desempenho financeiro do projeto, pois permitiu que a equipe comparasse o valor planejado com o valor real e ajustasse o orçamento conforme necessário. A equipe de gestão acompanhou indicadores como o Índice de Desempenho de Prazo (SPI) e o Índice de Desempenho de Custo (CPI), que possibilitaram uma avaliação detalhada do progresso e garantiram que o projeto fosse concluído dentro do prazo e do orçamento estabelecidos.

A seguir encontra-se um quadro que lista alguns dos principais materiais e recursos necessários para o projeto, além da justificativa para sua importância e o uso eficiente em cada etapa:

Quadro 4 - Material e Equipamentos

Fase	Material/Equipamento	Quantidade	Importância	Justificativa para Eficiência
Fundação	Concreto	10 m ³	Essencial para a base estrutural	Aquisição antecipada para evitar atrasos
Estrutura	Aço para armação	500 kg	Resistência e durabilidade	Compra em lote para reduzir custos
Instalações Hidráulicas	Tubos de PVC	100 metros	Durabilidade e fácil instalação	Parceria com fornecedor local
Instalações Elétricas	Fios e cabos elétricos	150 metros	Conformidade com padrões de segurança	Controle de qualidade rigoroso
Acabamento	Revestimentos cerâmicos	200 m ²	Estética e resistência	Seleção de fornecedores locais
Equipamentos	Betoneira, andaimes	2 unidades	Agilidade na execução das atividades	Aluguel para economia de recursos

Fonte: Autor, adaptado de Rabelo, (2022).

7. Considerações finais

Este estudo ressalta a importância vital de um planejamento e controle eficazes para o sucesso de projetos na construção civil. Ao longo do artigo, foram abordadas diversas metodologias e ferramentas amplamente reconhecidas e aplicadas no setor, como a Estrutura Analítica de Projeto (EAP), o cronograma de *Gantt*, o ciclo PDCA e a Análise do Valor Agregado (EVM). Cada uma dessas ferramentas, quando aplicadas, desempenha um papel fundamental na organização, monitoramento e avaliação das atividades do projeto, contribuindo para o alcance dos objetivos de prazo, custo e qualidade.

A revisão da literatura evidenciou que um planejamento detalhado é fundamental para evitar desperdícios de recursos e garantir a alocação eficiente de mão de obra, materiais e equipamentos. Ferramentas como a EAP e o cronograma de *Gantt* possibilitam uma organização clara das atividades e uma visão geral do progresso, facilitando a identificação de tarefas críticas e a implementação de ajustes quando necessário. O planejamento financeiro e a análise de riscos também se mostraram fundamentais para prevenir problemas e assegurar a viabilidade do projeto.

O estudo de caso analisado forneceu uma perspectiva prática sobre as metodologias discutidas, destacando os desafios enfrentados em uma obra residencial e as soluções adotadas pela equipe de gestão. Durante a execução do projeto, o uso do ciclo PDCA permitiu a adaptação contínua das atividades, enquanto a EVM facilitou o monitoramento do desempenho financeiro. O controle de qualidade, realizado por meio de inspeções regulares e técnicas de Controle Estatístico de Processos (CEP), garantiu que o produto final atendesse aos padrões técnicos estabelecidos.

Com base nos resultados deste estudo, conclui-se que o êxito de um projeto de construção civil depende de uma abordagem integrada que combine um planejamento detalhado, um controle rigoroso e uma comunicação eficaz entre todos os envolvidos. A implementação de práticas estruturadas não só aumenta a probabilidade de conclusão bem-sucedida do projeto, mas também fortalece a competitividade das empresas de construção civil, proporcionando benefícios a longo prazo.

A construção civil está passando por transformações significativas impulsionadas por novas tecnologias e práticas sustentáveis. A automação, a utilização de *Building Information Modeling (BIM)* e a integração de práticas sustentáveis são algumas das inovações que impactam o setor, trazendo maior eficiência e controle aos processos.

A automação tem revolucionado a maneira como as obras são planejadas e executadas, reduzindo a dependência de mão de obra intensiva e melhorando a precisão das

atividades. Máquinas automatizadas, como robôs para alvenaria e drones para inspeção de áreas, permitem que o trabalho seja realizado de forma mais ágil e com menos erros (COSTA e SANTOS, 2023). Além disso, o uso de sensores e dispositivos conectados possibilita o monitoramento em tempo real do progresso da obra, permitindo ajustes imediatos no planejamento e controle (RABELLO, 2022).

O *Building Information Modeling (BIM)* é outra tecnologia em ascensão que facilita a criação de modelos digitais que representam de maneira precisa as características físicas e funcionais de uma edificação. Segundo Mattos (2019), o uso de BIM promove a colaboração entre as equipes de projeto e construção, permitindo que todos os *stakeholders* acessem o modelo e visualizem o progresso em tempo real. Isso possibilita uma análise mais precisa de custos e cronogramas, além de facilitar o controle de mudanças e o planejamento de recursos.

Com o aumento da preocupação ambiental, as práticas sustentáveis têm sido integradas aos projetos de construção civil. Isso inclui a utilização de materiais ecológicos, a implementação de sistemas de energia renovável e o aproveitamento de resíduos (NOCÊRA, 2010). A sustentabilidade não apenas melhora a imagem do projeto e da empresa, mas também pode resultar em economia a longo prazo. Práticas como o reaproveitamento de água e o uso de materiais reciclados contribuem para uma construção mais eficiente e ambientalmente responsável.

Essas inovações complementam as metodologias tradicionais de planejamento e controle, trazendo mais agilidade, precisão e transparência aos projetos. A combinação de tecnologias como BIM com ferramentas de controle, como o cronograma de *Gantt* e a Análise do Valor Agregado (EVM), cria um ambiente de trabalho mais integrado e dinâmico. Assim, as empresas que adotam essas tendências estão mais bem preparadas para enfrentar os desafios modernos da construção civil e atender às demandas do mercado de forma sustentável e eficaz (COSTA e SANTOS, 2023).

Este trabalho contribui para o conhecimento na área ao reforçar a relevância das ferramentas de gestão no contexto da construção civil e ao ilustrar, por meio de um estudo de caso prático, como essas metodologias podem ser aplicadas na realidade. No entanto, reconhece-se que o estudo é limitado a um único tipo de construção e a uma obra específica. Para pesquisas futuras, sugere-se a análise de outros tipos de projetos e a inclusão de uma variedade maior de metodologias, o que poderia ampliar a compreensão sobre a gestão de obras em contextos distintos e auxiliar na criação de práticas de gestão cada vez mais eficientes e adaptadas à realidade do setor.

7. Referências

COSTA, Gabriela Sant’ana; SANTOS, Bruno Augusto Miranda Lery. A importância do planejamento de obras visando a demanda de construções residenciais no município de Maricá (RJ). *Revista Boletim do Gerenciamento*, 2023.

COSTA, Matheus; MORENO, Rafael. Gerenciamento de obra: A importância do planejamento na prática. *Revista Boletim do Gerenciamento*, 2024.

NOCÊRA, Rosaldo de Jesus. Planejamento e controle de obras. 2ª ed. Editora RJN, 2010.

RABELLO, Guilherme. PDCA: O que é Ciclo PDCA e como aplicar para ter melhores resultados. Disponível em: www.siteware.com.br/metodologias/ciclo-pdca/. Acesso em: outubro de 2022.

MATTOS, Aldo Dórea. Planejamento e controle de obras. 2ª ed. Editora Oficina de Textos, 2019.

MARICÁ, Decreto nº 376/2019 de 03 de setembro de 2019. Revisão do Plano diretor de Maricá – Disponível em: <https://www.Maricá.ri.gov.br/2021/06/02/produto-5-cenarios-de-desenvolvimento/>. Acessado em 26/09/2024.



Gestão & Gerenciamento

METODOLOGIAS DE INTEGRAÇÃO ENTRE A GESTÃO DE PROJETOS E A ENGENHARIA DE SISTEMAS

*INTEGRATION METHODOLOGIES BETWEEN PROJECT
MANAGEMENT AND SYSTEMS ENGINEERING*

Anderson Francisco da Costa Souza

Engenheiro Eletrônico, Mestre em Ciências em Engenharia Biomédica, Universidade
Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

andersonsouza.eng@gmail.com

Pedro Henrique Braz da Cunha

Mestre em Administração de Empresas; Université D'Angers, Angers, França;

pedro.cunha@poli.ufrj.br

Resumo

Este artigo explora o desafio do gerenciamento de projetos no desenvolvimento de produtos complexos, onde questões como atrasos, estouro de orçamento e a entrega de soluções abaixo do esperado são frequentes. Uma revisão da literatura foi realizada de modo a apresentar a evolução e metodologias de integração entre Gerenciamento de Projetos (GP) e Engenharia de Sistemas (SE), áreas que desempenham papéis complementares. O GP é responsável pelo planejamento, controle e execução do projeto, focando em prazos, custos e escopo. Já a SE se concentra no desenvolvimento técnico do projeto, garantindo que todas as partes funcionem de forma integrada e eficaz. A colaboração entre GP e SE é essencial para alinhar requisitos técnicos e gerenciais, reduzir riscos e aumentar a eficiência em projetos complexos. Estas metodologias de trabalho e tecnologias como a Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos (MBSE) oferecem soluções para alinhar processos técnicos e gerenciais, promovendo a eficiência e mitigando riscos em projetos complexos.

Palavras-chaves: Gestão de projetos; Engenharia de sistemas; Engenharia de sistemas baseada em modelos.

Abstract

This article explores the challenge of project management in the development of complex products, where issues such as delays, budget overruns, and delivering below-expected solutions are frequent. A literature review is conducted to present the evolution and methodologies for integrating Project Management (GP) and Systems Engineering (SE), areas that play complementary roles. GP is responsible for planning, controlling, and executing the project, focusing on deadlines, costs, and scope. SE, on the other hand, focuses on the technical development of systems, ensuring that all parts function in an integrated and effective manner. Collaboration between GP and SE is essential to align technical and managerial requirements, reduce risks, and improve efficiency in complex projects. These work methodologies and technologies, such as Model-Based Systems Engineering (MBSE), offer solutions to align technical and managerial processes, promoting efficiency and mitigating risks in complex projects.

Keywords: Project Management; Systems Engineering; Model based Systems Engineering.

1 Introdução

O atual cenário competitivo leva as organizações a buscarem a excelência como forma de maximizarem os seus resultados e esta condição têm exigido adaptações na forma como são geridas suas estratégias, processos e modelo de gestão (CARNEIRO, 2018). Considerando-se ainda projetos de desenvolvimento de produtos de alta complexidade, estes geralmente atrasam, ultrapassam o orçamento e realizam entregas inferiores as demandas (LOCATELLI; *et al*, 2014).

Além disto, existe um dilema pois no desenvolvimento de produtos impulsionado comercialmente há uma tendência natural para limitar os custos relacionados ao gerenciamento, um exemplo deste tipo de projeto, seria o desenvolvimento de uma aeronave comercial (ALTFELD, 2016).

Para solucionar este cenário desafiador, faz-se necessária uma abordagem de gerenciamento de projetos perfeitamente adaptada à sua natureza complexa. Este artigo tem seu foco no gerenciamento de projetos cuja complexidade pode ser considerada

elevada, como por exemplo os projetos desenvolvidos para a área da aviação, onde o gerenciamento do risco e qualidade tornam-se fundamentais para o sucesso do projeto (SAUSER *et al.*, 2008). Neste cenário, além de haver a possibilidade de realização do gerenciamento do projeto através de metodologias como o PMBOK (PMI, 2021), é recomendável a utilização de uma disciplina complementar para auxiliar o desenvolvimento do projeto (WALDEN *et al.*, 2015) como a engenharia de sistemas (SE – *Systems Engineering*) (LOCATELLI *et al.*, 2014).

1.1 Metodologia de pesquisa

Este artigo adotou a pesquisa bibliográfica com o objetivo de entender metodologias de integração entre a engenharia de sistemas e a gestão de projetos em diferentes projetos.

A pesquisa foi realizada utilizando trabalhos acadêmicos publicados em revistas e livros. Sendo o Google Acadêmico a plataforma de buscas utilizada, com as principais palavras-chave: gerenciamento de projetos complexos, engenharia de sistemas, MBSE e integração entre engenharia de sistemas e gerenciamento de projetos.

2 Fundamentação teórica

Este capítulo busca realizar uma breve fundamentação a respeito de conceitos relacionados a complexidade, a engenharia de sistemas e o gerenciamento de projetos.

2.1 Teoria da complexidade

A complexidade de um projeto de acordo com a literatura pode depender de fatores internos ou externos ao projeto, conforme exemplificado abaixo (LOCATELLI *et al.*, 2014; VIDAL; MARLE, 2008).

Um projeto pode ser considerado complexo se apresentar ao menos um dos cenários a seguir: (1) quantidade significativa de disciplinas, métodos ou abordagens necessárias para execução do projeto; (2) fortes implicações legais, sociais ou ambientais, (3) utilização majoritária de recursos de terceiros; (4) importância estratégica do projeto para a organização; (5) conflito de necessidades dos *stakeholders* em relação as características do projeto; e, por fim, (6) significativa quantidade de interface entre o projeto e outras entidades (LOCATELLI *et al.*, 2014).

Uma outra abordagem, do ponto de vista sistêmico e interno ao projeto, considera que da interação entre os elementos de um sistema podem emergir funções desejadas e indesejadas (WALDEN *et al.*, 2015). De modo que a complexidade pode ser entendida como a dificuldade em prever ou controlar as funções indesejadas (VIDAL; MARLE, 2008).

2.2 Engenharia de sistemas

A Engenharia de sistema é uma abordagem holística que considera todo o ciclo de vida de um produto, sendo descrita pelo INCOSE (WALDEN *et al.*, 2015) como uma abordagem transdisciplinar e integrativa que busca permitir a realização, uso e retirada do sistema, usando princípios e conceitos de sistemas e métodos científicos, tecnológicos e de gerenciamento.

Nesta disciplina, o conceito de sistema pode ser entendido como um conjunto de partes ou elementos que juntos exibem um comportamento ou função demandado para um propósito (WALDEN *et al.*, 2015).

A abordagem utilizada pela Engenharia de sistema consiste em considerar uma visão holística para o desenvolvimento, dessa forma o ciclo de vida de um sistema é definido em seis etapas: Conceituação, Desenvolvimento, Produção, Utilização, Suporte e a Retirada. Estes serão descritos nos parágrafos a seguir:

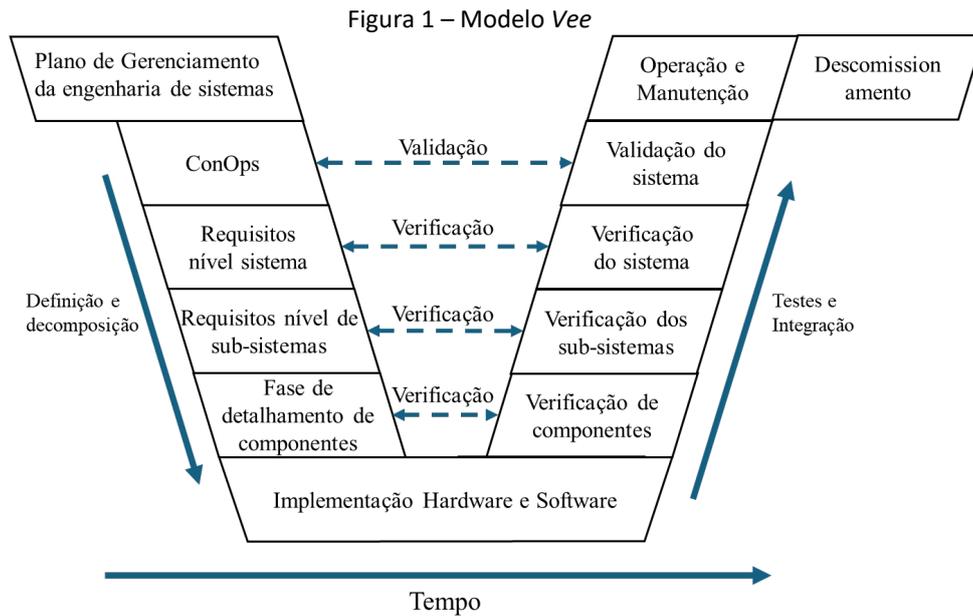
- O processo de Conceituação busca identificar as necessidades dos *stakeholders* durante todo o ciclo de vida do projeto. Tais informações possibilitam a elaboração dos conceitos de operação, tipicamente chamado de ConOps, conceitos de suporte ao sistema, estudos de viabilidade e a arquitetura de requisitos preliminar, critica para as demais etapas.
- O processo de Desenvolvimento possui foco em desenvolver uma solução inicial que possa ser produzida, utilizada e suportada. De modo a amadurecer os conceitos do sistema (operação e suporte), assim como a arquitetura de requisitos e necessidades dos stakeholder. Tal solução inicial tipicamente é composta por um protótipo, acompanhada de planos para logística, treinamento, integração, verificação e validação; e documentação relacionado ao gerenciamento de riscos, estimativas de custos e datas de entrega.
- O processo de Produção traz o protótipo para a realidade, habilitando o sistema para utilização. Já a Utilização é a fase de exploração, onde é possível utilizar o sistema em seu ambiente definido, avaliar suas capacidades, verificar e validar os requisitos, propor melhorias e consertar deficiências (WALDEN *et al.*, 2015).

O processo de Suporte é geralmente o mais longo de todos, por envolver a vida útil do sistema com o cliente. Nesta etapa falhas do projeto devem ser anotadas para possível correção ou elaboração de uma evolução futura do projeto. Demais modificações podem ser permitidas para reduzir custos operacionais ou estender a vida útil. Esta etapa se encerra com a decisão de que o sistema não deve mais ser suportado.

Por último, o processo de Retirada compreende todas as atividades que são realizadas no final do ciclo de vida do sistema quando este se torna obsoleto ou não rentável economicamente.

Para as seis etapas definidas, recomenda-se que o início e o fim de cada etapa sejam utilizados como um momento de gerenciamento de risco, realizando-se uma auditoria e revisão técnica das entregas do projeto. Os critérios para realização da auditoria devem estar presentes em um documento de gerenciamento da engenharia de sistemas (SEMP - *Systems Engineering Management Plan*).

Uma típica forma de representação simplificada destas etapas ocorre através do modelo *Vee* (FORSBERG; MOOZ, 1991), que elabora de maneira sequencial da esquerda para a direita as áreas de foco da engenharia de sistemas. A representação destaca a contínua validação das necessidades dos *stakeholders*, a verificação dos requisitos e a importância do contínuo gerenciamento do risco (WALDEN *et al.*, 2015).



Fonte: Adaptado de Walden *et al.* (2015)

2.3 Engenharia de sistemas baseada em modelagem

Atualmente, as disciplinas da engenharia evoluíram, de modo que grandes quantidades de informações sejam suportadas pela engenharia de sistemas. A Engenharia de Sistemas Baseada em Modelos (MBSE) é uma abordagem formal que utiliza modelos digitais para apoiar o ciclo de vida completo de sistemas complexos, desde a definição de requisitos até a verificação e validação.

Ao contrário dos métodos tradicionais baseados em documentos, o MBSE permite maior coerência e integração ao utilizar modelos como fonte única de informação, promovendo melhor comunicação entre equipes e stakeholders. Ferramentas como SysML e Simulink são amplamente usadas para modelar o comportamento e a arquitetura de sistemas, facilitando a automação e a simulação (FRIEDENTHAL, 2008).

Os benefícios do MBSE incluem a melhora na rastreabilidade dos requisitos, maior eficiência no desenvolvimento e redução de custos e prazos, principalmente devido à identificação precoce de problemas e à eliminação de retrabalho. Esta abordagem é fundamental para lidar com os desafios dos sistemas modernos e sua complexidade crescente, oferecendo soluções robustas para o desenvolvimento e gestão de sistemas interdependentes (DTIC, 2018; FRIEDENTHAL, 2008; WALDEN *et al.*, 2015).

2.4 Gerenciamento de projetos

Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo, a natureza temporária dos projetos indica que eles têm um início e um término definidos. O gerenciamento de projetos pode ser entendido como um conjunto de atividades que demandam conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas para o gerenciamento das atividades e liderança (PMI, 2021).

Gerenciar um projeto, conforme descrito no Guia PMBOK, envolve a aplicação e integração de 47 processos de gerenciamento de projetos, logicamente agrupados em

cinco Grupos de Processos: Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle, e Encerramento. Esses grupos de processos são necessários para organização e execução das atividades do projeto, da concepção até o encerramento.

O Grupo de Processos de Iniciação inclui atividades críticas como a obtenção de autorização para iniciar o projeto, a definição do escopo de alto nível e o desenvolvimento do termo de abertura do projeto. Também envolve a análise de partes interessadas e a identificação de riscos, suposições e restrições iniciais. Este grupo garante que o projeto tenha uma base sólida antes de avançar para o planejamento detalhado.

No Grupo de Processos de Planejamento, 24 processos são utilizados para detalhar os requisitos do projeto, desenvolver o plano de gerenciamento do projeto e criar uma estrutura analítica do projeto. Este grupo também abrange a criação do cronograma do projeto, a determinação do orçamento e o planejamento para a qualidade, recursos humanos, comunicações, mudanças e riscos. O plano de gerenciamento integrado do projeto é então apresentado às partes interessadas chave para aprovação.

A execução do projeto ocorre no Grupo de Processos de Execução, onde são realizados oito processos que abrangem a obtenção e gerenciamento de recursos, execução das tarefas do projeto e implementação de mudanças aprovadas. Este grupo também inclui atividades de garantia de qualidade, desenvolvimento e gerenciamento da equipe do projeto, gestão de comunicações, aquisições e engajamento das partes interessadas. A execução eficaz garante que o projeto avance conforme planejado.

Por fim, o Grupo de Processos de Monitoramento e Controle e o Grupo de Processos de Encerramento garantem que o projeto permaneça no caminho certo e seja encerrado corretamente. O monitoramento e controle envolvem 11 processos para medir o desempenho do projeto, gerenciar mudanças e assegurar a conformidade com os padrões de qualidade.

O encerramento inclui finalizar todas as atividades do projeto, arquivar documentos, obter aceitação dos entregáveis e medir a satisfação do cliente. Juntos, esses grupos de processos asseguram uma gestão completa e eficaz, contribuindo para o sucesso do projeto.

3 Revisão bibliográfica

Este capítulo busca realizar uma breve fundamentação a respeito de conceitos relacionados a complexidade, a engenharia de sistemas e o gerenciamento de projetos.

3.1 Origens da engenharia de sistemas e do gerenciamento de projetos

O termo engenharia de sistemas surgiu na década de 1940, sendo a empresa Bell Telephone Laboratories uma das pioneiras no emprego de práticas de SE em seus sistemas de comunicação (BRAINERD, 1979). No entanto suas práticas foram observadas desde o início do século, e impulsionadas durante a segunda guerra mundial e a guerra fria, dada a necessidade de integrar rapidamente componentes complexos em sistemas de defesa (JOHNSON, 1997; WALDEN *et al.*, 2015).

Durante a Batalha da Grã-Bretanha, em 1940, a *Royal Air Force* britânica utilizou metodologias de SE para coordenar o sistema de radares e centros de comando, demonstrando a importância de uma abordagem coordenada e interdisciplinar para o sucesso de sistemas interconectados (KASSER *et al.*, 2009; SAUSER *et al.*, 2008; WALDEN *et al.*, 2015). Após a guerra, a RAND Corporation desenvolveu abordagens de análise de sistemas, contribuindo para a formalização da SE como disciplina (WALDEN *et al.* 2015).

Em paralelo, entre 1945 e 1960, o Gerenciamento de Projetos evoluiu de uma prática informal, na qual os gerentes de linha assumiam apenas partes do projeto, para uma abordagem mais estruturada e integrada, impulsionada também pela necessidade de gerenciar projetos complexos durante a Guerra Fria.

Neste período, a gestão falhava pois não proporcionava um ponto de contato único, dificultando a comunicação e o controle em projetos de defesa e aeroespaciais, fazendo com que o Departamento de Defesa dos EUA e a NASA passassem a exigir que esses projetos tivessem um único gerente responsável por todas as fases, implementando práticas de planejamento de ciclo de vida e monitoramento de custos para assegurar a eficiência dos recursos (KERZNER, 2009).

Flagle *et al* (1960) definiu o engenheiro de sistemas como o responsável pelo planejamento, desenvolvimento, teste e produção dos sistemas automatizados e semi-automatizados. (p. 357), o que representa uma superposição com atividades relacionadas ao gerente de projetos.

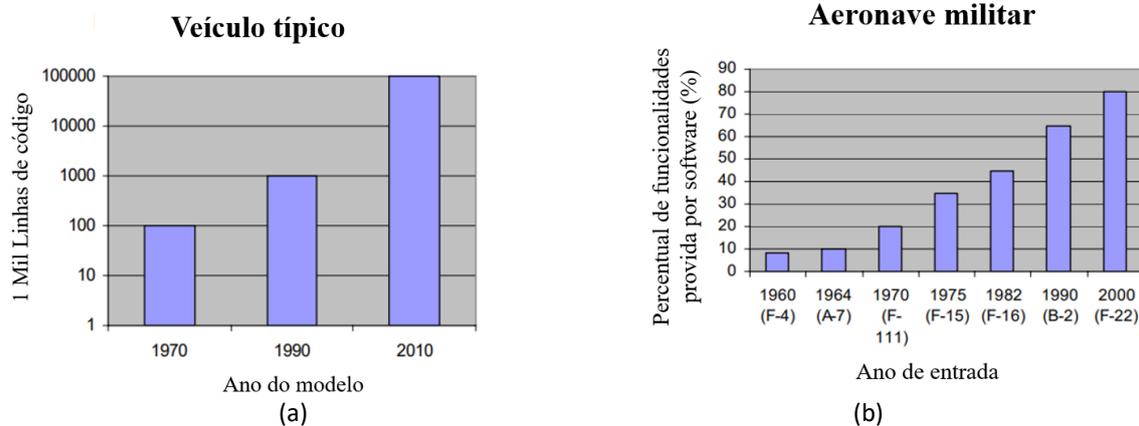
O desenvolvimento do PMBOK, em 1987, pelo *Project Management Institute* (PMI) consolidou o gerenciamento de projetos como uma disciplina independente. O PMBOK proporcionou um conjunto de práticas e metodologias que visam padronizar e aumentar a eficácia na execução de projetos em diversos setores, atendendo especialmente às demandas complexas de indústrias como a militar e a aeroespacial, que necessitam de sistemas robustos de controle e coordenação (FORSBERG, MOOZ, 1991; KERZNER, 2009).

Em 1990, a *International Council on Systems Engineering* (INCOSE) foi fundada, visando promover a Engenharia de Sistemas e publicando, em 1994, o INCOSE Systems Engineering Handbook, um guia com fundamentos para os processos de ciclo de vida (WALDEN *et al.*, 2015). Forsberg e Mooz (1991) introduzem o modelo Vee (Figura 1) como uma ferramenta para alinhar o desenvolvimento e a validação do sistema com o ciclo de vida do projeto. Este modelo fornece uma estrutura que conecta as atividades de SE e GP, ajudando a garantir que os requisitos técnicos e os cronogramas do projeto estejam sincronizados desde o início.

3.2 Integração entre engenharia de sistemas e gerenciamento de projetos

Nas últimas décadas, a taxa de avanço de *software* tem sido exponencial devido ao aumento da complexidade e das funcionalidades incorporadas nos sistemas modernos (Figura 2). Feiler (2013) estimou que o tamanho do software em sistemas críticos, como aeronaves, dobra a cada quatro anos, tornando-se um dos principais componentes de complexidade e custo na indústria (DVORAK, 2009; FEILER *et al.*, 2013; NICHOLS; SHEARD, 2015).

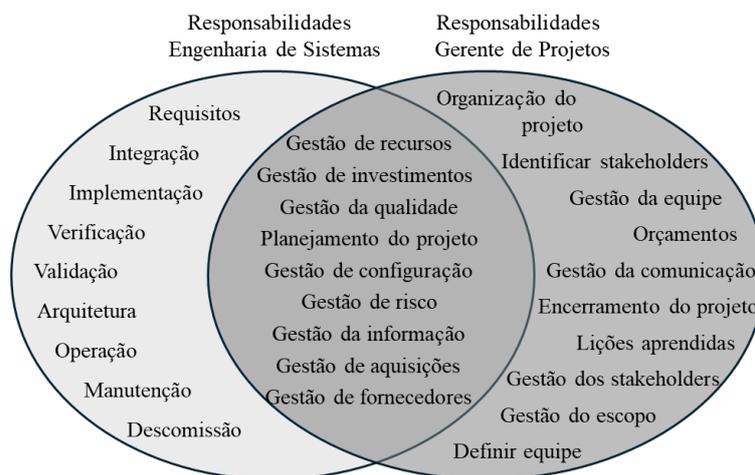
Figura 2 – Aumento do número de linhas de código em produtos automotivos (a) e aumento de funcionalidades providas por software em aeronaves militares (b).



Fonte: Adaptado de Dvorak (2009).

Esta crescente complexidade dos projetos modernos, especialmente em setores de alta tecnologia e defesa, torna necessário o desenvolvimento de novas abordagens para lidar com desafios técnicos e organizacionais (GRAY *et al.*, 2017; LOCATELLI *et al.*, 2014), intensificando a necessidade de uma integração robusta entre Engenharia de Sistemas e Gerenciamento de Projetos (Figura 3) (GRAY *et al.*, 2017). Tais projetos exigem uma integração multidisciplinar, coordenação de múltiplos stakeholders e uma gestão eficaz de riscos, devido às interdependências e aos requisitos rigorosos (DTIC, 2018; LACHHAB *et al.*, 2017; WALDEN *et al.*, 2015).

Figura 3 – Interseção de responsabilidades entre o gerente de projetos e o engenheiro de sistemas.



Fonte: Adaptado de Gray *et al.* (2017)

Shimoda *et al.* (2019) explora a integração entre GP e SE por meio de uma abordagem combinada do PMBOK e do modelo “Vee” para desenvolver uma Estrutura Analítica de Projetos (EAP) integrada. O estudo propõe que o uso conjunto desses frameworks garante um alinhamento mais eficaz entre as etapas técnicas de desenvolvimento e as fases de gerenciamento do projeto. A integração ocorre ao mapear

os cinco grupos de processos do PMBOK (Iniciação, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle, e Encerramento) com os cinco passos do modelo *Vee* (Definição de Requisitos, Design, Realização, Verificação de Design e Validação de Requisitos), proporcionando um fluxo contínuo entre as atividades técnicas e gerenciais (SHIMODA *et al.*, 2019).

Atualmente, normas como o MIL-STD-499 e ISO/IEC 15288 oferecem diretrizes para a integração de SE e GP ao longo do ciclo de vida do projeto. Essas normas permitem que ambas as áreas compartilhem uma base comum para gerenciar riscos e requisitos, promovendo uma abordagem mais estruturada e colaborativa (LOCATELLI *et al.*, 2014).

Xue *et al.* (2015) aborda a integração entre Engenharia de Sistemas e Gerenciamento de Projetos ao comparar as estruturas do ISO/IEC 15288 e do PMBOK. O estudo sugere que esses dois frameworks podem ser usados em conjunto para alinhar as atividades de SE e GP, propondo uma correspondência entre os processos de cada norma. A integração é alcançada ao associar os processos técnicos da ISO/IEC 15288, focados no ciclo de vida de sistemas, com os processos de gerenciamento de projetos do PMBOK, que se concentram em planejamento, controle e execução. Essa combinação promove maior eficiência e coordenação em projetos complexos, especialmente sistemas de sistemas, ao permitir que ambas as disciplinas operem de maneira complementar e coesa (XUE *et al.*, 2015).

Sausser *et al.* (2008) destaca que a Engenharia de Sistemas é essencial para gerenciar a interdependência dos sistemas, enquanto o gerente de projetos facilita a coordenação e o alinhamento dos stakeholders. A falta de integração pode resultar em conflitos de escopo o que pode levar a requisitos do cliente não serem atendidos (LACHHAB *et al.*, 2017; SAUSER *et al.*, 2008).

Oliveira (2009) apresenta um estudo de caso sobre o desenvolvimento do Embraer 170, destacando a integração entre Engenharia de Sistemas e Gerenciamento de Projetos por meio da aplicação de *co-design* e equipes multifuncionais, como os *Integrated Product Teams* (IPT). A abordagem de *co-design* permitiu que a Embraer colaborasse diretamente com fornecedores estratégicos, envolvendo-os nas fases iniciais de design e desenvolvimento, o que facilitou a integração de subsistemas complexos. A prática de formar IPTs promoveu uma coordenação eficaz entre as equipes técnicas e de gerenciamento, garantindo uma comunicação contínua e o alinhamento de metas, resultando em uma execução mais eficiente do projeto (OLIVEIRA, 2009).

O conceito de IPT surgiu na indústria de defesa dos Estados Unidos nos anos 1990, na prática está intimamente ligada à Engenharia de Sistemas, pois permitem que engenheiros, gerentes de projeto e outros profissionais trabalhem em conjunto desde as fases iniciais do ciclo de vida do sistema. Isso promove uma visão holística do projeto, melhorando a tomada de decisões e reduzindo o retrabalho ao garantir que os requisitos técnicos e gerenciais estejam sempre alinhados (WALDEN *et al.*, 2015).

3.3 Desafios da integração entre engenharia de sistemas e gerenciamento

Oosthuizen e Benade (2021) discutem que a integração entre SE e GP enfrenta barreiras culturais e organizacionais, uma vez que as duas áreas tradicionalmente operam com abordagens e prioridades diferentes. Enquanto o GP foca em entregas dentro do

escopo, prazo e orçamento, a SE prioriza a precisão técnica e a integração de componentes. Superar essas barreiras exige uma cultura organizacional que promova a colaboração e a comunicação entre as equipes de SE e GP (OOSTHUIZEN, BENADE, 2021; SAUSER *et al.*).

Boswell *et al.* (2017) foca nos pontos de interseção de atividades, sobreposições de responsabilidades e tensões entre as duas disciplinas. Seu estudo propõe práticas de planejamento integrado e a definição clara de papéis e responsabilidades como formas de minimizar conflitos e melhorar a colaboração. A integração é alcançada ao garantir que as responsabilidades sejam bem delineadas desde o início do projeto, permitindo que as equipes de SE e GP alinhem seus esforços em termos de metas técnicas e de gerenciamento (BOSWELL; ANBARI; VIA, 2017).

Além destes dos desafios apresentados, um engenheiro de sistemas necessita de habilidades que vão além das técnicas. Engenheiros de sistemas precisam aprimorar *soft skills* como comunicação, negociação, liderança e capacidade de trabalho em equipe, que são essenciais para uma coordenação eficaz em projetos complexos. Essas habilidades facilitam a interface com gerentes de projeto e as demais engenharias, permitindo uma visão holística dos objetivos de projeto e alinhamento estratégico com as metas da organização (ARMSTRONG; WADE, 2015).

3.4 Tecnologias digitais para facilitar a integração entre SE e GP

O aumento da digitalização e o uso de tecnologias avançadas sugerem que a SE e o GP devem evoluir para uma integração adaptativa, onde as disciplinas operem de maneira dinâmica e interativa, ajustando-se rapidamente às mudanças nos requisitos e nos objetivos do projeto (KASSER *et al.*, 2009; LUKOSEVICIUS *et al.*, 2017).

Gray *et al.* (2017) destacam que o MBSE permite que equipes técnicas e gerenciais visualizem o progresso e os ajustes necessários em tempo real, melhorando a eficiência e reduzindo conflitos entre as disciplinas (GRAY *et al.*, 2017; SAUSER *et al.*; BOARDMAN; GOROD, 2008).

A estratégia de Engenharia Digital do Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DTIC, 2018) promove o uso de gêmeos digitais e simulações para prever o desempenho e avaliar o impacto de alterações em sistemas complexos. Essas tecnologias oferecem insights em tempo real, permitindo que as equipes de SE e GP ajustem estratégias e cronogramas conforme necessário para manter o alinhamento dos objetivos (DTIC, 2018; KASSER *et al.*, 2009).

4 Considerações finais

Este artigo apresentou a engenharia de sistemas e o gerenciamento de projetos e possíveis metodologias de integração entre estas. Ambas as áreas se desenvolveram principalmente ao longo do último século dadas as necessidades de desenvolvimento militar durante a segunda guerra mundial e no contexto de pós-guerra. Uma revisão bibliográfica foi realizada com o intuito de entender as origens das duas áreas, buscar metodologias de integração e seus desafios e abordar brevemente quais seriam as perspectivas de futuro para as áreas.

Atualmente, a integração entre as áreas torna-se relevante para o contexto de projetos complexos, especialmente nos setores de alta tecnologia e defesa. Um exemplo apresentado inclui as áreas veicular e militar (Figura 2), onde a crescente demanda pela elaboração de funcionalidades resulta em um aumento expressivo no número de linhas de código no produto, tornando seu desenvolvimento e verificação cada vez mais complexos, casos como este necessitam de metodologias mais robustas que alinhem requisitos técnicos e gerenciais, aprimorando o diálogo entre os engenheiros e o gerente, aumentando a eficiência e mitigando riscos.

Ao longo do artigo, foram apresentadas algumas sugestões de metodologias que poderiam ser utilizadas para integração, iniciando-se pela utilização do modelo Vee (Figura 1) ao qual de maneira simplificada representa todo o ciclo de vida do projeto e *incentiva* uma sistemática verificação dos requisitos do projeto e a validação do produto com as necessidades dos *stakeholders*. Tal utilização poderia ser realizada combinando-se os processos oriundos do PMBOK e do modelo Vee para gerar uma EAP integrada.

Além destes alguns autores indicaram a necessidade de uma divisão concisa de responsabilidades, onde, de maneira geral o SE poderia coordenar a interdependência entre os sistemas, e o PM seria um facilitador da coordenação além de garantir o alinhamento com os stakeholders do projeto. Um exemplo desta integração foi apresentado onde a utilização de IPTs promoveu a coordenação entre os engenheiros, os gerentes e os fornecedores.

Os autores também sugerem a utilização diretrizes presentes em normas (MIL-STD-499 e a ISSO/IEC 15288) de maneira integrada as estruturas do PMBOK para alinhar as atividades entre o SE e o GP, e garantir uma base comum e colaborativa para gerenciar riscos e requisitos.

Como fatores desafiadores a esta integração foi realizada menção a questões organizacionais e culturais, a sobreposição de responsabilidades e a dificuldade no desenvolvimento das habilidades necessárias para um SE. Sendo fundamental um ambiente que promova a colaboração entre as partes e a comunicação como parte de sua cultura organizacional.

Considerando-se o futuro desta integração, os autores indicaram a utilização do MBSE por equipes técnicas e gerencias. Onde esta abordagem poderia ser utilizada por ambos para visualizar o progresso dos projetos, ajustar estratégias e cronogramas, melhorar a eficiência e reduzir conflitos, além de mitigar riscos relacionados ao dinamismo das mudanças de requisitos e objetivos dos projetos.

Como considerações para futuras pesquisas, estas poderiam explorar métodos inovadores para fortalecer essa integração, incluindo possivelmente a aplicação de métodos ágeis em contextos relacionados ao desenvolvimento de projetos complexos. Além deste, poderia ser abordada relação do custo relacionado a não utilização de uma metodologia integrada no cenário atual.

Referências

ALTFELD, Hans-Henrich. **Commercial Aircraft Projects: Managing the Development of Highly Complex Products.** London: Routledge, 2016. <https://doi.org/10.4324/9781315572833>.

ARMSTRONG, James; WADE, Jon. **Development of Systems Engineering Expertise.** *Procedia Computer Science*, v. 44, p. 689–698, 31 dez. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.03.026>.

BOSWELL, James W.; ANBARI, Frank T.; VIA, John W. **Systems Engineering and Project Management: Points of Intersection, Overlaps, and Tensions.** *In: 2017 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET) [...]. [S. l.: s. n.], jul. 2017. p. 1–6. DOI 10.23919/PICMET.2017.8125348. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8125348>. Acesso em: 18 out. 2024.*

BRAINERD, John G. **A History of Engineering and Science in the Bell System.** Vol. 2: National Service in War and Peace (1925–1975) ed. by M. D. Fagen (review). *Technology and Culture*, v. 20, n. 4, p. 817–822, 1979.

CARNEIRO, Luiz Eduardo Marinho. **Gerenciamento de Projetos em Pesquisa & Desenvolvimento e o Contexto Brasileiro.** 2018.

DTIC. Defense Technical Information Center. **Department of Defense Digital Engineering Strategy.** 1 jun. 2018. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1068564>. Acesso em: 16 jul. 2024.

DVORAK, Daniel. **NASA Study on Flight Software Complexity.** *In: AIAA INFOTECH@AEROSPACE CONFERENCE*, 6 abr. 2009. AIAA Infotech@Aerospace Conference [...]. Seattle, Washington: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 6 abr. 2009. DOI 10.2514/6.2009-1882. Disponível em: <https://arc.aiaa.org/doi/10.2514/6.2009-1882>. Acesso em: 15 out. 2024.

FEILER, Peter; GOODENOUGH, John; GURFINKEL, Arie. **Four Pillars for Improving the Quality of Safety-Critical Software-Reliant Systems.** 29 abr. 2013. Disponível em: <https://insights.sei.cmu.edu/library/four-pillars-for-improving-the-quality-of-safety-critical-software-reliant-systems/>. Acesso em: 15 out. 2024.

FLAGLE, Charles D.; HUGGINS, William H.; ROY, Robert H. (Eds.). **Operations research and systems engineering.** Oxford, England: Johns Hopkins Press, 1960. p. x, 889(Operations research and systems engineeringx, 889).

FORSBERG, Kevin; MOOZ, Harold. **The Relationship of System Engineering to the Project Cycle.** *INCOSE International Symposium*, v. 1, n. 1, p. 57–65, 1991. <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.1991.tb01484.x>.

FRIEDENTHAL, Sanford. **A Practical Guide to SysML: The Systems Modeling Language.** 1 jan. 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/62142055/A_Practical_Guide_to_SysML_The_Systems_Modeling_Language. Acesso em: 20 out. 2024.

GRAY, Andrew; JAMES, Adrian; NASSER, Helen; RICHARDSON, Ken; ROOKE, Kate. **Foundations for improved integration – Using Systems Engineering in Programme and**

Project Management. INCOSE International Symposium, v. 27, n. 1, p. 1011–1025, 2017. <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.2017.00409.x>.

JOHNSON, Stephen B. **Three Approaches to Big Technology: Operations Research, Systems Engineering, and Project Management.** Technology and Culture, v. 38, n. 4, p. 891–919, 1997.

KASSER, Joseph; HITCHINS, Derek; HUYNH, Thomas V. **Reengineering Systems Engineering.** 2009. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10945/45657>. Acesso em: 12 set. 2024.

KERZNER, Harold. **Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling.** 10th Edition. Tenth. [S. l.: s. n.], 2009.

LACHHAB, M.; BÉLER, C.; SOLANO-CHARRIS, E. L.; COUDERT, T. **Towards an Integration of Systems Engineering and Project Management Processes for a Decision Aiding Purpose.** IFAC-PapersOnLine, 20th IFAC World Congress. v. 50, n. 1, p. 7266–7271, 1 jul. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.1379>.

LOCATELLI, Giorgio; MANCINI, Mauro; ROMANO, Erika. **Systems Engineering to improve the governance in complex project environments.** International Journal of Project Management, v. 32, n. 8, p. 1395–1410, 1 nov. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.10.007>.

LUKOSEVICIUS, Alessandro Prudêncio; SOARES, Carlos Alberto Pereira; JOIA, Luiz Antônio. **Caracterização da complexidade em projetos de engenharia.** Gestão & Produção, v. 25, p. 331–342, 30 out. 2017. <https://doi.org/10.1590/0104-530X2957-16>.

NICHOLS, William; SHEARD, Sarah. **FAA Research Project on System Complexity Effects on Aircraft Safety: Candidate Complexity Metrics.** 30 maio 2015. Disponível em: https://insights.sei.cmu.edu/documents/478/2016_019_001_484344.pdf. Acesso em: 15 out. 2024.

OLIVEIRA, Luiz Guilherme de. **O desenvolvimento de projetos de sistemas complexos na indústria aeronáutica: o caso de gestão integrada aplicada ao programa Embraer 170.** Cadernos EBAPE.BR, v. 7, p. 19–33, mar. 2009. <https://doi.org/10.1590/S1679-39512009000100003>.

OOSTHUIZEN, Rudolph; BENADE, Siebert. **Systems engineering and project management - crossing the great divide.** The South African Journal of Industrial Engineering, v. 32, p. 201–210, 1 nov. 2021. <https://doi.org/10.7166/32-3-2628>.

PMI. Project Management Institute, 2021. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge.** 7th ed. edição. [S. l.]:

SAUSER, Brian; BOARDMAN, John; GOROD, Alex. **System of Systems Management. System of Systems Engineering: Innovations for the 21st Century.** [S. l.: s. n.], 2008. p. 191–217. <https://doi.org/10.1002/9780470403501.ch8>.

SHIMODA, Atsushi; WILAIRATH, Phenpimon; KOUNOSU, Tsutomu. **Project Planning from the Viewpoint of Project Management and Systems Engineering.** In: 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education (TALE), dez. 2019.

[...]. [S. l.: s. n.], dez. 2019. p. 1–8. DOI 10.1109/TALE48000.2019.9226007. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9226007>. Acesso em: 18 out. 2024.

VIDAL, Ludovic-Alexandre; MARLE, Franck. **Understanding project complexity: Implications on project management.** *Kybernetes*, v. 37, p. 1094–1110, 17 set. 2008. <https://doi.org/10.1108/03684920810884928>.

WALDEN, David D.; ROEDLER, Garry J.; FORSBERG, Kevin J.; HAMELIN, R. Douglas; SHORTELL, Thomas M. **Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities.** 4th edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2015.

XUE, Rui; BARON, Claude; ESTEBAN, Philippe; ZHENG, Li; JAKJOUR, Abdeslam. **Alignment of practices for an efficient management of Systems Engineering processes during the development of systems of systems.** *In: 2015 Third World Conference on Complex Systems (WCCS)*, nov. 2015. [...]. [S. l.: s. n.], nov. 2015. p. 1–6. DOI 10.1109/ICoCS.2015.7483234. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7483234>. Acesso em: 18 out. 2024.



Gestão & Gerenciamento

SMART CONTRACTS E BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE AUTOMAÇÃO DE MEDIÇÕES PARCIAIS

SMART CONTRACTS AND BIM: A CASE STUDY ON THE AUTOMATION OF PROGRESS PAYMENTS

André Soares de Castro

Engenheiro Civil; Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil

andresdecastro@ufrj.br

Willy Weisshuhn

Doutor em Engenharia Civil; Professor Convidado NPPG - Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

willy.weisshuhn@poli.ufrj.br

Resumo

Na indústria da construção, a celebração de contratos é necessária para regular as relações entre investidores, empreiteiros, subempreiteiros e clientes, abrangendo materiais, serviços e mão de obra. Esses contratos resultam em medições contratuais, que verificam a qualidade e quantidade dos serviços, permitindo pagamentos intermediários. Contudo, os processos tradicionais de medição carecem frequentemente de precisão, confiabilidade, segurança e rastreabilidade, gerando problemas de gestão e conflitos. Com o surgimento da tecnologia *blockchain*, surgem contratos inteligentes (*smart contracts*), que replicam contratos vinculativos em código na rede *blockchain*, automatizando medições parciais e aprimorando-as. O objetivo deste estudo é identificar melhorias em medições parciais, pela implementação de BIM e *Smart Contracts*. Estudou-se o caso de uma empresa de grande porte, mapeando e analisando seu processo de medições contratuais. Foi desenvolvido um fluxograma representando o estado atual (*AS-IS*), identificando oportunidades de melhoria na gestão das informações. Em seguida, elaborou-se um fluxograma do estado futuro (*TO-BE*), incorporando *smart contracts* e BIM. A análise indica que a integração de *Smart Contracts* e BIM pode otimizar a precisão, reduzir erros, melhorar o controle financeiro e a governança, além de agilizar os pagamentos, trazendo maior segurança e transparência às transações.

Palavra-Chave: Medições Parciais, *Smart Contracts*, BIM, *Blockchain*, Melhoria de Processos.

Abstract

In the construction industry, contracting is necessary to regulate relationships between investors, contractors, subcontractors, and clients, covering materials, services, and labor. These contracts result in progress payments, which verify the quality and quantity of services, allowing for partial payments. However, traditional processes to get a measurement sheet often lack accuracy, reliability, security, and traceability, leading to management problems and conflicts. With the advent of blockchain technology, smart contracts have emerged, replicating binding contracts through code on the blockchain network, automating progress payments and improving them. The aim of this study is to identify improvements in progress payments through the implementation of BIM and Smart Contracts. The case of a large company was studied, mapping and analyzing its progress payments process. A flowchart was developed to represent the current state (AS-IS), identifying opportunities for improvement in information management. Then, a flowchart representing the future state (TO-BE) was created, incorporating smart contracts and BIM. The analysis indicates that the integration of Smart Contracts and BIM can optimize accuracy, reduce errors, improve financial control and governance, as well as expedite payments, bringing greater security and transparency to transactions.

Keywords: Progress Payments; Smart Contracts; BIM; Blockchain; Process Improvement.

1 Introdução

Em meio a expansão das tecnologias de informação, comunicação e digitalização dos processos de produção, surge o conceito de Indústria 4.0, designado como uma forma de produção altamente integrada com tecnologias digitais, como IoT (internet das coisas), big data, analytics, cloud computing e robótica (SACOMANO, SÁTYRO, 2018). O *Blockchain* é uma destas novas tecnologias que provocam o interesse crescente de pesquisadores que vislumbram possibilidades de aplicações em processos de manufatura (PETRONI, 2022).

Apesar de os primeiros estudos que originaram o conceito de *Blockchain* terem ocorrido no início da década de 1990, o código aberto que consolidou a tecnologia foi

lançado em 2008, no artigo "*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*", atribuído ao pseudônimo Satoshi Nakamoto.

O *Blockchain* pode ser definido como um Livro Razão público distribuído que registra todos os dados de transações compartilhados entre as partes dentro do sistema, GHAZI, A. *et al.* (2022). Na contabilidade, o Livro Razão é um registro de escrituração que tem a finalidade de coletar dados cronológicos de todas as transações. Com a tecnologia *blockchain*, o Livro Razão registra cada sequência de transações do início ao fim, resultando em registros certos, verificáveis e irreversíveis de todas as transações já realizadas (CROSBY *et al.*, 2016).

A assimilação do *Blockchain* em outros campos de conhecimento foi imediata. No campo jurídico as características do *Blockchain* poderiam reduzir a insegurança jurídica dos contratos convencionais, e assim foram criados os Smart Contracts. Ghazi *et al.* (2022). Segundo um dos pioneiros nesta tecnologia, Nick Szabo (1997), em *The idea of smart contracts*, os *Smart Contracts* são um protocolo de transação informatizado que busca replicar contratos juridicamente vinculativos por meio de um código executado na rede pública *blockchain*.

Estudos acadêmicos sobre *Smart Contracts* vêm sendo desenvolvidos nos mais diversos setores. As aplicações mais convencionais são nas áreas de Gestão de Contratos, Segurança da Computação e Telecomunicações, entretanto há diversas aplicações interdisciplinares como Energia, Saúde e Construção. Exemplos de aplicações recentes podem ser encontrados no aprimoramento da comercialização e controle de emissões de carbono na automatização da plataforma de serviços agrícolas (BHADRA *et al.*, 2022), na estrutura de comércio de energia excedente (ABDULLA, 2021).

Na Indústria da Construção, setor explorado por este artigo, as mais recentes aplicações permeiam a implementação de *Smart Contracts* associados a tecnologia BIM e automação de pagamentos de contratos (SONMEZ, 2022), otimização da segurança e transparência de processos licitatórios. Também existem estudos sobre a aplicação de *Smart Contracts* a cadeia de suprimentos da construção civil (HAMLEDARI, FISCHER, 2021).

De forma similar, este trabalho tem como proposta estudar as melhorias proporcionadas pela implementação de *Smart Contracts* associados à metodologia BIM no contexto das medições parciais em obras de construção civil, buscando maior transparência, segurança e automação nos processos, em uma empresa nacional de grande porte.

2 Materiais e Métodos

2.1 Aspectos Gerais

A principal questão de investigação deste estudo pode ser representada pela pergunta:

A principal questão de investigação deste estudo pode ser representada pela pergunta: "Os *Smart Contracts* associados à tecnologia BIM podem contribuir na otimização de medições contratuais de obras civis?". Para isso, foi empregado o método de estudo de caso, com análise aprofundada do processo investigado. Inicialmente, foi criado um fluxograma representando o estado atual ("AS-IS") do processo de medição em uma

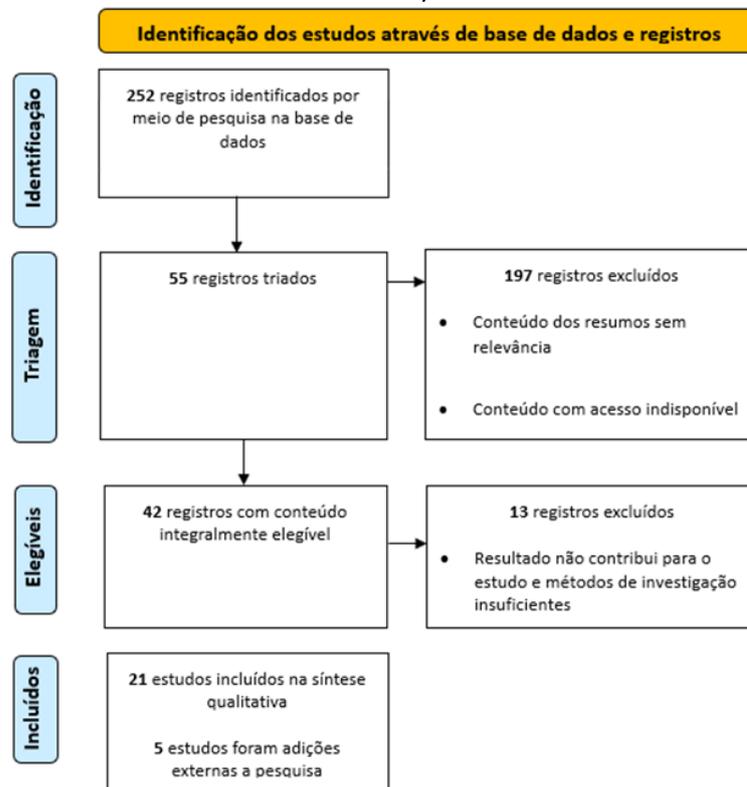
construtora nacional de grande porte. Em seguida, elaborou-se um segundo fluxograma representando o estado futuro ("TO-BE") do processo de pagamento, incorporando a tecnologia de *Smart Contracts* associada à metodologia BIM.

2.2 Pesquisa Bibliográfica

Como mecanismos de busca e bases de dados, foi utilizada a Web of Science. A estratégia principal consistiu em realizar uma leitura exploratória baseada em um breve exame dos títulos e resumos, com o objetivo de eliminar todos os artigos que não apresentassem qualquer evidência ou informação relacionada aos temas em questão. Através desse critério de seleção, buscamos classificar os artigos em alta aderência, média aderência e baixa aderência. Os artigos de baixa aderência foram excluídos, enquanto os de alta e média aderência seguiram para uma leitura seletiva. Os artigos cujos resumos foram selecionados passaram por leitura integral, excluindo-se aqueles que não apresentavam informações primárias relevantes para as questões de pesquisa.

A partir das palavras-chave, foram identificados 252 artigos publicados nos últimos cinco anos, dos quais 12 foram excluídos devido a restrições de acesso na plataforma CAPES. Após a análise dos títulos e resumos, 197 artigos foram descartados por falta de clareza, relevância ou por apresentarem acesso indisponível. Restaram, então, 55 artigos para uma análise mais aprofundada, onde 13 registros adicionais foram excluídos por não contribuírem para o objetivo do estudo ou por métodos de investigação insuficientes. A Figura 1 ilustra o processo de identificação e seleção dos estudos, conforme o fluxograma PRISMA.

Figura 1 - Pesquisa bibliográfica a partir do PRISMA - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses



Fonte: Os Autores

Ao final dessa triagem, 42 artigos foram considerados integralmente elegíveis para a síntese qualitativa. Além desses, foram incluídos 5 artigos adicionais que, embora não fizessem parte da lista inicial, atenderam aos critérios de relevância. Por fim, 21 artigos foram incluídos na síntese qualitativa, juntamente com os 5 adicionais, totalizando 26 artigos utilizados no estudo. A partir dessa base, foi desenvolvido um processo de melhoria para a medição de contratos parciais utilizando *Smart Contracts* e BIM.

2.3 Metodologia

O estudo de caso analisou o processo de medição atual de serviços de empreiteiros subcontratados, através da realização de uma entrevista com a Coordenadora de Planejamento Financeiro da empresa em estudo. Essa entrevista forneceu percepções fundamentais sobre os desafios práticos e operacionais enfrentados no processo de medição. Com base nas informações obtidas, foi escolhida a metodologia *Business Process Management* (BPM). Segundo Dumas *et al.* (2013), em *Fundamentals of Business Process Management*, trata-se da arte e ciência de supervisionar como o trabalho é realizado em uma organização, garantindo resultados consistentes e aproveitando oportunidades de melhorias. De forma complementar, tem-se a definição fornecida no site online BPMN.ORG, onde *Business Process Management* é descrito como um modelo padrão que fornece às empresas a capacidade de entender seus procedimentos internos de negócios em uma notação gráfica, permitindo que as organizações comuniquem esses procedimentos de maneira padronizada.

Na abordagem BPM, duas etapas são de extrema importância: a representação do estado atual e do estado futuro dos processos de negócio. Segundo Dumas *et al.* (2013), o ciclo de vida BPM possui algumas etapas: Identificação do processo, Processo de descoberta, Análise do processo, redesenho do processo, Implementação do processo, Monitoramento e controle do processo. O objetivo deste artigo é utilizar essa metodologia e percorrer todas as fases do BPM, com exceção das duas últimas, visto que o processo redesenhado não foi efetivamente implementado.

Na primeira parte deste estudo, seguindo a metodologia BPM, o processo foi mapeado e representado em um fluxograma denominado "AS-IS", para identificar e delimitar suas etapas. Na segunda parte, o processo atual foi analisado com base nas oportunidades de melhorias apontadas pela empresa. Na terceira parte, foi idealizado e sugerido um novo processo, no qual as soluções encontradas na literatura, envolvendo *Smart Contracts* e tecnologia BIM, foram implementadas, resultando em um novo fluxograma, denominado "TO-BE". Na quarta e última etapa, integrada à apresentação do fluxograma "TO-BE", são discutidas as dificuldades de implementação do novo processo e propostas soluções para superá-las.

3 Revisão da literatura

3.1 Medições e Pagamentos progressivos

Em projetos de construção, o empregador faz pagamentos periódicos ao empreiteiro pelo trabalho executado, para que o empreiteiro possa financiar os recursos necessários para concluir o projeto (SONMEZ *et al.*, 2022). A ação de medir o contrato para realizar estes pagamentos é comumente conhecida como medição e é através desta ação que os

pagamentos progressivos são aprovados e executados. Fonseca (2014), define também, medições na construção, como um modo de definir e quantificar de forma objetiva os trabalhos previstos ou executados em uma obra. A medição contratual desempenha um papel importante na execução de uma obra, pois ao registrar com precisão as quantidades de serviços executados, os gestores de projeto podem tomar decisões informadas quanto ao orçamento, programação e alocação de recursos, além de alimentar o fluxo de caixa das empresas contratadas (YANG *et al.*, 2020).

3.2 *Building Information Modelling (BIM)*

Por vezes a metodologia BIM (*Building Information Modelling*) pode ser confundida com um software para modelagem 3D, porém numa melhor definição, BIM é uma ferramenta tecnológica que auxilia a gestão de informações. (LI, 2021). Succar (2015) define BIM como "um conjunto de políticas, processos e tecnologias interativos que geram uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do projeto do edifício em formato digital ao longo do ciclo de vida do edifício".

3.3 *Blockchain*

Segundo Ghazi *et al.* (2022), *blockchain* pode ser definido como um livro-razão público distribuído que registra todos os dados de transações compartilhados entre as partes dentro do sistema. Na contabilidade, o Livro Razão é um registro de escrituração que tem a finalidade de coletar dados cronológicos de todas as transações. Com a tecnologia *blockchain*, o livro-razão registra cada sequência de transações do início ao fim, resultando em registros certos, verificáveis e irreversíveis de todas as transações já realizadas (CROSBY, *et al* 2016).

O funcionamento do *Blockchain* é mais bem explicado por Lucena (2016), afirmando que a tecnologia é fundamentada nos seguintes princípios: funções de mão única (normalmente funções *hash*), registro do tempo da criação ou modificação do arquivo (*timestamp*), assinatura digital do autor da alteração do arquivo, rede descentralizada *peer-to-peer* e mecanismo de geração de um novo bloco do *blockchain*.

- Funções de mão única ou Função *Hash*: As funções criptográficas de mão única, conhecidas como *Hash*, são aquelas que permitem a operação em um sentido, mas é completamente inviável realizar no sentido oposto, além disso apresentam saídas únicas, dado uma entrada.
- *Timestamp*: A finalidade do registro de tempo da transação é armazenar o momento em que ocorreu qualquer alteração no *blockchain* e prevenir possíveis fraudes temporais.
- Assinatura digital: Segundo Rocha (2019), chave privada é uma senha de acesso, que apenas o proprietário pode usar, servindo como autenticador para utilizar os fundos registrados. Já a chave pública pode ser visualizada pelas outras partes integrantes da rede. A chave pública é gerada a partir da privada, sendo utilizada como destino final para transações.
- Rede descentralizada (*peer-to-peer*): cria a possibilidade de que todas as alterações ou acréscimos no mesmo possam ser avaliadas quanto a sua validade pela maioria dos *peers*, impossibilitando a alteração dos dados e consolidação de informações incorretas. Visto, que ainda que seja possível esta alteração seria facilmente verificável por outros *peers* da rede.

- Processo de geração de novos blocos: Toda vez que uma função *hash* é resolvida por minerador acrescentando um novo bloco a rede *blockchain*, um valor em criptomoeda é dado usuário que o adicionou (LUCENA, 2016).

3.4 *Smart Contracts*

Segundo um dos pioneiros na ideia *Smart Contracts*, Nick Szabo, em *The Idea of Smart Contracts*, a tecnologia é um protocolo de transação informatizado que busca replicar contratos juridicamente vinculativos por meio de um código executado na rede pública *blockchain*. Em outras palavras, cláusulas e instruções podem ser programadas e inseridas na rede *blockchain*. O processo envolve a concordância inicial das partes quanto aos termos de um contrato específico. Isso significa que os parâmetros do projeto são discutidos e acordados entre todas as partes envolvidas. Posteriormente, esses termos acordados são codificados automaticamente para definir os parâmetros do projeto em uma linguagem de programação sólida. Existem diferentes graus de descentralização para sistemas que utilizam a tecnologia *blockchain*, e não é necessário - e, na maioria dos casos, não é útil - armazenar tudo na *blockchain* ou ter todos os processos executados como contratos inteligentes. Portanto, um bom equilíbrio entre componentes centralizados e descentralizados deve ser encontrado ao desenvolver contratos inteligentes e os aplicativos *blockchain* "híbridos" resultantes (YANG *et al.*, 2020,).

Os estudos sobre *blockchain* e *smart contracts* permeiam várias áreas atualmente. Exemplos rotineiros podem ser encontrados no mercado financeiro, energia, gestão governamental, medicina ou na construção civil, área abordada por este estudo. No mercado financeiro, Song et al (2022) estuda métodos de melhoria de confiança e segurança por meio do uso de *Smart Contracts* em *Fintechs*. A ausência de um mediador para as transações bancárias traz significativas melhorias ao processo. Há inovações no comércio de energia P2P descritas por Khan e Byun (2021), onde usuários que possuem eletricidade excedente podem vendê-la para as estações de carregamento por meio de contratos inteligentes, ou comercializá-la em micro redes, como sugere Condon (2023). Também é possível encontrar aplicações na gestão governamental, onde a tecnologia é utilizada para a auditabilidade do processo de votação (VERMA, 2021). Bhadra et al(2021) apresenta aplicações de *smart contracts* e *blockchain* em *frameworks* para a agricultura, onde são empregados para gerenciar a cadeia de suprimentos. Grandes inovações vêm sendo propostas por inúmeros autores para a construção civil e engenharia. Gerenciamento de contratos, gestão de suprimentos, gestão de dados e segurança da informação são temas recorrentes. No estudo de Raj (2022), é possível analisar a aplicação de *smart contracts* na cadeia de suprimentos da construção. Neste estudo, o *smart contract* proposto beneficia o fornecedor ao reduzir o risco de não pagamento e favorece o comprador com a entrega pontual e rastreamento do produto. Existem outros estudos que utilizam os *smart contracts* e BIM para automatizar o processo de medição e pagamentos em obras, como os abordados por Sigalov et al (2021), Sonmez et al (2022) e Li e Kassem (2021), estando esses fortemente relacionados com a linha de pesquisa abordada neste artigo. Hamlendari e Fischer (2021) vão além; ao utilizar *Smart Contracts* e tecnologia BIM, integrados a veículos aéreos e terrestres não tripulados, para realizar o levantamento autônomo dos serviços a serem medidos e pagos. O artigo apresenta uma solução automatizada para a gestão de pagamentos, combinando contratos inteligentes baseados em *blockchain* com tecnologias robóticas de captura de realidade. O progresso da construção é capturado, analisado e

documentado por meio de sensoriamento, inteligência artificial e modelagem de informação da construção (BIM) em sua versão "*as-built*". O monitoramento, análise e registro do avanço da obra são feitos usando técnicas de sensoriamento, aprendizado de máquina e BIM *as-built*. As informações sobre o andamento da obra são armazenadas de forma distribuída em sistemas de compartilhamento de arquivos. Esses dados são então encaminhados para um contrato inteligente, que administra tanto os pagamentos quanto a transferência de direitos de garantia, utilizando criptomoedas e *tokens* não fungíveis (NFTs). Esse método foi aplicado com sucesso em dois projetos comerciais nos Estados Unidos e no Canadá, envolvendo sete subcontratados. O monitoramento do progresso foi realizado por drones com câmeras e veículos terrestres não tripulados (UGVs) equipados com escâners a laser. A abordagem se mostrou eficaz ao eliminar intermediários nos sistemas tradicionais de pagamento, resultando em uma gestão financeira mais precisa e eficiente.

4 Resultados e discussões

4.1 Concepção do fluxograma

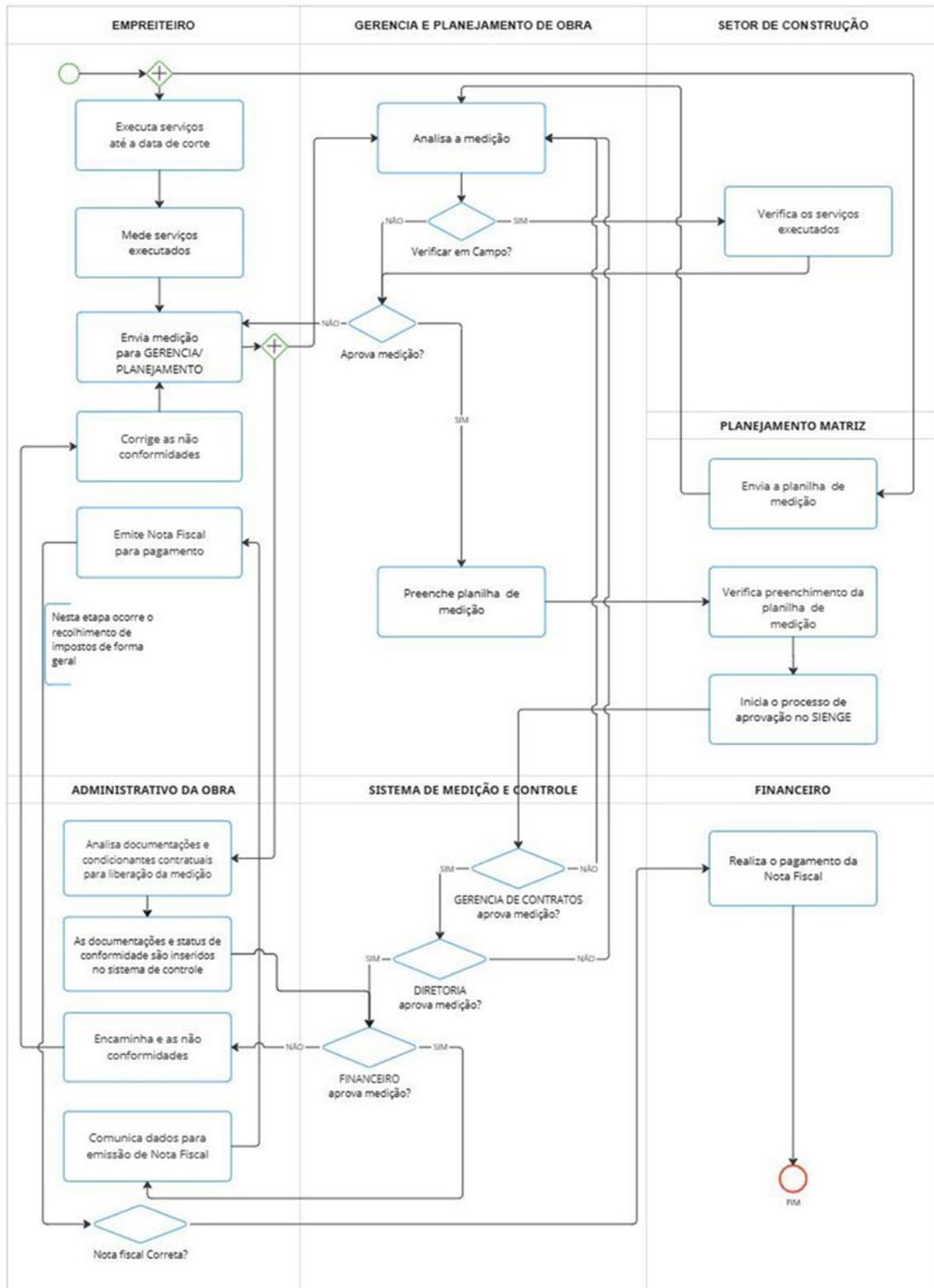
O processo de medição inicia-se após o empreiteiro executar os serviços, até uma data de corte, prevista em contrato, quando então mede a quantidade dos serviços realizados nos últimos trinta dias. Essa medição é enviada para a Gerência ou Planejamento de Obra. Em seguida, o setor de Planejamento Financeiro, Planejamento Matriz, da empresa encaminha uma planilha, denominada "Planilha de Medição" para que a Gerência ou o Planejamento de Obra a preencha com os dados das medições. Após receber a medição, a Gerência ou Planejamento de Obra analisa os dados enviados pelo empreiteiro e, se necessário, realiza uma verificação em campo.

Simultaneamente, o Administrativo de Obra revisa as documentações e as condicionantes contratuais para liberar a medição, inserindo essas informações no Sistema de Controle, denominado Plataforma REGRHAN, para que o setor Financeiro possa analisar. Se a medição estiver correta, a Gerência/Planejamento de Obra aprova e reenvia a planilha preenchida ao Planejamento Financeiro, caso contrário, a medição é devolvida ao empreiteiro para que seja feita as correções pertinentes.

O Planejamento Financeiro revisa a planilha e inicia o processo de aprovação no sistema de medição (SIENGE), onde o fluxo de aprovações segue pelas alçadas. Primeiramente, a Gerência de Contratos (primeira alçada) analisa e aprova a medição, encaminhando-a para a Diretoria caso esteja correta. Caso contrário, ela é devolvida para ajustes. A Diretoria (segunda alçada) analisa a medição, e, se aprovada, a envia para o Financeiro. Caso contrário, retorna para correção.

O setor Financeiro (terceira alçada) faz sua verificação e, se aprovada, comunica ao Administrativo de Obra para que solicite ao empreiteiro a emissão da Nota Fiscal. A Nota Fiscal é então emitida e, se estiver correta, o Financeiro Matriz realiza o pagamento. Caso haja problemas, o processo retorna para ajustes. O fluxo se finaliza com o pagamento da Nota Fiscal, realizado pelo Setor Financeiro. Na Figura 2, há uma representação do Fluxograma do Estado atual elucidado anteriormente.

Figura 2 - Fluxograma (AS-IS) do processo de medição feito em BPMN 2.0



Fonte: Os Autores

4.1.1 Principais oportunidades de melhoria no estado atual

As principais oportunidades de melhorias apontadas nesta seção foram identificadas a partir da análise da entrevista realizada com a empresa em estudo, bem como a avaliação

detalhada do fluxograma BPM do estado atual do processo de medição. A seguir, apresentam-se as principais questões e pontos discutidos:

a. Despadronização dos Contratos

A ausência de padronização nos contratos firmados em cada obra, ou até dentro de uma mesma obra, dificulta o processo de análise e submissão das medições no sistema, gerando uma desconexão entre a visão de campo e a dos gestores que analisam as medições. Além disso, o distanciamento das alçadas externas à obra dificulta a compreensão das peculiaridades de cada contrato ou da realidade em campo, agravando o problema da despadroneização.

b. Inconsistências nas Notas Fiscais e Pagamentos

Foram apontadas inconsistências no processo de emissão de notas fiscais, uma vez que o pagamento só é efetuado se todos os documentos forem enviados ao departamento financeiro, gerando um risco adicional caso algo seja esquecido. Adicionalmente, as alíquotas de impostos variam conforme o estado, e certos benefícios fiscais específicos tornam o processo de auditoria mais complexo, exigindo consultas frequentes à contabilidade. No entanto, isso está diretamente relacionado à complexidade do sistema tributário brasileiro.

c. Atrasos e Protesto de Notas

Quando uma nota fiscal de um empreiteiro ou fornecedor não é paga e resulta em um protesto contra a empresa, o departamento financeiro é o primeiro a ser informado. Esse departamento, então, notifica a Coordenadoria de Planejamento Financeiro para investigar as causas do problema. Embora esses incidentes sejam incomuns, eles geralmente estão relacionados a questões de materiais, que são geridos pelo setor de suprimentos.

d. Falta de Automação e Integração das Planilhas com o Sistema de Medição

Anteriormente, as obras tinham autonomia para ajustar as planilhas de medição, o que gerava inconsistências. Atualmente, as planilhas são centralizadas para garantir a integridade dos dados. No entanto, todas as planilhas de cada obra são editadas e revisadas manualmente em diferentes momentos do processo de medição. Além disso, essas planilhas não apresentam compatibilidade com o sistema de medição, Sienge, obrigando os envolvidos a transcrever os dados para essa plataforma, para, finalmente, iniciar o processo de medição nas alçadas.

e. Limitação de Pagamentos para Controle de Produção

Foi mencionada uma estratégia de limitar o valor pago aos empreiteiros para garantir que a produção continue em ritmo constante, evitando que um pagamento elevado desestime a continuidade do trabalho. Essa estratégia é realizada, na maioria das vezes, de forma manual, com análise caso a caso, gerando lentidão e desgaste para os envolvidos.

f. Problemas com Saldo de Contratos e Aditivos

É comum que o saldo do contrato já esteja esgotado no momento da medição, um problema que decorre de falhas no processo de aditivos ou na gestão contratual. A falta de comunicação entre os setores de obra e o administrativo agrava essa situação. A

necessidade de realizar aditivos só é percebida no momento da medição, causando atritos entre a gerência da obra, o administrativo e o planejamento da matriz.

g. Resistência à Automação e Flexibilidade no Campo

Embora a automação dos processos seja considerada benéfica para o escritório, no campo a situação é diferente. As constantes mudanças nos escopos dos contratos e os ajustes necessários dificultam a aplicação eficaz de sistemas automatizados. Contratos de verba fechada, com ajustes frequentes, enfrentam mais dificuldades, enquanto contratos de preço unitário, com escopos fixos, se beneficiariam mais da automação.

h. Problemas de Comunicação e Controle no Campo

A ausência de pessoal adequado no campo, como apropriadores e controladores de máquinas, impede o acompanhamento preciso dos serviços executados. Isso resulta em medições inconsistentes e dificuldades na apropriação de custos. A falta de controle também está associada à escassez de mão de obra qualificada, o que leva a ajustes e aumentos de valores fora do planejado, além da falta de transparência nos valores medidos.

4.2 Estado futuro do processo de medição

4.2.1 Melhorias propostas

O primeiro item sugerido para ser adicionado ao processo é a medição realizada por meio de um *plugin* BIM. Plugins são pedaços de software que estendem as capacidades e funcionalidades de um software já existente (SELA, 2019). No caso, o plugin BIM (*Building Information Modeling*) permite a seleção dos itens medidos para a emissão de um relatório de medição, automatizando e padronizando esse processo. Essa tecnologia foi implementada por Sonmez *et al.* (2022), que desenvolveram um plugin chamado BIMSMTPAY. Este *plugin* facilita a seleção e visualização dos elementos de construção concluídos durante um período de pagamento, automatiza o cálculo das quantidades de acordo com o procedimento acordado e integra os dados de progresso reais ao contrato inteligente.

Outra tecnologia adotada é a API (*Application Programming Interface*, ou Interface de Programação de Aplicação). Segundo Kornienko *et al.* (2022), uma API é um conjunto de métodos e regras que permite que os aplicativos troquem mensagens e transfiram dados. Em geral, as APIs consistem em classes, funções e estruturas de um programa que interagem com outros programas. Nesse contexto, a API facilita a integração entre sistemas, possibilitando a troca automática de dados sem a necessidade de intervenção manual. Por sua vez, a API RESTful é uma API que utiliza um servidor REST, atendendo a todos os requisitos dessa arquitetura. REST é uma interface simples para a transferência de informações, que não faz uso de camadas de software de terceiros. Isso significa que, ao enviar dados, não há etapa de conversão; as informações são entregues em sua forma original, o que resulta em um efeito benéfico na carga do cliente, mas pode adicionar uma sobrecarga na parte da rede (KORNIEKO, 2022).

A união dessas duas tecnologias evita o envio e a correção manual de planilhas de medição para a obra (Oportunidade de Melhoria 5), além de solucionar as inconsistências nas notas fiscais e pagamentos (Oportunidade de Melhoria 4) e os problemas de comunicação e controle no campo (Oportunidade de Melhoria 9). Para resolver o problema apontado pela Coordenadora de Planejamento Matriz quanto à limitação de pagamentos

para o controle de produção (Oportunidade de Melhoria 6), foi sugerida a implementação de acordos de nível de serviço, mais conhecidos como Service Level Agreements (SLAs).

De acordo com Tan *et al.* (2021), os Acordos de Nível de Serviço (SLA) definem o comportamento e a qualidade das propriedades de um serviço, estabelecendo parâmetros que garantem a Qualidade de Serviço (QoS, do inglês *Quality of Service*). A QoS refere-se ao conjunto de requisitos relacionados ao desempenho e à eficiência de um serviço, como tempo de resposta, disponibilidade, uso de recursos, entre outros. Segundo Unger, Mietzner e Leymann (2009), SLAs podem ser personalizados para descrever os requisitos específicos de QoS de acordo com as necessidades comerciais individuais dos clientes, facilitando a terceirização. Esses acordos garantem que o serviço atenda a padrões de desempenho previamente acordados entre o provedor e o cliente. Diante disso, é possível aplicar bônus ou penalidades conforme o cumprimento das metas contratuais. Essa abordagem permite manter os terceirizados orientados por metas claras e contratuais, o que contribui para a redução da evasão após o pagamento de grandes valores referentes à medição dos serviços.

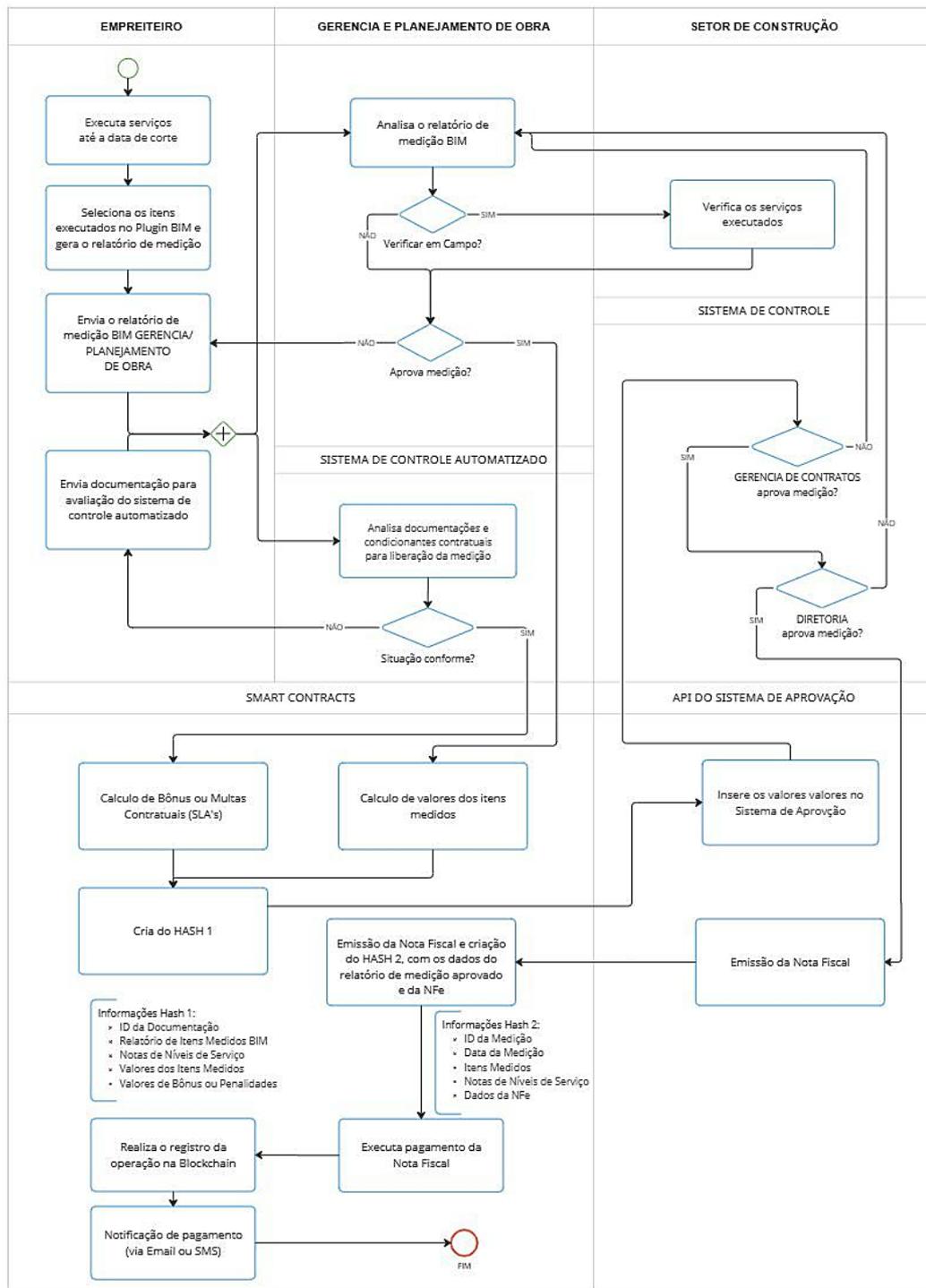
A implementação do *Smart Contract* também traz soluções para questões como atrasos de pagamentos e problemas com o saldo de contratos e aditivos (Oportunidades de Melhorias 4 e 7). Com os contratos inteligentes, os saldos podem ser reservados previamente, bloqueando seu uso para pagamentos de serviços não programados. Além disso, eles contribuem para a regularidade dos pagamentos, combatendo os atrasos. A seguir, será descrito o Fluxograma “TO-BE” BPM (*Business Process Management*), que detalha como essas tecnologias e soluções serão implementadas no processo.

4.2.2 Concepção do fluxograma “TO-BE”

O processo se inicia quando o empreiteiro executando os serviços até a data de corte, estabelecida em contrato. Após isso, o empreiteiro seleciona os itens realizados no *Plugin* BIM e gerando um relatório de medição, o qual é enviado para a Gerência ou Planejamento de Obra. A Gerência ou Planejamento de Obra analisa o relatório de medição BIM e caso necessário, é realizada uma verificação em campo para confirmar os serviços executados. Caso a verificação seja satisfatória, a medição é aprovada; caso contrário, o processo retorna ao empreiteiro para ajustes. Paralelamente, as documentações referentes à medição são enviadas para o Sistema de Controle Automatizado. A documentação é analisada automaticamente pelo software, afim de verificar o cumprimento das condicionantes contratuais necessárias para a liberação da medição. Se as documentações estiverem em conformidade, o processo prossegue; caso contrário, são devolvidas para correção.

Após a aprovação pela Gerência ou Planejamento de Obra, o processo segue para a etapa de *Smart Contracts*, onde são realizados o cálculo dos valores dos itens medidos e, em paralelo, são calculados eventuais bônus ou multas contratuais com base nos SLA's, gerando o *hash 1*. O *hash 1* é gerado com base nas informações detalhadas, como o ID da documentação, o relatório dos itens medidos no BIM, as notas dos níveis de serviço (SLA's) associadas à medição e os valores dos itens medidos, além dos valores de bônus ou penalidades resultantes da análise contratual.

Figura 3 - Fluxograma (TO-BE) do processo de medição feito em BPMN 2.0



Fonte: Os Autores

Para integrar os cálculos realizados no *Smart Contract* com o Sistema de Aprovação, utiliza-se uma API. O *Smart Contract* emite um evento com os resultados dos cálculos, como o valor medido e eventuais multas ou bônus. Esse evento é capturado por um servidor intermediário, que monitora a *blockchain* utilizando uma biblioteca como Web3.js ou Ethers.js. O servidor intermediário processa os dados e realiza uma chamada à API RESTful do Sistema de Aprovação, enviando os resultados dos cálculos. Dessa forma, os valores dos

itens medidos, os bônus e as multas são integrados ao Sistema de Aprovação, que os processa conforme a lógica interna de aprovação. A API do Sistema de Aprovação insere esses dados no Sistema de Aprovação, que segue o fluxo de aprovações internas. A Gerência de Contratos revisa e aprova a medição. Se não for aprovada, o relatório retorna para ajustes. Se a Gerência de Contratos aprovar, o processo segue para a Diretoria, que realiza uma última verificação. Se aprovada pela Diretoria, o processo avança; caso contrário, retorna para ajustes.

Após a aprovação final pela Diretoria, a Nota Fiscal é emitida e seus dados são inseridos novamente na *blockchain* por meio de um *hash* 2, é gerado com base nas informações detalhadas, como o ID da medição, data da medição, itens medidos, notas dos níveis de serviço (SLA's) e dados da Nota Fiscal Eletrônica (NFe). O *Smart Contract*, então, executa o pagamento da Nota Fiscal, realiza o registro da operação na *blockchain* e envia uma notificação de pagamento, via e-mail ou SMS, para as partes envolvidas, finalizando o processo.

5 Considerações Finais

Este estudo buscou responder à pergunta: "Os *Smart Contracts* associados à tecnologia BIM podem contribuir na otimização de medições contratuais de obras civis?". A análise realizada, a partir dos fluxogramas "AS-IS" e "TO-BE", confirmou que a combinação dessas tecnologias traz melhorias significativas em termos de eficiência, segurança e controle.

No estado atual (AS-IS), observou-se que o processo de medições é prejudicado por falhas, como a dependência de controles manuais, a falta de integração entre planilhas e sistemas, e a suscetibilidade a erros humanos. Esses problemas resultam em atrasos, retrabalho e dificuldades na gestão financeira da obra.

Com a implementação proposta (TO-BE), a adoção de um *plugin* BIM para automatizar as medições e a integração com APIs eliminam a necessidade de transcrições manuais e revisões frequentes. Isso melhora a precisão das medições e a fluidez do processo de aprovação. Além disso, os *Smart Contracts*, ao automatizarem a execução das condições contratuais, garantem pagamentos seguros e rastreáveis com base no progresso da obra.

A utilização dos *Smart Contracts* não só automatiza a verificação de medições, como também introduz controles rigorosos sobre o saldo contratual, eliminando a necessidade de ajustes manuais no final do processo. A implementação de SLAs (*Service Level Agreement*, ou Acordo de Nível de Serviço) nos contratos garante a avaliação automática de bônus e penalidades, incentivando o cumprimento dos prazos e a qualidade dos serviços executados.

Portanto, o estudo conclui que a integração de *Smart Contracts* e BIM é altamente eficaz para a otimização das medições parciais. A redução de erros, o aumento da eficiência no fluxo de aprovação e a maior segurança nas transações são claros benefícios dessa abordagem. Embora desafios como a resistência à automação e a necessidade de padronização contratual ainda precisem ser enfrentados, os ganhos demonstram o potencial de transformação dos processos tradicionais.

Futuras pesquisas poderão expandir essa análise, validando a interação entre *plugins*, APIs, sistemas de controle e *Smart Contracts*. Além disso, desenvolver Indicadores-Chave de

Desempenho (KPIs) para mensurar os reais benefícios dessas automatizações no processo de medição parcial, permitindo uma avaliação quantitativa dos ganhos em eficiência e precisão.

Referências

- ABDULLA, Juhar *et al.* **An architecture and performance evaluation of *blockchain*-based peer-to-peer energy trading.** *IEEE Transactions on Smart Grid*, v. 12, n. 4, p. 3364-3377, jul. 2021.
- BHADRA, Oindrila; SAHOO, Swagatika; HALDER, Raju; KUMAR, Chandra Mohan. **AgroBLF: *blockchain*-based framework for smart agriculture.** *Innovations in Systems and Software Engineering*, 2022.
- CONDON, F.; Franco, P.; Martinez, J. M.; Eltamaly, A. M.; Kim, Y.-C.; Ahmed, M. A. **EnergyAuction: IoT-Blockchain Architecture for Local Peer-to-Peer Energy Trading in a Microgrid.** *Sustainability*, 2023.
- CROSBY, M.; PATTANAYAK, P.; VERMA, S.; KALYANAMARAN, V. **Blockchain technology: Beyond bitcoin.** *Applied Innovation Review*, n. 2, p. 6–19, 2016.
- DUMAS, Marlon; LA ROSA, Marcello; MENDLING, Jan; REIJERS, Hajo A. **Fundamentals of Business Process Management.** Berlin: Springer, 2013.
- FONSECA, M. Santos. **Curso sobre regras de medição na construção.** 6. ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2014.
- GHAZI, Alaam; ALISAWI, Muthana; MOHAMMED WAHAB, Yousif; AL-DAWOODI, Aras; SABER ABDULLAH, Sirwan; HAMMOOD, Layth; YASEEN NAWAF, Asmaa. **A Systematic Literature Review of Blockchain Technology.** *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, [S. l.], v. 16, n. 10, p. pp. 97–108, 2022.
- HAMLEDARI, H.; FISCHER, M. **Construction payment automation using *blockchain*-enabled smart contracts and robotic reality capture technologies.** *Automation in Construction*, v. 132, p. 103926, 2021.
- KHAN, Prince Waqas; BYUN, Yung-Cheol. **Blockchain-based peer-to-peer energy trading and charging payment system for electric vehicles.** *Sustainability*, v. 13, n. 7962, 2021.
- KORNIEKO, D. V.; MISHINA, S. V.; SHCHERBATYKH, S. V. **Principles of securing RESTful API web services developed with python frameworks.** *Nome do Periódico*, v. X, n. Y, p. Z, 2022. DOI: 10.1088/1742-6596/2091/1/012065.
- LUCENA, A. U.; HENRIQUES, M.A. Amaral. **Estudo de arquiteturas dos *blockchains* de Bitcoin e Ethereum.** In: IX Encontro de alunos e docentes do DCA/FEEC/UNICAMP (EADCA) Campinas: 2016.
- LI, Jennifer; KASSEM, Mohamad. **Applications of distributed ledger technology (DLT) and Blockchain-enabled smart contracts in construction.** *Automation in Construction*, v. 132, 2021.
- YANG, Rebecca *et al.* **Public and private *blockchain* in construction business process and information integration.** *Automation in Construction*, v. 118, p. 103276, 2020.

- PETRONI, M. **Blockchain in Manufacturing: A Game Changer for Industrial Processes.** *Journal of Innovation in Manufacturing*, 45(3), 223-239, 2022.
- RAJ, V. **Procurement, traceability and advance cash credit payment transactions in supply chain using blockchain smart contracts.** *Journal of Construction Management*, 26, 2022.
- ROCHA, Kelven Klein; FERRARI, Jordano; LANGE, Rodrigo. **Diferenças entre Bitcoin, Ethereum e Iota: Um estudo de caso.** In: 8ª MOEPEX. 2019.
- SACOMANO, J. B.; SÁTYRO, W. A. **Indústria 4.0: Tecnologias emergentes e o futuro da produção industrial.** São Paulo: Blucher, 2018.
- SELA, Lina; SALOMONS, Elad; HOUSH, Mashor. **Plugin prototyping for the EPANET software.** *Environmental modelling & software*, v. 119, p. 49-56, 2019.
- SIGALOV, K. *et al.* **Automated payment and contract management in the construction industry by integrating building information modeling and blockchain-based smart contracts.** *Applied Sciences*, v. 11, n. 7653, 2021.
- SONG, Ying; SUN, Chaohao; PENG, Yun; ZENG, Yue; SUN, Baolin. **Research on Multidimensional Trust Evaluation Mechanism of FinTech Based on Blockchain.** *IEEE Access*, v. 10, p. 57025-57036, 2022.
- SONMEZ, R.; AHMADISHEYKHSARMAST, S.; GÜNGÖR, A. A. **BIM integrated smart contract for construction project progress payment administration.** *Automation in Construction*, v. 139, p. 104294, 2022.
- SZABO, N. **The idea of smart contracts.** Nick Szabo's Papers and Concise Tutorials, 1997. Disponível em: <https://www.fon.hum.uva.nl>. Acesso em: [06/06/2024].
- TAN, W. *et al.* **A novel service level agreement model using blockchain and smart contract for cloud manufacturing in industry 4.0.** *Enterprise Information Systems*, v. 16, n. 12, 2021.
- VERMA, Sanjeev; SHEEL, Ashutosh. **Blockchain for government organizations: past, present and future.** *Journal of Global Operations and Strategic Sourcing*, v. 15, n. 3, p. 406-430, 2022.



Gestão & Gerenciamento

USO DA ANÁLISE DE RISCO EM AÇÃO CORRETIVA EM UM FPSO – UM ESTUDO DE CASO

*THE USE OF RISK ASSESSMENT IN CORRECTIVE MAINTENANCE AT AN
FPSO – A CASE STUDY*

Aymê Fernandes de Assis

Pós-graduanda em Gestão e Gerenciamento de Projetos (2024); Engenheira de Materiais (2020) e Engenheira Metalúrgica (2020). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil;

aymeassis@yahoo.com.br

Marcio Herve

M Sc. Gestão ambiental UFRJ (2020), Engenheiro Elétricista UFRGS (1975);

marcio_herve@yahoo.com.br

Resumo

A indústria de Óleo e Gás brasileira se destaca por sua robustez em atender à matriz energética global, com previsão de suprir 4% da demanda mundial até 2030 (ENERGY, 2023). A exploração de petróleo em campos do pré-sal, localizados em grandes profundidades no mar (offshore), é realizada principalmente através de plataformas FPSO (ANP, 2024). Este artigo analisa um caso real de manutenção corretiva em um FPSO, fundamentado na análise de riscos e aplicação de conceitos de gestão de projetos. O principal desafio encontrado foi a restrição tripla: tempo reduzido, necessidade de garantia de qualidade e de escopo, o que acabou resultando em um aumento de custos. A solução encontrada envolveu um cronograma pouco convencional fruto da engenhosidade da equipe técnica, gerenciamento de riscos e flexibilidade orçamentária. O estudo de caso apresenta dois vieses da gestão de riscos ao detalhar a estratégia desde a identificação dos perigos e riscos tecnológicos na condição do equipamento degradado até o gerenciamento de riscos do projeto de manutenção corretiva.

Palavras-chaves: Gerenciamento de Risco; Integridade; Manutenção Corretiva; FPSO;

Abstract

The Brazilian Oil and Gas industry stands out for its robust capacity to meet the global energy matrix, with an expected supply of 4% of the world demand by 2030 (ENERGY, Institute, 2023). The exploration of oil in the pre-salt fields, located in the deep offshore, is mainly accomplished by FPSO platforms (ANP, 2024). This article analyzes a real case of corrective maintenance on an FPSO, based on risk analysis and the application of project management concepts. The main challenge encountered was the triple constraint: reduced time, the need to ensure quality and scope, which resulted in increased costs. The solution involved an unconventional timeline result from the ingenuity of the technical team, a risk management, and budget flexibility. The case study presents two aspects of risk management by detailing the strategy from the identification of hazards and technological risks of the degraded equipment condition to the risk management of the corrective maintenance project.

Key-words: Risk Management; Integrity; Corrective Maintenance; FPSO;

1. Introdução

1.1. Indústria Óleo e Gás

1.1.1. Petróleo Brasileiro

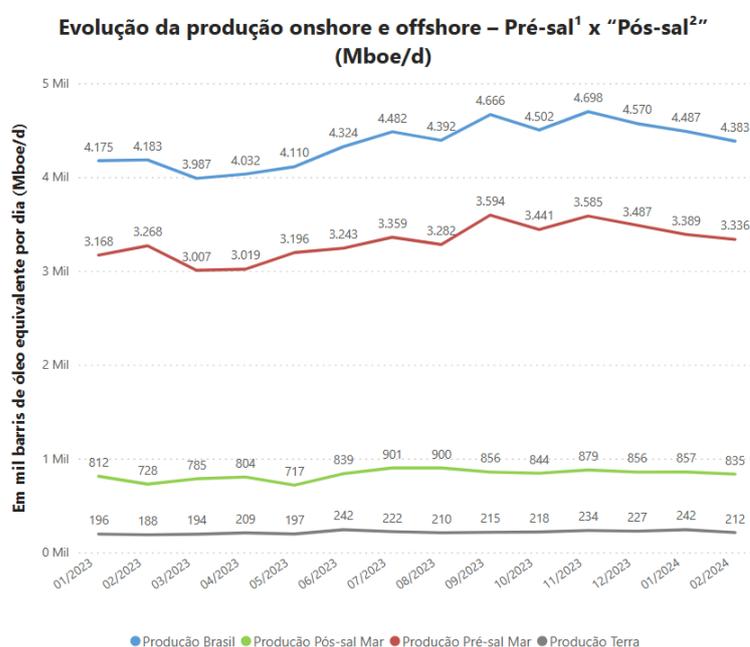
Nos três últimos anos, o Brasil tem mantido a posição de 9º no ranking mundial de países produtores de petróleo. Em 2022, produziu cerca de 3 milhões de barris de petróleo por dia, o que representou 3% da produção mundial (ENERGY, 2023). Segundo a Agência Internacional Energética, a expectativa é de que o país aumente a sua fatia de suprimento para 4% em 2030. A instituição destacou a robustez e a importância da indústria brasileira de óleo e gás para a matriz energética global ao declarar que “O mundo deveria estar grato ao Brasil por ser um fornecedor confiável” (FORBES, 2024).

O petróleo brasileiro é explorado tanto em terra (em inglês, *onshore*) quanto no mar (em inglês, *offshore*). A produção *offshore*, mais especificamente a da região do pré-sal, é a de maior relevância no país, equivalente a cerca de 20x do que se produz em terra, conforme mostra a Figura 1. Em 2023, o país bateu seu recorde alcançando a marca de 4,3 milhões de barris de óleo equivalente por dia (INFOMONEY, 2024). O termo “barril de óleo

equivalente” é uma unidade de medida padrão para produtos de hidrocarboneto, como petróleo e gás natural, de modo a permitir a avaliação e comparação entre eles.

O preço do petróleo flutua governado pela lei de oferta e demanda e é negociado à nível global, assim como outros produtos genericamente chamados “*commodities*”. Nos últimos doze meses, a média de preço do barril de petróleo foi US\$ 82,62, o que atualmente equivale em reais à cerca de R\$454,00 (BR.INVESTING, 2024). De modo a demonstrar a ordem de grandeza associada ao tempo de produção, sugere-se o seguinte exemplo: se uma plataforma produz em média 100 mil barris por dia, em apenas um dia ela terá gerado R\$ 45 milhões em receita. Neste sentido, pode-se afirmar que um dia de parada geral custa caro, principalmente considerando que há custos inerentes da instalação, com ou sem produção.

Figura 1– Relevância do Modelo Offshore na Produção Brasileira de Petróleo.



Fonte: (ANP, 2024)

1.1.2. Navio-plataforma FPSO

Dentre os tipos de unidades marítimas presentes na indústria de Óleo de Gás (O&G), destacam-se as embarcações do tipo *FPSO*, sigla que define seus principais atributos cuja tradução livre seria: de ser capaz de flutuar (*Floating*), de produzir (*Production*), de estocar (*Storage*) e de transferir (*Offloading*) o produto (PETROBRAS, 2024). *FPSO* é um navio-plataforma cuja capacidade de estoque dispensa a necessidade de oleodutos, além de ser útil para águas profundas e ultra profundas, como é o caso das reservas do Pré-sal. Outra vantagem deste tipo de plataforma é a flexibilidade de ser movido para outra localização após abandono do poço. (ALLAHYARZADEH-BIDGOLI, et al., 2018)

Por outro lado, operar e manter um *FPSO* exige driblar uma série de desafios inerentes do regime *offshore*, tais como:

- A raiz dos diversos desafios reside na impossibilidade de atracar em terra para realização de reparos, como é previsto em geral para embarcações transportadoras.

FPSOs são ancorados em um ponto fixo e apenas são desmobilizados para outro campo produtor ou para seu descomissionamento.

- Limitação de quantitativo de força de trabalho *in-loco* (chamado de *POB*, do inglês “*Persons on Board*”), tendo em vista a inviabilidade de traslado diário - como ocorre no regime de trabalho *onshore* - assim como o peso máximo e infraestrutura hoteleira estabelecidos no projeto das plataformas.
- Limitação de espaço, tanto para armazenamento quanto para movimentação, em função do modo otimizado com que a planta é construída e contida dentro do espaço restrito de um navio.
- Logística de suprimento demorada, tanto em função da distância, uma vez que um *FPSO* pode estar 200 ou 300km afastado da costa, quanto do modelo de transporte, porque grande parte do material é transportado via barco, cujo tempo de travessia é maior comparado ao modelo aéreo. Helicópteros possuem menor capacidade de carga além de não ser permitido transportarem produtos químicos e/ou inflamáveis, por exemplo.

1.2. Trade-off dos cálculos de Engenharia

A engenharia pode ser definida como a área de atuação profissional que soluciona questões de interesse para a sociedade através da aplicação de conhecimento científico, técnico e de viabilidade econômica. Um projeto de engenharia é concebido pautado em equações e leis que regem os fenômenos físicos atuantes.

De maneira geral, a precisão de um cálculo está diretamente relacionada com a complexidade para realizá-lo. Quanto maior a complexidade dos cálculos de engenharia, maior tenderá a ser quantidade de dados de entrada (*inputs* ou variáveis), o custo com recursos, como softwares de simulação de engenharia e serviço de especialistas, e tempo despendido, por exemplo para obter os dados, modelar em 3D, programar algoritmos e realizar cálculos iterativos.

As conhecidas “boas práticas” de engenharia são alternativas para driblar a necessidade de cálculos complexos (e suas desvantagens) e ainda assim entregando resultados aceitáveis. Como exemplo, algumas normas da indústria definem fatores de segurança para suas fórmulas de modo a compensar pela incerteza associada a versão simplificada de suas fórmulas.

Portanto, para garantir a eficiência do uso dos recursos e principalmente a exequibilidade e segurança do projeto, é essencial que os ganhos e consequentes renúncias deste *trade-off* sejam devidamente avaliados.

1.3. Gerenciamento de Risco

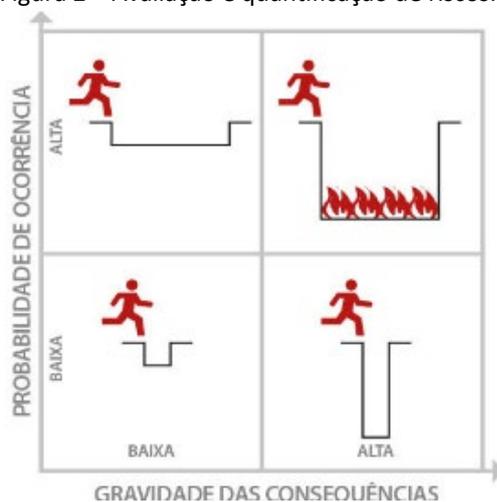
1.3.1. Gerenciamento de Riscos de Projetos

Em gestão de projetos, os riscos são eventos incertos que podem impactar um projeto, podendo possuir efeito positivo ou negativo. A quantificação de riscos se baseia na definição de probabilidade de ocorrência e severidade de impacto no projeto para cada possível evento mapeado, permitindo a realização de avaliação qualitativa ou quantitativa (PMI, 2017).

A Figura 2 exemplifica quatro possíveis cenários de um mesmo evento de risco negativo: a queda de uma pessoa ao pular um buraco. Na referida figura, a severidade da consequência está associada à profundidade do buraco (quanto maior a profundidade, maior a gravidade do ferimento) enquanto a probabilidade de ocorrência está associada ao comprimento do buraco (quanto maior o comprimento, maior a chance de a pessoa cair no buraco). (VARGAS, 2018)

A avaliação de riscos permite a priorização das ações e recursos no plano de resposta ao risco. Importante notar que além dos riscos com efeito negativo, também há os de efeito positivo como por exemplo: encontrar o produto que buscava em promoção. (VARGAS, 2018) Nesse exemplo, em períodos típicos de saldão no comércio, a probabilidade de o produto estar com desconto é maior enquanto em períodos festivos como Natal, a probabilidade é menor. A gravidade do evento está associada ao desconto do produto (quanto maior, maior será o efeito positivo).

Figura 2 – Avaliação e quantificação de riscos.



Fonte: (VARGAS, 2018)

O gerenciamento de riscos possui como objetivo mitigar os impactos negativos e maximizar as oportunidades em projetos, atuando em três etapas: planejamento, execução e monitoramento. São 7 subprocessos pertencentes às três etapas de gerenciamento de riscos: Começando pelo planejamento, inicia-se com o planejamento do gerenciamento dos riscos, seguido da identificação dos riscos, análise qualitativa dos riscos, análise quantitativa dos riscos e plano de respostas aos riscos. Após planejamento, executa-se o plano de resposta ao risco, de modo a mitigar os de efeito negativo e explorar os de efeito positivo. O risco é então monitorado até o encerramento do projeto. (VARGAS, 2018)

1.3.2. Diferença entre Perigo e Risco

O emprego de determinadas substâncias ou uso de equipamentos podem ser perigosos e representar risco às pessoas ou ao meio ambiente. O perigo se refere ao potencial de algo em causar dano. Por outro lado, o risco é a combinação do perigo com a probabilidade de que esse dano de fato ocorra. Enquanto o perigo descreve a fonte potencial de dano, o risco avalia a probabilidade de que este dano ocorra e sua severidade.

A Figura 3 ilustra a diferença entre perigo e risco: o primeiro quadro mostra um cenário de praia, onde um banhista fora do mar observa um tubarão nadando. O tubarão representa perigo ao banhista em função do potencial de lesão causada por sua mordida. Há registros de morte de pessoas em decorrência do ataque de tubarões em várias localidades do mundo. No entanto, não há qualquer chance de isto ocorrer enquanto o banhista estiver fora do mar. O segundo quadro exhibe o banhista desta vez nadando no mar, o que caracteriza um cenário de risco pois na água há risco de o tubarão atacar. Sendo assim, entende-se que nem todo perigo representará um risco. (COSTA, 2024)

Figura 3 - Ilustração sobre a diferença entre Perigo e Risco.



Fonte: (COSTA, 2024)

Nota-se ainda através da Figura 3, que a decisão individual de entrar no mar trouxe risco ao próprio indivíduo. Contudo, nem sempre o risco se restringe no âmbito do agente decisório. Um outro conceito importante em avaliação de risco é o chamado “risco *off the fence*” (do inglês, “fora da cerca”), que caracteriza os riscos assumidos por uma parte que impactam terceiros fora do perímetro da companhia ou que não sejam agentes de tomada de decisão ao risco. Um exemplo de risco *off the fence* seria um motorista decidir dirigir embriagado, colocando também em risco pedestres e outros automóveis.

1.3.3. Gerenciamento de Riscos Tecnológicos

No contexto mais específico de exploração e produção O&G, a área de segurança de processos se destaca pela importância no gerenciamento dos riscos tecnológicos, reduzindo o risco de grandes eventos e melhorando o desempenho produtivo. (CCPS; AICHE, 2014) Como máxima, o risco em seu efeito negativo está sempre presente nas atividades de engenharia, em maior ou menor grau, a depender do segmento da indústria.

A avaliação de riscos começa pela identificação dos perigos, suas causas e consequências associados à determinada condição. Após a identificação, cada consequência é avaliada em probabilidade de ocorrência e severidade, onde o produto dessas duas é o risco (CCPS; AICHE, 2014). Com o intuito de facilitar a tomada de decisão e priorização de recursos, os riscos geralmente são classificados em níveis de criticidade, cujas referências podem variar conforme o apetite ao risco do indivíduo ou instituição. A matriz de risco é utilizada para visualmente caracterizar um sistema ou instalação em termos de risco, aplicando-se também na gestão de mudança onde é possível identificar o aumento ou redução de risco resultante de uma mudança. A depender das diretrizes da empresa, o nível de risco pode definir os

níveis de aprovação necessários na gestão da organização e o tempo máximo permitido na atual condição, entre outros.

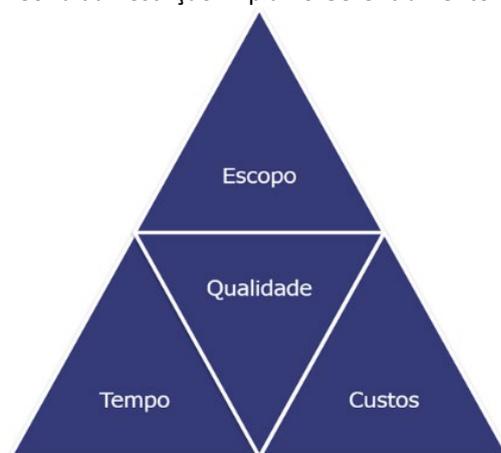
Entendendo que a tomada de decisão que envolva risco é feita de maneira responsável e com exaustiva avaliação, espera-se que os riscos praticados em uma unidade de produção sejam os mínimos possíveis. Com base nessa premissa, é possível que sejam aceitos níveis de risco mais elevados quando demonstrado que já foram esgotados todos os esforços razoáveis em reduzi-lo através de ações mitigatórias e implementação de barreiras de segurança. Chama-se este nível de risco de ALARP (do inglês, as low as reasonably possible), ou seja, quando um maior investimento não trará ganho relevante na redução do risco, mas que é considerado tolerável pela companhia (CCPS; AICHE, 2014). Importante frisar que tanto a identificação quanto a classificação dos riscos dependem da experiência das pessoas envolvidas e em sua individual percepção ao risco. Portanto, quanto mais variado e experiente o grupo for (tanto no âmbito da indústria quanto na planta em questão), mais coberta e precisa a avaliação será.

1.4. Teoria da Restrição Tripla em Gestão de Projetos

De acordo com o guia PMBoK (PMI, 2017), um projeto é definido como um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo através da utilização de recursos segundo determinado critério. Pode ser entendido como recurso qualquer item necessário para executar uma atividade em um projeto. Isso pode incluir recursos humanos, recursos físicos, recursos financeiros, recursos intangíveis (como um cálculo, por exemplo) e qualquer outro elemento necessário para realizar uma tarefa específica dentro do projeto.

Um conceito fundamental na gestão de projetos é a “Teoria da Restrição Tripla”, a qual estabelece que Custo, Tempo e Escopo são restrições que possuem forte interação entre si e cujo balanceamento define a qualidade de um projeto. A Figura 4 ilustra esta relação da tríade. Como breve definição, temos: Escopo como sendo um conjunto de características ou itens que definem o que será realizado no projeto; Tempo representa o cronograma do projeto, ou seja, o tempo disponível e prazos para sua conclusão e, por fim, custo como sendo os recursos financeiros necessários para a execução do projeto. (PMO, 2014)

Figura 4 – Teoria da Restrição Tripla no Gerenciamento de Projetos.



Fonte: (PMO, 2014)

2. Metodologia

Este artigo tem como objetivo examinar um caso real utilizando os conceitos e as áreas de conhecimento da Gestão e Gerenciamento de Projetos. O estudo de caso trata de uma atividade de manutenção corretiva, cuja estratégia foi baseada em análise de riscos. Todos os dados, valores e datas mencionados são fictícios e servem apenas para fins deste trabalho.

3. Estudo de Caso

3.1 Caso Prático

Uma unidade FPSO se encontrava em parada de produção programada (em inglês também conhecido como shutdown programado). Durante tal parada, diversas atividades estavam em andamento, dentre elas, a inspeção de um sistema que opera em alta temperatura. Faltando cerca de uma semana para o retorno à operação, o resultado parcial da inspeção acusou que algumas medições de espessura de um determinado equipamento se encontravam fora do valor mínimo padrão – a saber: valor definido com grande conservadorismo para proporcionar agilidade na rotina de inspeção.

Concluiu-se naquele momento que, se retornasse à serviço em tal condição degradada, haveria a chance de o equipamento não suportar os carregamentos impostos (primário, resultante da pressão interna e secundário, oriundo de dilatação térmica), levando a uma falha que representava risco para pessoas e meio ambiente, além da possibilidade de ocasionar danos em outros ativos em decorrência da falha do primeiro. O sistema não oferecia risco durante a parada, pois se encontrava despressurizado e em temperatura ambiente. Em função do seu papel no processo produtivo da planta, era inviável operar sem este sistema. Portanto, a ação corretiva do ativo degradado era condicionante para o retorno de produção da unidade.

A severidade da falha residia na natureza do fluido de ser contaminante para o meio ambiente e tóxico para pessoas além de também ferir em função de temperatura e pressão elevadas, mesmo com uso de equipamento de proteção individual (EPI). Sobre o risco ao meio ambiente, este se enquadra no conceito off the fence, onde assumi-lo implica em consequências externas ao perímetro da companhia e, logo, entendidas como mais graves.

A equipe técnica é então acionada, munida apenas do relatório de medição (ainda incompleto) do sistema e informada sobre a restrição de tempo de sete dias para definição de estratégia, planejamento e execução de ação corretiva. Como agravante, os integrantes da força tarefa se encontravam geograficamente distantes, tanto em regime de trabalho (uns offshore e outros onshore) quanto em fuso horário, o que comprometia a eficiência da comunicação.

3.2 Escopo do Projeto

Projeto de execução de ação corretiva de um equipamento de uma unidade FPSO durante a parada de manutenção. O Quadro 1 detalha o objetivo, entregáveis, requisitos e restrições do projeto de recondicionamento do equipamento. Em função da restrição do tempo de projeto para caber no período da parada programada de 7 dias, o cliente interno aceitou assumir alguns custos relacionados à mitigação do risco de impacto no cronograma,

demonstrando a relação da tríade de restrição da Figura 1, onde para acomodar a restrição do tempo e garantir qualidade e escopo, foi necessário pesar no custo.

Quadro 1 – Declaração de Escopo do Projeto de Recondicionamento de Equipamento.

Objetivo	Tornar apto para uso o equipamento que apresenta perda de espessura abaixo da mínima padrão.	
Entregáveis	Plano de ação com base em avaliação de risco.	
	Execução do plano de ação.	
	Laudo técnico de liberação do equipamento.	
Requisitos		Origem
1	Qualificação dos profissionais envolvidos.	Departamento de Engenharia
2	Cálculo detalhado elaborado por empresa de consultoria seguindo normas e boas práticas da indústria.	Departamento de Engenharia
3	Materiais certificados.	Departamento de Engenharia
4	Procedimentos qualificados.	Departamento de Engenharia
Restrições		Origem
1	Fim do projeto deve ocorrer até o fim da parada programada de manutenção (duração de 7 dias).	Cliente interno
2	Recebimento de consumível B (especificado no procedimento) em no mínimo 3 dias.	Logística
3	Conhecimento inicial de apenas parte das medidas.	Inspetores

Fonte: Desenvolvidos pelos autores.

3.3 Riscos do Projeto

O equipamento se encontrava fora das suas condições previstas de projeto, o que exigia uma análise mais detalhada de modo a permitir um melhor direcionamento da tratativa. Então, primeiro, foi necessário medir o nível de risco no cenário operacional (ver seção 3.3.1 - Gerenciamento de Riscos Tecnológicos). Uma vez mensurado o risco e concluído pela equipe multidisciplinar de forma satisfatória de que não havia ação mitigatória capaz de trazer o risco para um nível aceitável, foi decidido pelo corpo técnico e gerencial condicionar o retorno de produção à conclusão do reparo do equipamento. O desejável seria realizar a atividade corretiva sem estender o período já previsto da parada geral de manutenção, a fim de evitar perdas financeiras tanto da empresa quanto do cliente. Para o Projeto de Recondicionamento do Equipamento, foi feito gerenciamento do risco conforme seção 3.3.2 - Gerenciamento de Riscos da Ação Corretiva. Em ambos os casos, optou-se por não seguir para avaliação de risco quantitativa, tendo em vista o grau de embasamento que a avaliação de risco qualitativa já proporcionou sem sacrificar tanto o cronograma.

Para a estratégia da ação corretiva, o tempo era o fator de maior relevância e as restrições presentes no Quadro 1 desafiavam fortemente o projeto. Sendo assim, entendendo que não havia tempo para aguardar a finalização da medição dos inspetores, dimensionar o reparo por meio de cálculos de engenharia e aguardar a chegada do consumível A, inverteu-se: foi definido o reparo com base em experiências anteriores e boas práticas e associado a alto fator de segurança, seguido de execução inicial com outro consumível (adequado, mas que carecia de qualificação) enquanto em paralelo eram realizados os cálculos e qualificações necessárias de modo a validar o que havia sido feito (Figuras 8 e 9). Havia risco considerável dos cálculos finalizados implicarem em retrabalho,

mas este risco foi absorvido pelo cliente e patrocinador. Importante destacar que tal estratégia acarretou maior custo em prol do cronograma, pois por conservadorismo nas medições foram utilizados mais materiais e tempo dos soldadores do que seria necessário em condições normais, mas, ainda assim, sem prejuízo ao escopo e qualidade (neste contexto, a segurança).

3.3.1 Gerenciamento de Riscos Tecnológicos

Para fins deste estudo de caso, as referências de mensuração qualitativas de probabilidade e severidade contidas nas Quadro 2 e Quadro 3 são fictícias assim como a classificação de risco da Figura 5. Também para discussão deste trabalho, fica estabelecido que Nível 1 de risco, qualquer que seja seu tipo, torna inaceitável a permanência do cenário (ver Quadro 4).

Quadro 2 – Valores de referência de mensuração qualitativa de probabilidade.

		Probabilidade				
		1	2	3	4	5
		Remota	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
Pessoas						
Meio Ambiente			Já ocorreu na indústria nos últimos 20 anos	Já ocorreu na empresa nos últimos 5 anos	Pode ocorrer várias vezes durante a vida da instalação	Esperado ocorrer na condição atual
Ativos	Nunca ocorreu na indústria					
Produção			Combinação de muitos fatores improváveis	Combinação de alguns fatores improváveis	Combinação de alguns fatores prováveis	

Fonte: Fictícia, desenvolvido pelos autores.

Quadro 3 - Valores de referência de mensuração qualitativa de severidade.

		Severidade				
		1	2	3	4	5
		Insignificante	Baixa	Moderada	Alta	Grave
Pessoas	Primeiros socorros		Acidente com afastamento (1 indivíduo)	Acidente com afastamento (múltiplos indivíduos)	Indivíduos incapacitados ou com 1 fatalidade	Múltiplas Fatalidades
Meio Ambiente	Vazamento sem impacto ambiental		Baixo impacto < limite legislação	> limite legislação e < 100m de raio	> limite legislação e > 100m de raio	Dano irreversível
Ativos	≤ R\$ 50K	≤ R\$ 100K	≤ R\$ 500K	≤ R\$1M	> R\$ 1M	
Produção	≤ 1 hora	≤ 4 horas	≤ 8 horas	≤ 1 dia	> 1 dia	

Fonte: Fictícia, desenvolvido pelos autores.

Figura 5 - Matriz de classificação de Risco.

		Severidade				
		Insignificante 1	Baixa 2	Moderada 3	Alta 4	Grave 5
Probabilidade	Muito Alta 5	5 Risco Nível 2	10 Risco Nível 2	15 Risco Nível 1	20 Risco Nível 1	25 Risco Nível 1
	Alta 4	4 Risco Nível 3	8 Risco Nível 2	12 Risco Nível 1	16 Risco Nível 1	20 Risco Nível 1
	Média 3	3 Risco Nível 3	6 Risco Nível 2	9 Risco Nível 2	12 Risco Nível 1	15 Risco Nível 1
	Baixa 2	2 Risco Nível 3	4 Risco Nível 3	6 Risco Nível 2	8 Risco Nível 2	10 Risco Nível 1
	Remota 1	1 Risco Nível 3	2 Risco Nível 3	3 Risco Nível 3	4 Risco Nível 2	5 Risco Nível 1

Fonte: Fictícia, desenvolvida pelos autores.

Quadro 4 - Tolerância ao risco tecnológico.

Nível de Risco	Impacto			
	Pessoas	Meio Ambiente	Ativos	Produção
Nível 1	Inaceitável	Inaceitável	ALARP	ALARP
Nível 2	ALARP	ALARP	ALARP	ALARP
Nível 3	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Aceitável

Fonte: Fictícia, desenvolvida pelos autores.

a) Análise de risco do equipamento em serviço na condição degradada

No mapeamento de riscos do equipamento em serviço na condição degradada, os perigos, suas causas e consequências são identificados conforme Quadro 5. A análise qualitativa de risco é feita de forma sistemática com base nas referências supracitadas, onde os riscos identificados são mensurados e classificados produzindo o Quadro 6. Observou-se o total de 6 riscos em nível 1: 2 de impacto aos ativos, 1 ao meio ambiente, 2 para pessoas e 1 para produção, todos contemplados no cenário de explosão do equipamento. Com base na matriz de tolerância no Quadro 4, não seria aceitável conviver com risco nível 1 para pessoas e meio ambiente. Como não havia forma de reduzi-los ao nível 2, foi concluído que o risco de utilizar o equipamento nestas condições era inaceitável e, por sua vez, o de produção do FPSO também. Somente a análise qualitativa já foi satisfatória para viabilizar o planejamento da atividade.

Quadro 5 – Identificação dos perigos, suas causas e consequências para equipamento em serviço na condição degradada.

Perigo	Causa	Ref.	Descrição da Consequência	Tipo de Consequência
Vazamento de fluido tóxico	Dano transpassante por falha de integridade	1.1	Intoxicação.	Pessoas
		1.2	Poluição.	Meio Ambiente
		1.3	Parada de produção (trip).	Produção
Explosão do equipamento ("degola")	Espessura insuficiente para a alta pressão interna.	2.1	Intoxicação.	Pessoas
		2.2	Poluição.	Meio Ambiente
		2.3	Parada de produção (trip).	Produção
		2.4	Onda de choque, projétil e/ou queimaduras.	Pessoas
		2.5	Danos à equipamentos adjacentes.	Ativos
		2.6	Perda do equipamento.	Ativos
		2.7	Danos estruturais da instalação.	Ativos

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Quadro 6 – Análise de Risco do equipamento em serviço na condição degradada. (P= Probabilidade, S = Severidade e R = Risco)

Ref.	Descrição da Consequência	Tipo de Consequência	P	S	R	Classificação de Risco
1.1	Intoxicação.	Pessoas	2	3	6	Nível 2
1.2	Poluição.	Meio Ambiente	3	2	6	Nível 2
1.3	Parada de produção (trip).	Produção	3	2	6	Nível 2
2.1	Intoxicação.	Pessoas	2	5	10	Nível 1
2.2	Poluição.	Meio Ambiente	3	4	12	Nível 1
2.3	Parada de produção (trip).	Produção	4	5	20	Nível 1
2.4	Onda de choque, projétil e/ou queimaduras.	Pessoas	2	5	10	Nível 1
2.5	Danos à equipamentos adjacentes.	Ativos	2	5	10	Nível 1
2.6	Perda do equipamento.	Ativos	3	4	12	Nível 1
2.7	Danos estruturais da instalação.	Ativos	1	3	3	Nível 3

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

3.3.2 Gerenciamento de Riscos da Ação Corretiva

Após análise dos riscos tecnológicos, foi concluído que a plataforma somente poderia retornar a produzir após ação corretiva do equipamento. O plano de ação deveria contemplar reparo do equipamento, projeto que possuía restrição de tempo de término até o fim da parada programada. A matriz de classificação de risco do projeto se encontra na Figura 6. O Quadro 7 define a tolerância ao risco negativo em função do seu impacto.

Figura 6 - Matriz de Classificação de Risco do projeto.

		Severidade		
		Baixa	Média	Alta
		1	2	4
Probabilidade	Alta	3 Risco Médio	6 Risco Alto	12 Risco Alto
	Média	2 Risco Baixo	4 Risco Médio	8 Risco Alto
	Baixa	2 Risco Baixo	4 Risco Baixo	8 Risco Médio

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Quadro 7 - Tolerância ao risco negativo da ação corretiva em função do impacto.

Nível de Risco	Impacto			
	Custo	Cronograma	Escopo	Qualidade
Alto	Aceitável	Inaceitável	Inaceitável	Inaceitável
Médio	Aceitável	ALARP	Inaceitável	ALARP
Baixo	Aceitável	Aceitável	Inaceitável	Aceitável

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

a) Análise de risco da ação corretiva do equipamento

Para este projeto, os riscos identificados estão listados no Quadro 8. O Quadro 9 detalha o nível de risco calculado através de análise qualitativa. O Quadro 10 mostra a estratégia para gerir o risco do projeto, considerando que riscos que atrasassem a entrega do projeto deveriam ser evitados ao máximo e utilizando o custo como uma forma de mitigar o risco ao cronograma, escopo e qualidade.

O cliente interno absorveu alguns custos decorrentes da restrição de tempo do projeto, como por exemplo: aprovação de hora extra de profissionais, contratação de empresa de consultoria, barco extra para envio de materiais, entre outros. O apetite ao risco proporcionou seguir com uma estratégia em que havia risco de retrabalho – o que atrasaria o cronograma e geraria mais custos - como foi o caso da qualificação de soldagem e cálculo de engenharia serem feitos pós execução.

Quadro 8 – Identificação dos riscos do projeto de ação corretiva do equipamento.

Ref.	Risco	Tipo de Risco	Consequência
1	Falha do reparo em serviço.	Negativo	Ver análise de riscos tecnológicos (seção 3.3.1.1).
2	Demora na execução do reparo.	Negativo	Atraso do projeto.
3	Esgotamento do consumível A.	Negativo	Parada da execução: - Atraso no cronograma. - Custo pela perda de prazo (multa)
4	Atraso no recebimento do consumível B.	Negativo	Uso de mais consumível A.
5	Reprovação do reparo executado (cálculo)	Negativo	Retrabalho: - Custo por mais recursos. - Atraso no cronograma.

			- Custo pela perda de prazo (multa)
6	Reprovação do Procedimento de Soldagem Consumível A.	Negativo	Retrabalho: - Custo por mais recursos. - Atraso no cronograma. - Custo pela perda de prazo (multa)
7	Queda de energia.	Negativo	Parada da execução. - Atraso no cronograma. - Custo pela perda de prazo (multa)
8	Falha dos equipamentos de soldagem.	Negativo	Parada da execução. - Atraso no cronograma. - Custo pela perda de prazo (multa)
9	Inspeção (fase planejamento + validação) demorada.	Negativo	Atraso do projeto: - Atraso no cronograma. - Custo pela perda de prazo (multa)
10	Reprovação durante inspeção de validação do reparo.	Negativo	Retrabalho: - Custo por mais recursos. - Atraso no cronograma. - Custo pela perda de prazo (multa)
11	Atraso da parada programada de manutenção.	Positivo	Postergação da data limite do projeto.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Quadro 9 – Análise de risco da ação corretiva do equipamento. (P = Probabilidade, I = Impacto e R = Risco)

Ref.	Risco	Tipo	P	I	R	Classificação de Risco
1	Falha do reparo em serviço.	Negativo	3	3	9	Alto
2	Demora na execução do reparo.	Negativo	2	3	6	Alto
3	Esgotamento do consumível A.	Negativo	2	3	6	Alto
4	Atraso no recebimento do consumível B.	Negativo	2	2	4	Médio
5	Reprovação do reparo executado (cálculo)	Negativo	2	3	6	Alto
6	Reprovação do Procedimento de Soldagem Consumível A.	Negativo	2	3	6	Alto
7	Queda de energia.	Negativo	1	3	3	Médio
8	Falha dos equipamentos de soldagem.	Negativo	1	3	3	Médio
9	Inspeção (fase planejamento + validação) demorada.	Negativo	1	2	2	Baixo
10	Reprovação durante inspeção de validação do reparo.	Negativo	1	2	2	Baixo
11	Atraso da parada programada de manutenção.	Positivo	1	2	2	Baixo

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Quadro 10 – Estratégia de gestão de riscos. (Cr = Cronograma, C = Custo, E = Escopo e Q = Qualidade)

Ref.	Classificação de Risco	Impacto (I) x Estratégia (E)				Tipo de Estratégia	Estratégia
		Cr	C	E	Q		
1	Alto		E		I	Transferir	Contratação de empresa de Consultoria.
2	Alto	I	E			Mitigar	- Cliente interno realocou soldadores de outro projeto para este. - Autorização de horas extras. - Possibilidade de contratação de mais

							profissionais.
3	Alto	I	E			Prevenir	Cliente interno priorizou consumíveis de estoque para este projeto.
4	Médio	I		I	E	Mitigação	Uso de consumível A + qualificação do procedimento de A.
5	Alto	I	I			Escalar/ Mitigar	Risco assumido pelo cliente interno. Além disso, também foram admitidas dimensões conservadores (grandes) para minimizar a chance de reprovação. Isso aumentou o consumo de materiais.
6	Alto	I	I			Escalar	Risco assumido pelo cliente interno.
7	Médio	I	E			Prevenir	Gerador de emergência (já previsto na planta pelos riscos tecnológicos)
8	Médio	I				Aceitar	
9	Baixo	I	E			Prevenir	- Autorização de horas extras. - Possibilidade de convocação de mais profissionais.
10	Baixo	I	I			Aceitar	
11	Baixo	I				Monitorar	Acompanhamento da programação da parada de manutenção programada.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

3.4 Recursos da ação corretiva

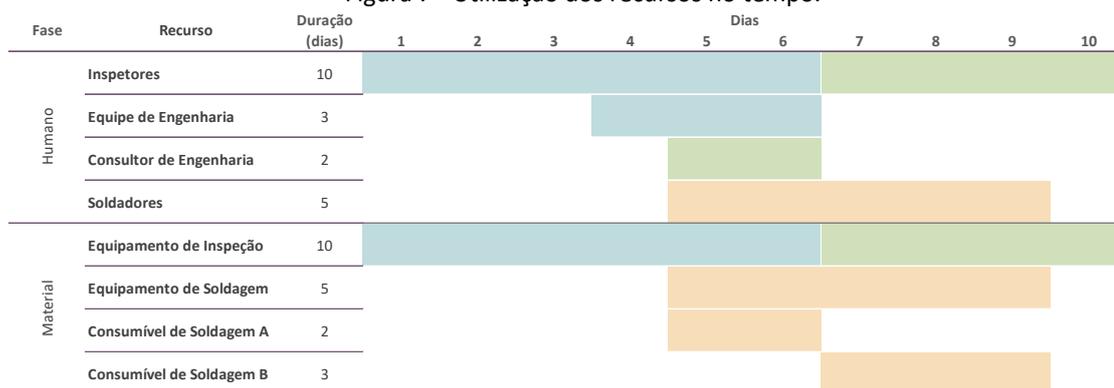
O quadro 11 classifica os recursos utilizados por tipo (humano, físico ou intangível) e relaciona em que fase(s) do projeto estiveram presentes, gerando o cronograma de recurso por tempo na Figura 1. Os recursos intangíveis serviram de critério de aceitação do projeto.

Quadro 11 – Matriz de Recursos

Tipo	Recurso	Alocação
Humano	Soldadores	Execução
	Inspetores	Planejamento, Validação e Monitoramento
	Consultor de Engenharia	Validação
	Equipe de Engenharia	Planejamento
Físico	Consumível de Soldagem A	Execução
	Consumível de Soldagem B	Execução
	Equipamento de Soldagem	Execução
	Equipamento de Inspeção	Planejamento/ Validação/ Monitoramento
Intangível	Cálculo de Engenharia	Validação
	Procedimento de Soldagem Qualificado	Validação

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Figura 7 - Utilização dos recursos no tempo.



Legenda

- Desenvolvimento atividade de Planejamento
- Desenvolvimento atividade de Execução
- Desenvolvimento atividade de Validação

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

3.5 Cronograma e Fases do Projeto

O projeto ocorreu segundo o cronograma presente na Figura 8. Importante destacar que as etapas das fases não seguiram a ordem natural em função da restrição de tempo imposta, por exemplo: em condições normais de projeto, o cálculo de engenharia é executado durante a fase de planejamento sendo, portanto, a base para a tomada de decisão, prosseguindo para a fase de execução (veja a Figura 9). Um ponto relevante sobre o regime offshore é que seu quadro de funcionários segue escala 14 x 14 dias com turno de 12 horas por dia, ou seja: o cronograma não é afetado por folgas. Neste caso em particular, com a aprovação das horas extras, os inspetores e soldadores trabalharam em turnos maiores que 12 horas por dia.

Para se enquadrar na curta janela de tempo disponível, foi estruturada a estratégia da Figura 8, onde a solução foi definida de forma conservadora se pautando em boas práticas e experiências anteriores da equipe e do consultor e acrescido também de fator de segurança para compensar a pouca precisão da estimativa. Neste caso, o cálculo de engenharia serviu para validação do que havia sido executado nos dois dias anteriores. De forma análoga, a qualificação do procedimento de soldagem validou a soldagem do consumível A após sua execução. Havia grande risco de que o trabalho executado nos dois primeiros dias fosse em vão, uma vez que existia a possibilidade do cálculo e da qualificação de soldagem não aprovarem a execução (ver riscos 5 e 6 do Quadro 8). No entanto, o apetite ao risco do cliente interno autorizou prosseguir com a estratégia face ao benefício de atendimento do prazo (não ser penalizado com multa pelo cliente).

3.5.1 Planejamento

A equipe de engenharia só foi acionada no fim do terceiro dia após dados analisados apontarem que o equipamento se encontrava degradado. Em caráter de urgência (ou seja, arcando com custos extras relacionados ao transporte e fornecimento), o consumível B

chegaria em no mínimo 3 dias. A entrega do material em condições normais segue as datas da programação semanal padrão do departamento de logística.

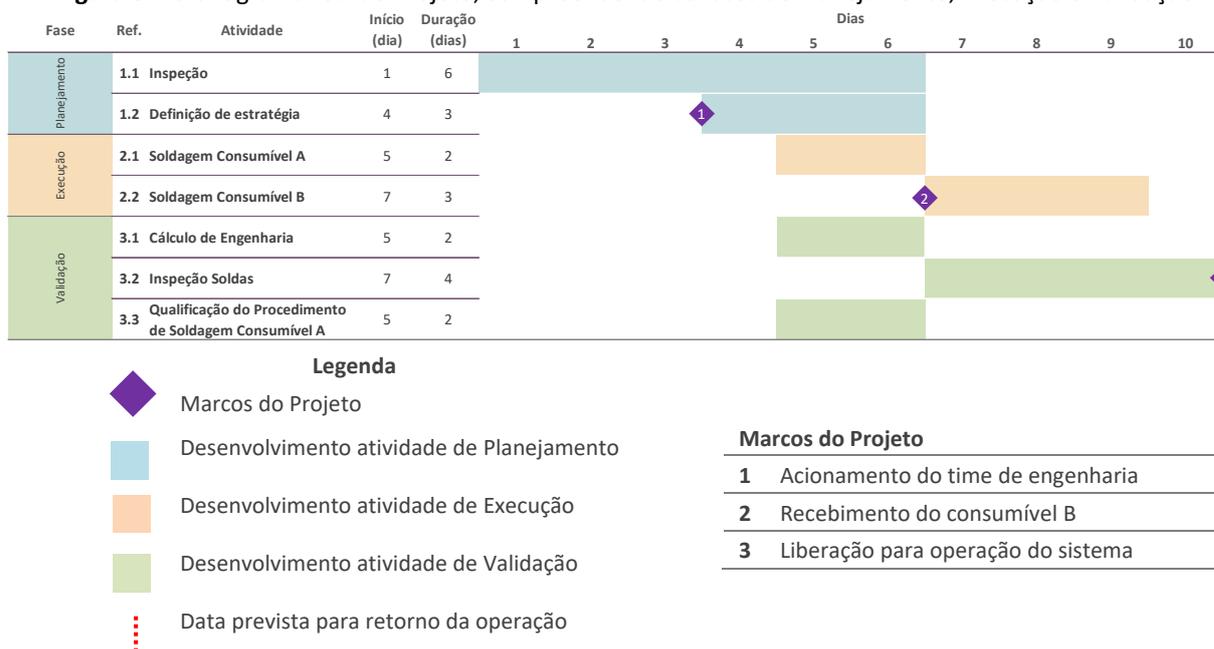
3.5.2 Execução

A equipe de soldagem já se encontrava embarcada, então não foi necessário mobilizá-los. A priorização de suas atividades foi rearranjada pelo cliente interno para encaixar este projeto no topo da fila. Se não houvesse restrição de tempo (ver Quadro 1), não haveria necessidade de realizar soldagem com consumível A nem realizar a qualificação de seu procedimento de soldagem, por consequência. A soldagem do consumível A era planejada para ocorrer enquanto não chegasse o Consumível B. Portanto, na Figura 8, a finalização da atividade 2.1 é dependente do marco “recebimento do consumível B”.

3.5.3 Validação

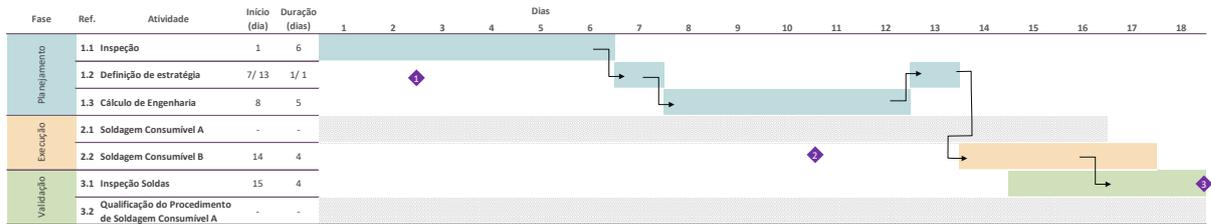
A inspeção de validação pode ser feita em paralelo com a execução, à medida que a equipe de soldadores finaliza um grupo de reparos. Em caráter de urgência, a empresa de consultoria realiza o cálculo na forma simplificada em pelo menos 2 dias, garantindo a qualidade requerida sem comprometer o prazo, de acordo com avaliação de trade-off de cálculos de engenharia. O cálculo mais detalhado buscando o uso eficiente de recursos levaria no mínimo 5 dias úteis.

Figura 8 – Cronograma real do Projeto, compreendendo as fases de Planejamento, Execução e Validação.



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Figura 9 - Cronograma teórico do projeto, se não houvesse restrição de tempo, compreendendo as fases de Planejamento, Execução e Validação (legendas na Figura 8)



Fonte: Desenvolvido pelos autores.

3.6 Stakeholders

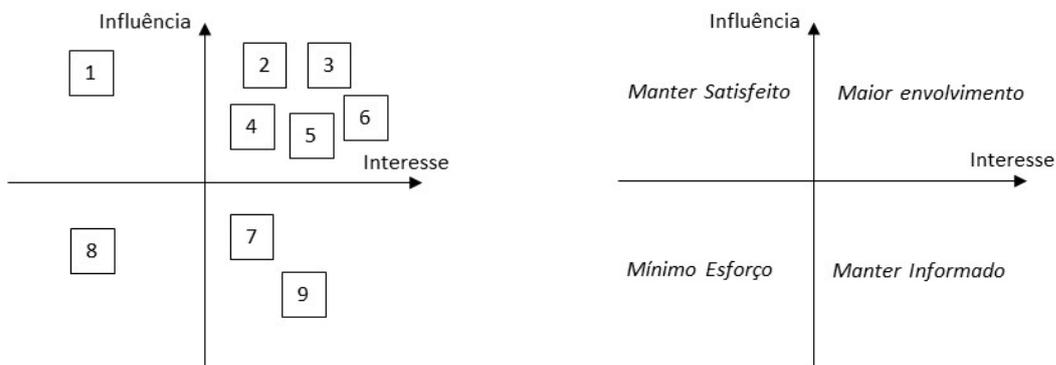
O Quadro 12 detalha a matriz de partes interessadas, conhecida no inglês como stakeholders, a partir da qual vemos na Figura 10 a quantidade de players que precisaram ser envolvidos ao longo do projeto. Além disso, adiciona-se a complexidade em conciliar diferentes regimes de trabalho e localizações geográficas, incluindo fusos horários, uma vez que: o departamento de engenharia trabalha em regime de trabalho onshore junto com o cliente interno e fornecedor de materiais/laboratórios; Inspetores e soldadores e demais da tripulação de bordo trabalham em regime offshore do tipo back-to-back (onde diferentes indivíduos atuam a mesma função em diferentes quinzenas) e o consultor, que trabalhava em outro país seguindo fuso horário diferente.

Quadro 12 – Matriz de Stakeholders.

Stakeholder	Interesse	Influência	Estratégia de Gestão
1 Patrocinador/ Cliente interno	Baixo	Alta	Manter satisfeito
2 Equipe de Engenharia	Alto	Alta	Maior envolvimento
3 Equipe de Logística	Alto	Alta	Maior envolvimento
4 Inspetores	Alto	Alta	Maior envolvimento
5 Consultor Especialista de Engenharia	Alto	Alta	Maior envolvimento
6 Soldadores	Alto	Alta	Maior envolvimento
7 Fornecedores de materiais	Alto	Baixa	Manter informado
8 Tripulação de bordo	Baixo	Baixa	Mínimo esforço
9 Laboratório de Qualificação de Soldagem	Alto	Baixa	Manter informado

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Figura 10 – Diagrama de Influência x Interesse dos Stakeholders.



(a) Indicação das referências do Quadro 12.

(b) Indicação da estratégia de gestão Quadro 12.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

4 Considerações Finais

Na Gestão e Gerenciamento de Projetos, entende-se como inevitável lidar com a relação concorrente dos pilares Escopo, Tempo e Custo enquanto busca-se atender um determinado nível de Qualidade desejável. No contexto de indústria O&G offshore, o Tempo e o Custo possuem forte relação, onde algumas horas de parada de produção equivalem direta e indiretamente à perda financeira na ordem de milhões de reais.

O ambiente industrial offshore impõe restrições e requisitos característicos no Escopo que desafiam o planejamento e execução de intervenções, tais como: Impossibilidade da embarcação atracar em terra para realização de reparos, logística mais demorada para entrega de materiais, limitação de força de trabalho embarcada em função do número de vagas no navio e distanciamento geográfico e de regime de trabalho (tripulação de bordo é composta por turmas back-to-back de plantão de 12h por 14 x 14 dias sem folgas enquanto equipes de suporte técnico costumam trabalhar em regime padrão de 40h semanais nos escritórios em terra). Importante salientar sobre este último ponto é que isto torna ainda mais desafiador – do que já naturalmente se constata – realizar uma boa gestão das partes interessadas, onde a comunicação tende a ser mais ruidosa podendo causar impactos na qualidade e no andamento do projeto. A chave é buscar a sinergia entre pessoas “multi”: “multi-disciplinares” (que agregam com diferentes conhecimentos), “multi-locais” (presentes em diferentes localidades) e “multi-nacionais” (que pensam e se expressam em diferentes línguas maternas e culturas).

Para fins de Engenharia, a Qualidade desejável pode ser traduzida como Segurança ou, trazendo para termos práticos, como Nível de Risco aceitável. O trade-off das avaliações de engenharia é marcante na rotina do engenheiro, onde constantemente o Tempo pesa na balança contra a Qualidade, exigindo do mercado o desenvolvimento de ferramentas mais rápidas e precisas - no âmbito dos recursos físicos e intangíveis – além da prontidão na atuação sinérgica de profissionais “multi” – sob a perspectiva de recursos humanos.

A combinação das particularidades da indústria O&G Offshore com a aplicação dos campos de conhecimento da Engenharia e de Gestão e Gerenciamento de Projetos invariavelmente implicará em lidar com riscos: O risco é o principal aspecto de avaliação tanto em condições normais de operação quanto em situações adversas que exijam intervenções corretivas de emergência e pautadas em projetos baseados em risco.

O risco é percebido de forma individual e depende de conhecimento técnico e da vivência de quem o avalia. Dessa forma, espera-se que as avaliações de risco sejam realizadas por equipes multidisciplinares de modo a maximizar a identificação dos possíveis perigos, mensurar com assertividade a probabilidade e severidade de suas consequências e promover medidas mitigatórias eficientes. O nível de aceitação ao risco depende do apetite ao risco dos envolvidos, nas menores e maiores esferas da organização e proporcional ao nível de autoridade que lhe cabe. Como estratégia de gerenciamento de risco negativo, é possível “mitigar” o risco quando há formas adicionais de reduzir suas chances ou sua gravidade; “aceitar” o risco quando este é assumido pelo primeiro nível de decisão do projeto; “transferir”, quando outra entidade é contratada para assumir o risco, e por fim, pode-se recorrer a “escalar” o risco, quando níveis mais altos de gestão da empresa assumem o risco.

Como já dito, o Tempo restrito sob tal contexto promove o desenvolvimento de diversas áreas, o que também se aplica às ideias out-of-the-box, expressão do inglês para ideias criativas e fora do convencional, como mostrado neste estudo de caso através da elaboração do cronograma e gestão de recursos.

Este trabalho buscou analisar um caso real de manutenção corretiva em um FPSO sob o prisma da Gestão e Gerenciamento de Projetos, mostrando como o conhecimento nesta área e o uso de suas ferramentas de gestão pode auxiliar os profissionais envolvidos em projetos de engenharia.

5 Referências

ALLAHYARZADEH-BIDGOLI A, Salviano LO, Dezan DJ, de Oliveira Junior S, Yanagihara JI, **Energy optimization of an FPSO operating in the Brazilian Pre-salt region**. Vol. 164. Energy, 01/12/2018. DOI: 10.1016/j.energy.2018.08.203.

ANP. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. 2024. **Boletim Mensal da Produção de Petróleo e Gás**. Fevereiro de 2024. [Citado em: 06 de abril de 2024.] <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/boletins/boletim-mensal-da-producao-de-petroleo-e-gas-natural>.

CCPS; AICHE. **Diretrizes para Segurança de Processo baseada em Risco**. Rio de Janeiro: Interciência, 2014. - 1ª Edição.

COSTA, Gabriel. **Diferença entre risco e perigo** [online] [citado em: 22 de setembro de 2024.] <https://viverdeseguranca.com.br/diferenca-entre-risco-e-perigo/>.

ENERGY INSTITUTE. 2023. **Resources and Data Download - Statistical Review of World Energy Data**. [Online] 2023. [Citado em: 06 de abril de 2024.] <https://www.energyinst.org/statistical-review/resources-and-data-downloads>.

FOLHA DE SÃO PAULO, Revista. 2024. **Preço do Petróleo sobe e fica perto de US 80 com conflito no Oriente Médio**. [Online] Folha de São Paulo, 07 de outubro de 2024. [Citado em: 07 de outubro de 2024.] <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/10/preco-do-petroleo-sobe-e-fica-perto-de-us-80-com-conflito-no-oriente-medio.shtml>.

FORBES, Revista. 2024. **Fatia do Brasil na oferta global de petróleo irá a 4% em 2030, diz IEA**. [Online] Forbes, 31 de janeiro de 2024. [Citado em: 06 de abril de 2024.] <https://forbes.com.br/forbes-money/2024/01/fatia-do-brasil-na-oferta-global-de-petroleo-ira-a-4-em-2030-diz-iea/>.

INFOMONEY, Revista. 2024. **Produção de petróleo do Brasil bate recorde em 2023 com 3,4 mi de barris por dia**. [Online] 02 de fevereiro de 2024. [Citado em: 06 de abril de 2024.] <https://www.infomoney.com.br/mercados/producao-de-petroleo-do-brasil-bate-recorde-em-2023-com-34-mi-de-barris-por-dia/>.

BR INVESTING. **Investing Brent Oil Historical Data**. [Online] BR Investing, 7 de outubro de 2024. [Citado em: 07 de outubro de 2024.] <https://br.investing.com/commodities/brent-oil-historical-dataC>.

PETROBRAS. 2024. **Plataforma FPSO: você sabe o que é e como funciona?** [Online] Petrobras, 27 de março de 2024. [Citado em: 20 de abril de 2024.] <https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/inovacao/fps0>.

PMI. Project Management Institute. 2017. **Guia PMBOK®**. 6ª Ed: Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos. Newtown Square: PMI.

PMO: Escritório de Projetos. 2014. **Restrição Tripla**. [Online] Escritório de Projetos, 23 de janeiro de 2014. [Citado em: 04 de maio de 2024.] <https://escritoriodeprojetos.com.br/restricao-tripla/>.

VARGAS, Ricardo Viana. 2018. **Gerenciamento de Projetos**. 9ª edição: Estabelecendo Diferenciais Competitivos [Livro]. Rio de Janeiro: BRASPORT.



Gestão & Gerenciamento

A UTILIZAÇÃO ESTRATÉGICA DE DRONES NA OTIMIZAÇÃO DA PERFORMANCE DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*THE STRATEGIC USE OF DRONES TO OPTIMIZE THE PERFORMANCE OF
CONSTRUCTION PROJECTS*

Alexsandra Thays Rodrigues da Silva

Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas; Escola Politécnica
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

alexandra-thays@hotmail.com

Rafael Felipe Teixeira Rodrigues

Mestrando em Engenharia Urbana; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,
RJ, Brasil;

rafaelftr@poli.ufrj.br

Resumo

O emprego de tecnologias avançadas, como drones, na indústria da construção civil já constitui uma realidade consolidada, com expansão contínua à medida que aumentam as demandas do setor e se reduzem os investimentos necessários. Este artigo apresenta uma revisão da literatura sobre a aplicação de drones na construção civil, com o objetivo de explorar suas utilizações em atividades de mapeamento topográfico, gestão e monitoramento do progresso de obras, além de inspeções visuais de alta resolução voltadas para o controle de qualidade e segurança nos postos de trabalho. A metodologia adotada fundamenta-se em uma revisão bibliográfica que abrange desde as primeiras aplicações de drones para fins militares, configurações e modelos, até as características que os tornaram essenciais a otimização dos processos construtivos e o aumento da lucratividade empresarial no setor da construção civil no Brasil, promovendo maior celeridade na tomada de decisões. Adicionalmente, são destacadas as principais legislações nacionais que regulamentam seu uso para fins comerciais.

Palavras-chaves: Drones; Construção Civil; Gestão.

Abstract

The use of advanced technologies, such as drones, in the construction industry is already an established reality, with continuous expansion as sector demands increase and necessary investments decrease. This article presents a literature review on the application of drones in construction, with the objective of exploring their uses in activities such as topographic mapping, project management, and monitoring of construction progress, as well as high-resolution visual inspections aimed at quality control and safety in the workplace. The methodology adopted is based on a bibliographic review covering the earliest military applications of drones, their configurations and models, and the characteristics that have made them essential for optimizing construction processes and increasing business profitability in the construction sector in Brazil, facilitating faster decision-making. Additionally, the main national regulations governing their commercial use are highlighted.

Keywords: Drones; Construction; Management.

1 Introdução

A indústria da construção civil desempenha um papel crucial no desenvolvimento e crescimento da economia brasileira. Segundo dados do CAGED, o setor emprega atualmente 2,9 milhões de trabalhadores e responde por 13% dos empregos formais no país em 2024 (ABRAINC, 2024). Incentivos do governo federal, por meio de políticas de habitação como o Programa 'Minha Casa, Minha Vida', além de obras de infraestrutura e grandes eventos esportivos, têm impulsionado o crescimento do setor (NUNES *et al.*, 2020).

A indústria da construção civil, amplamente reconhecida por seu caráter conservador e tradicional, vem sendo influenciado pelo aumento da concorrência e pelos efeitos da globalização. Essas transformações têm promovido a introdução de novas tecnologias, técnicas construtivas e ferramentas avançadas de controle e gestão. Nesse contexto, observa-se uma crescente ênfase na necessidade de aumento da eficiência, na melhoria contínua da qualidade dos produtos e na otimização dos custos (AYMORÉS; MOTTA, 2021).

A evolução da tecnologia é primordial para melhorar significativamente a performance da produtividade da construção civil. Nesse contexto, o uso de drones tem se mostrado uma alternativa promissora, oferecendo benefícios significativos para as empresas

do setor (JACOBY, 2022). O uso de drones na construção facilita atividades como planejamento, monitoramento de obras, levantamento topográfico e inspeção de segurança, tornando os processos mais eficientes e menos onerosos. Um dos aspectos mais importantes do uso de drones é o monitoramento em tempo real do canteiro de obras, possibilitando tomada de decisões mais rápidas (Y1LD1Z; K1VRAK; ARSLAN, 2021).

No Brasil, a operação de drones é regulada pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Conforme informações do RIMA Aviação, o número de solicitações de voos de drones cresceu cerca de 40% em 2023, destacando o crescimento dessa tecnologia para fins comerciais e recreativos. De acordo com a (ANAC, 2024), drones com peso superior a 250 gramas precisam ser registrados no Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), e seus operadores devem possuir licença de voo, obtida após a conclusão de curso teórico e prático em instituições de aviação certificadas (RIMA, 2024).

Assim, o presente estudo tem como objetivo principal analisar as aplicações de drones na literatura, explorando seu potencial no setor da construção civil. Busca-se evidenciar como essa tecnologia pode contribuir para o aumento da produtividade, a melhoria na gestão de obras e a redução de erros e retrabalhos. Pesquisas apontam um crescimento expressivo na adoção de drones no setor da construção civil no Brasil, sugerindo um futuro promissor para sua aplicação. A tecnologia se destaca como uma boa prática capaz de otimizar o planejamento e o monitoramento de obras, proporcionando maior eficiência e controle operacional.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 A tecnologia na construção civil

De acordo com (FEITAL, 2017), uma inovação tecnológica que vem gradualmente ocupando um espaço significativo na construção civil é o uso de drones, também denominado Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT). Inicialmente desenvolvida para aplicações militares nos Estados Unidos, essa tecnologia foi utilizada em operações de guerra com o objetivo de realizar atividades de missões de reconhecimento, minimizando a exposição de soldados a situações de risco. Mas com o passar dos anos, o emprego dos drones expandiu-se para diversas áreas, como mineração, agricultura, medicina, ecologia, transporte e construção civil (SZÓSTAK; NOWOBILSKI, 2022).

O trabalho desenvolvido por (ARAUJO, 2018), apresenta que a Construção civil ainda possui algumas dificuldades para implantação de novas tecnologias no setor. Os segmentos ainda se caracterizam por uma força de trabalho com níveis de escolaridade relativamente baixos, bem como pela predominância de técnicas construtivas tradicionais que não exigem elevado custo de investimento inicial. No entanto, o resultado do estudo mostrou que as mudanças voltadas para a automação da construção civil precisam ocorrer de forma imediata, pois trará diversos benefícios para construtores, clientes, investidores e colaboradores.

Já Pott, Eich e Rojas, (2017) apontaram que, na última década, houve a inserção de inovações tecnológicas no setor da construção civil, com o objetivo de contribuir para sua modernização. De acordo com o estudo, essas inovações trouxeram benefícios significativos, como a otimização dos processos construtivos e o aumento da lucratividade empresarial,

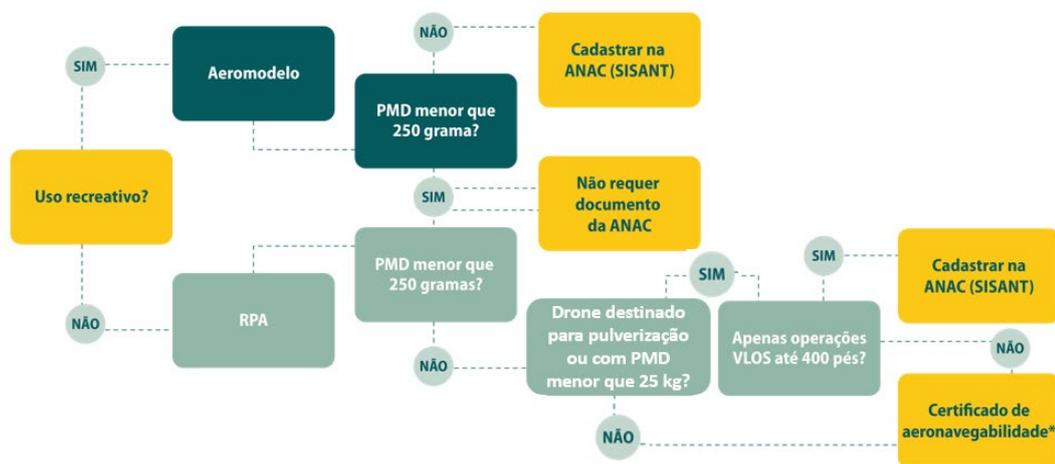
por meio da utilização de novos materiais, da implementação de processos executivos mais eficientes e da adoção de estratégias avançadas de gestão de obras.

2.2 Regulamentação dos drones no Brasil

A regulamentação sobre a utilização de aeronaves não tripuladas por civis no espaço aéreo brasileiro é definida pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), os quais são os órgãos nacionais competentes.

Pelo regulamento da ANAC, as aeronaves não tripuladas, popularmente conhecidas como drones, podem ser subdivididas em aeromodelos ou em aeronaves remotamente pilotadas (RPA). A Figura 1 fornece uma representação esquemática que esclarece os tipos de registros e certificações exigidos de acordo com o objetivo de uso do equipamento:

Figura 1 – Fluxograma de registro e certificação



Fonte: ANAC, (2021)

O piloto que almeja realizar operações com drones em altitudes superiores a 400 pés deve, obrigatoriamente, possuir o Certificado de Aeronavegabilidade Especial de RPA (CAER), sendo este um requisito da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) para a aptidão da operação no espaço aéreo brasileiro. Os projetos de drones devem ser previamente aprovados pela ANAC e pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), além de estarem plenamente em conformidade com os regulamentos vigentes. Cabe ao operador tomar as medidas necessárias para garantir a operação segura da aeronave (JACOBY, 2022).

De acordo com a (DJI, 2024) os drones são classificados pelo número de rotores e, atualmente, oferecem três categorias para uso comercial: drones de rotor único, drones multirrotores e drones de asa fixa. Na Tabela 1, podem ser observadas algumas características específicas de cada classificação.

Tabela 1 - Classificação de drones – DJI

Classificação	Descrição	Vantagem	Desvantagem
Drones de rotor único	Utilizados para varreduras áreas a laser LIDAR, que são usadas para criar mapas 3D de áreas.	Apresentam um menor número de componentes móveis São capazes de realizar voos de maior duração e em altitudes mais elevadas, devido à menor demanda energética. Propulsão forte e elevada capacidade de carga	Menor estabilidade em comparação aos drones multirrotores Elevado custo de aquisição.
Drones de multirrotores	São os modelos mais comuns no mercado, sendo utilizados para fotografia aérea, filmagem, vigilância e entretenimento.	Elevada estabilidade e controle na pilotagem Melhor custo-benefício Estrutura mais compacta Pouso facilitado em locais críticos	Baixa autonomia de voo
Drones de asa fixa	São utilizados principalmente para mapeamento aéreo e inspeções	Elevada autonomia de voo Capazes de mapear áreas extensas	Exige espaço amplo e aberto para pouso e decolagem Não possuem a capacidade de pairar Elevado custo de aquisição

Fonte: (Adaptado de DJI, apud OLIVEIRA, 2024)

2.3 Aplicações dos drones na construção civil

O trabalho desenvolvido por (CRUZ; PERIN, 2021) apresenta uma análise comparativa dos levantamentos topográficos realizados por estação total e drone na Construção Civil. O trabalho concluiu que tanto a estação total quanto os drones são métodos eficazes para levantamentos topográficos na construção civil, cada um com suas vantagens e limitações. A estação total se mostrou mais precisa em medições planimétricas e altimétricas isoladas, enquanto os drones foram mais eficientes em medições planialtimétricas e em áreas de difícil acesso. Em termos de custo, os drones apresentaram um menor investimento inicial e menor necessidade de mão de obra, apesar de um tempo maior de processamento dos dados. A pesquisa sugere que ambos os métodos podem ser utilizados de forma complementar, dependendo das necessidades específicas do projeto.

Aymorés e Motta (2021) propõem, por meio de um estudo de caso, apresentar alguns dos produtos possíveis de serem obtidos com o uso de drones em um empreendimento de terraplenagem. Os drones foram utilizados para monitoramento e inspeção visual da obra, cálculos de cubagem de materiais, geração de ortomosaicos, Modelos Digitais de Superfície (MDS), Modelos Digitais de Elevação (MDE) e para aferição da declividade dos platôs. Os resultados mostraram que o uso de drones possibilitou a obtenção de dados de forma prática, rápida e segura. As principais desvantagens observadas foram o investimento de aquisição de drones, softwares de processamento de dados e o treinamento específico para a equipe.

A aplicação de drones tem proporcionado maior confiabilidade em sistemas de transmissão de energia, recurso essencial na construção e desenvolvimento de um país. De acordo com a (ISA CTEEP, 2024), 100% das inspeções em torres de transmissão são realizadas com drones. A tecnologia permite que a atividade – essencial para garantir a integridade do sistema de transmissão e a confiabilidade no fornecimento de energia – seja mais segura, precisa e rápida. A empresa ressalta ganhos na gestão documental e rastreabilidade das informações, a inspeção também deixou de ser realizada *in loco* por meio de anotações escritas para ser feita com o suporte de um aplicativo na Central de Análise de Imagens Digitais (CAID) da companhia.

Para nós, que somos referência em gestão de ativos, essa conquista representa, além do avanço tecnológico, o compromisso da companhia com a segurança dos nossos colaboradores e com a qualidade e a eficiência dos serviços prestados à sociedade. Ao adotar drones em 100% das inspeções em estruturas, demonstramos a nossa capacidade de inovação e avançamos nos padrões de excelência no setor elétrico. (ISA CTEEP, 2024).

Em seu estudo (JACOBY, 2022) ressalta que a utilização de drones como ferramenta de inovação no planejamento e controle de obras na construção civil pode gerar otimização de tempo e redução de gastos. Através de técnicas como aerofotogrametria, visão computacional e modelagem densa de superfície, os drones se mostraram eficazes na captura de dados e imagens, permitindo a criação de modelos tridimensionais precisos e a detecção de inconformidades em fachadas e superfícies. Os casos analisados demonstraram que os drones podem substituir métodos tradicionais de levantamento com menor custo e maior eficiência, especialmente em áreas de difícil acesso ou risco. Além disso, a tecnologia de drones contribuiu para o acompanhamento do progresso das obras, a gestão da segurança no canteiro e a inspeção predial, evidenciando seu potencial para melhorar processos na construção civil.

Para o gerenciamento de projetos de construção (Y1LD1Z; K1VRAK; ARSLAN, 2021), tiveram como objetivo o uso da tecnologia de drones, focando em aspectos não técnicos como áreas de uso, vantagens, desvantagens, fatores a serem considerados na aquisição de drones e regulamentações legais. O resultado obtido indicou que os drones podem contribuir significativamente para as atividades de gestão da construção, aumentando a produtividade, melhorando a precisão dos relatórios, condições de segurança, reduzindo custos e aumentando a eficiência.

O estudo desenvolvido por (CHOI *et al.*, 2023) aborda as aplicações de drones na construção civil, com foco nas fases de projeto, construção e manutenção. Três tipos de drones foram avaliados para melhor se enquadrar em cada fase da obra, considerando tamanho da área a ser coberta, a capacidade de carga necessária e as condições ambientais nas quais o drone será operado. Os resultados mostraram que drones com câmeras de alta resolução e mapeamento avançado revolucionaram o levantamento e a modelagem de terrenos na fase de projeto, gerando dados precisos e modelos 3D que facilitam decisões informadas. Durante a construção, auxiliam no monitoramento, inspeções e segurança, com transmissão de vídeo e imagem térmica que detectam problemas e aumentam a produtividade. Na fase de manutenção, realizam inspeções de rotina, detectando danos e permitindo manutenção preventiva que reduz custos e prolonga a vida útil dos ativos.

De acordo com (MOURA *et al.*, 2023) o uso de drones no monitoramento em tempo real de canteiros de obras oferece uma série de benefícios para a gestão da segurança. O trabalho destaca como principais vantagens: a inspeção de áreas de risco ou de difícil acesso, o acompanhamento do comportamento dos trabalhadores e da utilização correta dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), a redução do tempo necessário para a supervisão, a coleta precisa de dados locais dos postos de trabalho e a execução de inspeções autônomas com o auxílio de sistemas de GPS embarcado nos drones. No entanto, o estudo também identificou um risco potencial associado à utilização da tecnologia: a distração dos trabalhadores ao observarem os equipamentos em operação de voo pode aumentar a probabilidade de quedas, tanto durante atividades no solo quanto em trabalhos em altura.

Lima *et al.*, 2024 focam seu estudo na utilização de drones para aprimorar a segurança nas inspeções em canteiros de obras. A pesquisa concluiu que a integração de drones na rotina da construção civil traz diversos benefícios, como a possibilidade de inspeções em áreas de difícil acesso, permitindo a identificação precoce de riscos e falhas. A coleta de dados em tempo real, por meio de imagens aéreas, auxilia engenheiros e gestores a tomarem decisões mais assertivas. Além de otimizar a eficiência operacional, o uso de drones reduziu a necessidade de acesso direto a áreas de risco, promovendo a segurança dos trabalhadores.

Ainda sobre segurança nos canteiros de obras (SZÓSTAK; NOWOBILSKI, 2022) abordaram a importância do uso de drones para melhorar a segurança dos trabalhadores, pois permitem a redução da exposição dos funcionários em alguns locais de risco. No entanto, também foram identificadas algumas ameaças como condições de voo instáveis, falhas do equipamento e erros do piloto, podem gerar uma colisão em objetos, pessoas e animais, resultando em lesões físicas e danos ao equipamento.

O estudo desenvolvido por Feital, (2017) tem como objetivo inspeção de obra com o uso de drones, voltados a ensaios não destrutivos, com foco em melhoria do controle e garantia da qualidade do projeto. Através de câmeras de alta resolução ou termográfica são geradas imagens que são complicadas e tratadas para diversos fins, como avaliação de fissuras, elaboração de relatório fotográfico, medição de temperaturas e monitoramento dos padrões de distribuição de calor a partir da radiação infravermelha.

Já Coutinho, Resende e Cunha, (2015) abordaram em seu estudo a aplicação do uso de VANTs na Engenharia de Avaliações e Perícias. Foi avaliado que a ferramenta pode contribuir significativamente nas perícias das obras em diversos casos, trazendo melhorias na qualidade da prova pericial através de imagens aéreas de alta resolução, superiores às de satélite, além de agilizar o processo de levantamento de dados ao possibilitar topografias detalhadas em poucos minutos, gerando economia do recurso tempo. Comparativamente, um dia de operação com um VANT apresenta um custo menor que uma hora de voo de uma aeronave tripulada, reduzindo, também, a exposição dos profissionais a riscos, visto que o equipamento permite alcançar áreas de difícil acesso ou inacessíveis.

As aplicações de drones na construção civil têm se expandido significativamente, proporcionando uma alternativa viável para a execução de atividades, antes limitadas pela complexidade e riscos envolvidos. A empresa Dronewash (2024) emprega a tecnologia de drones para serviços de pintura, lavagem de fachadas, limpeza de painéis solares, tanques e

telhados. Essa inovação tecnológica não apenas mantém os padrões de qualidade operacional dos métodos tradicionais, como também oferece uma redução substancial dos riscos de acidentes associados ao trabalho em altura, representando um avanço importante em termos de segurança e eficiência no setor.

O estudo de Pfändler *et al.* (2019) avalia a automação de inspeções de corrosão em infraestruturas envelhecidas, um dos principais desafios nas próximas décadas para construção civil. A proposta envolve o uso de drones, equipados com sensores eletroquímicos, para a realização de testes não destrutivos em estruturas de concreto, possibilitando uma redução significativa nos custos de inspeções de rotina. O método abordado exige o contato físico com a superfície da estrutura, o que requer alta estabilidade do robô, idealmente com seis graus completos de liberdade e capacidade de rastreamento de força e torque para operação robusta em campo. Os testes iniciais realizados em amostras de laboratório demonstraram que o drone é capaz de medir os potenciais eletroquímicos do aço e a resistência elétrica do concreto de forma eficaz, com dados comparáveis aos obtidos por métodos convencionais. Os resultados preliminares indicam que o uso de drones para inspeção não destrutiva, em que o contato físico é necessário, é viável e promissor, representando um avanço significativo nas tecnologias de inspeção e monitoramento da integridade estrutural de edificações.

2.4 Desafios de implantação dos drones

Embora o uso de drones apresente diversos benefícios, ele também enfrenta barreiras e limitações. Segundo Alsamarraie *et al.* (2022), uma pesquisa foi conduzida com 120 participantes com o objetivo de identificar as principais barreiras relacionadas ao uso de drones na construção civil. Os resultados indicaram que a principal barreira percebida pelos entrevistados está nas regulamentações e restrições impostas pelos órgãos governamentais e administrativos, seguida por elevados custos de implementação e desafios técnicos associados ao uso de drones.

Sair da zona de conforto foi e sempre será um dos obstáculos para aqueles profissionais que já dominam uma determinada técnica, tecnologia ou metodologia e ficam resistentes à experimentação e adoção de novas soluções disponibilizadas pelo mercado. (HOFFMAN, 2018).

Hoffman (2018) aborda em seu estudo que apesar da aprovação do mercado quanto ao uso de drones, algumas frustrações também têm surgido. Além de alguns desafios mais conhecidos como detalhes da regulamentação vigente, que impõe algumas restrições operacionais e os aspectos de segurança em ambientes urbanos, o estudo traz a falta de otimização nos fluxos de trabalho de modo a viabilizá-los economicamente. Como exemplo foram utilizadas as inspeções das fachadas para identificar e avaliar manifestações patológicas. O resultado obtido mostra que o uso de drones permite um levantamento mais rápido, com menor custo e menor risco de acidente comparado ao método tradicional, porém na fase de análise de dados e elaboração de laudo pelo perito requer um tempo maior de trabalho, gerando um custo mais elevado para o cliente. Será necessária a otimização e padronização dos dados pós levantamento para tornar o uso do drone mais vantajoso para essa atividade.

O trabalho desenvolvido por Onososen *et al.* (2023) tem como objetivo mostrar alguns impedimentos voltados a digitalização de canteiros de obras usando veículos aéreos

não tripulados. O estudo adotou uma pesquisa que foi preenchida por 161 pessoas da área da construção civil em países desenvolvidos e em desenvolvimento. O resultado da pesquisa mostrou que as barreiras mais críticas citadas foram fatores relacionados a custos, como o alto investimento inicial de capital, custo de treinamento, custo de mudança de produtos e custo de manutenção, em seguida de fatores técnicos/regulatórios, como visibilidade em operações noturnas e regulamentações que limitam as autorizações operacionais, software de processamento de dados e limitações aos tipos de projeto. Fatores relacionados a educação envolvem a falta de treinamento, baixa conscientização na construção civil e dificuldade em encontrar pilotos qualificados.

Ribeiro (2019) também destaca alguns desafios na implementação de drones na construção civil. Entre esses, estão o tempo de voo e a capacidade limitada de carregamento das baterias, fatores que variam de acordo com o modelo utilizado. Além disso, condições climáticas adversas, como chuvas intensas e ventos fortes que podem prejudicar a operação dos drones ou exigir um piloto mais experiente, limitando seu uso em determinadas situações.

3 Considerações Finais

A aplicação de drones na engenharia civil é uma realidade que se apresenta como um instrumento inovador, em sintonia com o avanço tecnológico acelerado das últimas décadas. Ao explorar essas possibilidades, surgem novos horizontes de inovação, incentiva o progresso tecnológico e melhorar a eficácia operacional, fortalecendo uma indústria mais contemporânea, sustentável e competitiva.

O estudo mostrou algumas possibilidades com o uso de drones na construção civil, evidenciando seus benefícios, algumas desvantagens e desafios de implementação de uma forma geral. Por meio de uma revisão bibliográfica foi possível ampliar os conhecimentos das diversas aplicações dos drones, como levantamento topográfico, monitoramento e evolução da obra, medições de volumes de materiais, inspeções de qualidade e segurança, avaliações de perícia e a execução de lavagem e pintura.

Como sugestões para trabalhos futuros, destaca-se a necessidade de estudos focados em critérios econômicos, como o custo de implementação da tecnologia de drones na construção civil, análise dos gastos com aquisição e manutenção dos equipamentos, avaliação do Retorno sobre Investimento (ROI) e custo de treinamento das equipes caso a tecnologia seja internalizada nas empresas. Também seria relevante aprofundar o uso de drones no inventário de materiais nos canteiros de obras.

Conclui-se assim, que é muito positiva a adoção da tecnologia de drones em diversas aplicações na indústria da construção civil, visando o aumento da eficiência e otimização das operações e melhoria da gestão nos canteiros de obras. No entanto, é necessária cautela na escolha dos drones, considerando suas aplicações para maior assertividade. Além disso, é essencial estar atento a atualização das práticas e regulamentações relacionadas ao uso dessa tecnologia, pois seu trabalho envolve algumas barreiras como percepção pública, ruído e aborrecimento público, questões técnicas de manutenção, preocupações econômicas, além de considerações voltadas a privacidade e ética.

4 Referências

- ABRAINC. **Novo Caged: Construção abre 19,6 mil empregos em julho e passa de 200 mil vagas abertas no ano.** Disponível em: <https://abrainc.org.br/noticias/2024/08/28/novo-caged-construcao-abre-196-mil-empregos-em-julho-e-passa-de-200-mil-vagas-abertas-no-ano>. Acesso em: 04 de out. 2024.
- ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Drones.** 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones>. Acesso em: 05 de out. 2024.
- ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Registros e Certificados.** 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones/registros-e-certificados-de-drones>. Acesso em: 05 de out. 2024.
- ARAUJO, Edgar. **Um Estudo de Automação Visando o Aumento de Produtividade na Construção Civil.** 2018, Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2018.
- AYMORÉS, Bruno; MOTTA, Liércio. **Drones na engenharia civil: uma aplicação na inspeção e monitoramento de obra de terraplenagem.** 2021. 26 f. (Graduação em Engenharia Civil) - Rede de Ensino Doctum, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2021.
- CHOI, H.-W.; KIM, H.-J.; KIM, S.-K.; NA, W.S. **An Overview of Drone Applications in the Construction Industry.** *Drones* 2023, 7, 515. <https://doi.org/10.3390/drones7080515>
- COUTINHO, I.; CUNHA, C.; RESENDE, D. **Aplicação e uso de veículo aéreo não tripulado na engenharia de avaliações e perícias.** Disponível em: <http://pmkb.com.br/artigo/aplicacao-e-uso-de-veiculo-aereo-nao-tripulado-na-engenharia-de-avaliacoes-e-pericias/>. Acesso em: 03 de nov. 2024.
- CRUZ, João; PERIN, Jessica. **Topografia na Construção Civil: Análise comparativa dos levantamentos topográficos realizados por estação total e drone.** Pindamonhangaba, 2021.
- DJI. **Um guia completo dos principais tipos de drones profissionais.** Disponível em: [Um guia completo dos principais tipos de drones profissionais](#). Disponível em: [Um guia completo dos principais tipos de drones profissionais](#). Acesso: 02 nov. 2024.
- DRONEWASH. **Limpeza e Pintura com Drone.** Disponível em: <https://dronewash.com.br/>. Acesso em: 04 de nov. 2024.
- FEITAL, M. R. **Uso de VANT (Veículo Aéreo não Tripulado) para inspeção de projetos de construção civil.** Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Juiz de Fora, julho 2017.
- HOFFMAN, Emilio. **Desafios culturais, tecnológicos e econômicos dos drones para inspeções na Construção.** Disponível em: <https://droneshowla.com/artigo-desafios-culturais-tecnologicos-e-economicos-dos-drones-para-inspecoes-na-construcao/>. Acesso em: 06 de nov. 2024.
- ISA CTEEP. **Inovação: ISA CTEEP adota drones em 100% das inspeções em torres de transmissão.** Disponível em: Inovação: ISA CTEEP adota drones em 100% das inspeções em torres de transmissão. Acesso em: 01 nov. 2024.
- JACOBY, Guilherme. **A utilização de drones como ferramenta de inovação no planejamento e controle de obras na construção civil.** 2022. 62 f. (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

- LIMA, M. F. S; GRACIOSO, R.O; GUIMARÃES, C.R.R; OLIVEIRA, R.A.P. **A revolução dos drones na construção civil: potencializando a segurança em inspeções de obra**. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.03, 2024.
- MOURA, J. M; CRUZ, F.M; PÓVOAS, Y.V; **Utilização de veículo aéreo não tripulado para inspeção de segurança em canteiros de obra: uma revisão sistemática da literatura**. V.23, n. 3, Pernambuco, 2023.
- NUNES, J. M; LONGO, O.C; ALCOFORADO, L.F; PINTO, G.O. **O setor da Construção Civil no Brasil e a atual crise econômica**. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e393997274-e393997274, 2020.
- OLIVEIRA, Felipe. **Tecnologia e eficiência na siderurgia: como os Drones podem contribuir para otimização no Gerenciamento dos recursos e aumento da Produtividade**. Rio de Janeiro, 2024.
- ONOSOSEN, A.O.; MUSONDA, I.; ONATAYO, D.; TJEBANE, M.M.; SAKA, A.B.; FAGBENRO, R.K. **Impediments to Construction Site Digitalisation Using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)**. Drones 2023, 7, 45. <https://doi.org/10.3390/drones7010045>
- PFÄNDLER, P; BODIE, K; ANGST, U; SIEGWART, R. Flying corrosion inspection **robot for corrosion monitoring of civil structures – First results**. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-B-000365572>, 2019.
- POTT, Luana; EICH, Monique; ROJAS, Fernando. **Inovações tecnológicas na construção civil**. 2017, Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, 2017.
- RIBEIRO, Douglas. **Tecnologias advindas da Indústria 4.0 aplicada na construção civil: efeitos e desafios da implantação no Brasil**. Ouro Preto, 2019.
- RIMA Aviação. **Drones no Brasil 2024: Nova Regras e Regulamentações**. Disponível em: <https://voerima.com.br/drones-no-brasil-2024-nova-regras-e-regulamentacoes/>. Acesso em: 07 out. 2024.
- SZOSTAK, Mariusz; NOWOBILSKI, Tomasz. **Application of unmanned aerial vehicles in construction industry**. Politechnika Wroclawska, 2022.
- Y1LD1Z, Serkan; K1VRAK, Serkan; ARSLAN, Gokhan. **Using drone technologies for construction project management: A narrative review**. Turkey, 2021.



Gestão & Gerenciamento

OS DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROJETO DE GESTÃO AMBIENTAL NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. UMA ANÁLISE ATRAVÉS DE CONCEITOS DO PMBOK

*THE CHALLENGES OF IMPLEMENTING AN ENVIRONMENTAL
MANAGEMENT PROJECT IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO.
AN ANALYSIS USING PMBOK CONCEPTS*

Eric da Cunha Espindola

MBA Gestão e Gerenciamento de Projetos; Politécnica UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

ericcunha56@gmail.com

Amanda Vieira Guimarães

Orientadora; Politécnica UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

amandavguimaraes@poli.ufrj.br

Resumo

Este artigo analisa a implementação de projetos de gestão ambiental no Estado do Rio de Janeiro, destacando os desafios enfrentados e as boas práticas identificadas por meio dos conceitos do PMBOK. A pesquisa revela que, apesar do sucesso em muitos projetos, obstáculos como burocracia excessiva, falta de recursos e engajamento limitado da população dificultam a execução das iniciativas. A integração de stakeholders desde as fases iniciais do projeto é identificada como uma estratégia eficaz para aumentar o apoio e a adesão às práticas sustentáveis. Além disso, a criação de planos de comunicação detalhados e o uso de ferramentas de monitoramento contínuo são fundamentais para garantir o alinhamento e a eficiência nas entregas. Por fim, a adoção das tecnologias e a gestão eficaz de riscos aparecem também como requisitos essenciais para mitigar os impactos ambientais e assegurar a continuidade. O artigo pode concluir que a aplicação de metodologias consolidadas, como as propostas do PMBOK, torna a execução mais eficiente e assegura o alcance dos objetivos da sustentabilidade de modo integrado. Ademais, ressalta-se a importância de investir nas capacidades dos gestores de projetos ambientais, tornando-a uma ferramenta de desenvolvimento da ideia de projeto de modo contínuo e de realização de projetos sustentáveis no Rio de Janeiro.

Palavras-chaves: Gestão ambiental, Projetos sustentáveis, PMBOK, Stakeholders, Monitoramento, tecnologia, Gestão de riscos, Rio de Janeiro.

Abstract

This article analyzes the implementation of environmental management projects in the State of Rio de Janeiro, highlighting the challenges faced and the good practices identified through the PMBOK concepts. The research reveals that, despite the success of many projects, obstacles such as excessive bureaucracy, lack of resources and limited population engagement make it difficult to execute the initiatives. Stakeholder integration from the initial phases of the project is identified as an effective strategy to increase support and adherence to sustainable practices. Furthermore, creating detailed communication plans and using continuous monitoring tools are essential to ensure alignment and efficiency in deliveries. Finally, the adoption of technologies and effective risk management also appear as essential requirements to mitigate environmental impacts and ensure continuity. The article can conclude that the application of consolidated methodologies, such as the PMBOK proposals, makes execution more efficient and ensures the achievement of sustainability objectives in an integrated manner. Furthermore, the importance of investing in the capabilities of environmental project managers is highlighted, making it a tool for developing project ideas continuously and carrying out sustainable projects in Rio de Janeiro.

Key words: Environmental management, Sustainable projects, PMBOK, Stakeholders, Monitoring, technology, Risk management, Rio de Janeiro.

1. Introdução

A busca por práticas sustentáveis e a preservação do meio ambiente tem se destacado como prioridades cruciais em níveis globais. No contexto específico do Estado do Rio de Janeiro, com sua biodiversidade e desafios ambientais representativos, a implementação de projetos de gestão ambiental se apresenta como uma atividade de extrema complexidade.

A gestão ambiental é a ciência que analisa e coordena a realização de atividades econômicas e sociais de forma a utilizar de maneira racional os recursos naturais, renováveis

ou não, com o objetivo de conservar um ambiente saudável para todas as gerações. Assim, a gestão ambiental, ao abranger todas essas esferas, surge como uma ferramenta essencial na busca pelo equilíbrio entre o progresso humano e a conservação do meio ambiente, promovendo orientações e ações que buscam assegurar um futuro sustentável (BARSANO; BARBOSA, 2017).

Neste contexto, este artigo apresenta uma análise dos obstáculos enfrentados na execução de projetos de gestão ambiental no Estado do Rio de Janeiro, sob a perspectiva dos conteúdos e práticas sugeridos pelo PMI, através do seu guia Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Em que, pretende-se apontar os principais impasses encontrados pelos gestores de projetos ambientais e analisar estratégias para superá-las, objetivando alcançar resultados eficientes e sustentáveis.

O Guia PMBOK abrange todos os aspectos do gerenciamento de projetos e visa recomendar práticas eficazes para todas as fases de um projeto, desde o início até a conclusão. (CRUZ, 2013).

Para isso, no início serão evidenciados os fundamentos teóricos da gestão ambiental e do PMBOK, realçando suas principais normas e metodologias. Após, serão levantados os desafios particulares da aplicação de projetos de gestão ambiental no contexto do Estado do Rio de Janeiro, levando em conta suas características socioeconômicas e ambientais. Por último, serão elucidadas sugestões e boas práticas baseadas nos conceitos do PMBOK para superar tais adversidades e proporcionar o êxito dos projetos de gestão ambiental na região.

Mediante a análise, espera-se colaborar para o desenvolvimento do conhecimento e para o aprimoramento das práticas de gestão ambiental no Estado do Rio de Janeiro, expandindo assim os empenhos em prol da sustentabilidade e do desenvolvimento regional.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Gestão Ambiental

A Gestão ambiental apresenta as diretrizes e as atividades administrativas executadas por uma instituição para obter efeitos positivos no meio ambiente, isto é, para diminuir, extinguir ou compensar os problemas ambientais derivados da sua operação e impedir que outros venha suceder.

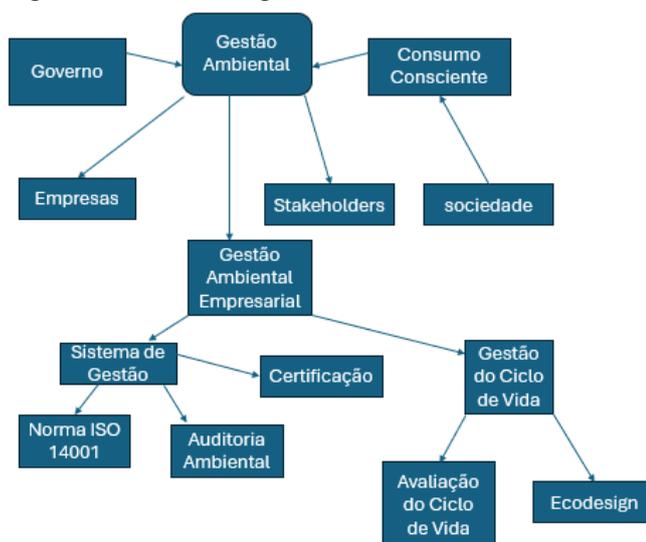
Barbieri (2011), diz que as primeiras manifestações de gestão ambiental foram estimuladas pelo esgotamento de recursos, como a escassez de madeira para a construção de moradias, fortificações, móveis, instrumentos e combustível, cuja exploração havia se tornada intensa desde a era medieval.

O aumento da consciência ambiental por vastos níveis da sociedade é outro fator gerador da emergência da gestão ambiental. Nas últimas décadas, a gestão ambiental era principalmente realizada pelo governo por meio da implementação dos chamados "instrumentos de comando e controle", em um contexto de política ambiental altamente centralizada. Durante esse período, houve grandes conflitos envolvendo interesses públicos e privados, disputas de competências internas do Estado e confrontos entre empresas, governo e sociedade civil. A noção de desenvolvimento sustentável, apresentada em 1987 no Relatório "Nosso Futuro Comum" da ONU, visava mediar esses conflitos. A Conferência

das Nações Unidas ocorrida em 1992 no Rio de Janeiro (ECO 92) teve um papel catalizador na disseminação desse conceito.

Para ilustrar esse cenário observe a sequência da figura 1 que se inicia com a Gestão Ambiental, perpassa a Gestão Ambiental Empresarial, a SGA, a Gestão dos ciclos de vida e a Certificação. Acompanhe:

Figura 01: Estrutura Organizacional da Gestão Ambiental



Fonte: Adaptada pelo autor (OLIVEIRA, 2014)

Segundo Dias (2017), nas últimas décadas, o problema ambiental se agravou devido à intensificação da industrialização, aumentando a intervenção humana na natureza. Isso é evidenciado pela crescente contaminação do ar, da água e do solo e pelo aumento de desastres ambientais. Esse cenário desencadeou um movimento global, com indivíduos e organizações buscando salvar o planeta. O aumento dos desastres também tem levado mais pessoas a se conscientizarem sobre a gravidade da situação.

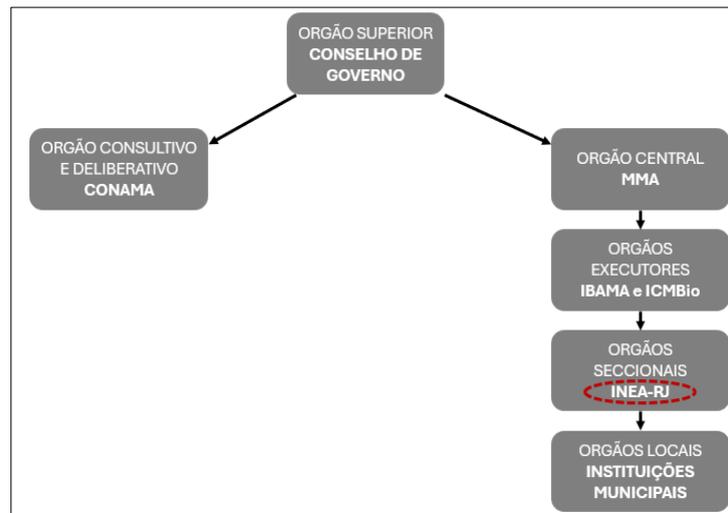
2.1.1. Dimensões da Gestão ambiental

A expressão gestão ambiental aplica-se a uma grande variedade de iniciativas relativas a qualquer problema ou questão ambiental. Na sua origem estão as ações governamentais para enfrentar a escassez de recursos. Com o tempo, outras questões ambientais foram sendo consideradas por outros agentes e com alcances diferentes.

Segundo Barbieri (2007), qualquer proposta de gestão ambiental inclui no mínimo três dimensões: a dimensão espacial que está ligada à sua abrangência; a dimensão temática que esta ligada às ações a que é destinada; e a dimensão institucional que se relaciona com o agente da ação.

No Brasil, esta realidade surge com a inserção do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), sendo instituído pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Entretanto, consolida-se com a Constituição de 1988. A recente Lei Complementar 140/2011 passou a obrigar os municípios a assumirem plena transparência e responsabilidade pelo impacto ambiental local. Desta forma, conforme denota a figura 02 temos a composição do SISNAMA.

Figura 02: Composição do SISNAMA



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

2.1.2. Integração da Sustentabilidade na Gestão Ambiental

O desenvolvimento sustentável, como modelo de progresso ambiental, vem se estabelecendo no mundo de acordo com os compromissos firmados sobre o meio ambiente. A conscientização ambiental vem ocorrendo de forma gradual, como forma de alcançar as necessidades de melhorias nos mais diversos campos de atuação, e trazendo consigo um nível de cobrança cada vez maior, na busca por mitigar os prejuízos ambientais e utilizar os recursos naturais com maior racionalização e responsabilidade. A sustentabilidade integrada na gestão ambiental, tem como premissa satisfazer das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras.

O conceito está apoiado em três pilares: pessoas, meio ambiente e lucro. Para as empresas, o primeiro se refere à preocupação com os indivíduos (funcionários e sociedade). O segundo é o uso adequado dos recursos naturais. O lucro é para a manutenção da companhia. (BOTTONI; PENNA; AVEDIANI, 2009, p.54 apud VASCONCELOS; GOMES LEMOS, 2022).

Em suma, a integração da sustentabilidade na gestão ambiental é essencial para promover uma abordagem mais abrangente e eficaz para a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. Ao considerar os aspectos sociais, econômicos e ambientais de forma integrada, é possível maximizar os benefícios para todas as partes interessadas e garantir um futuro sustentável para as gerações.

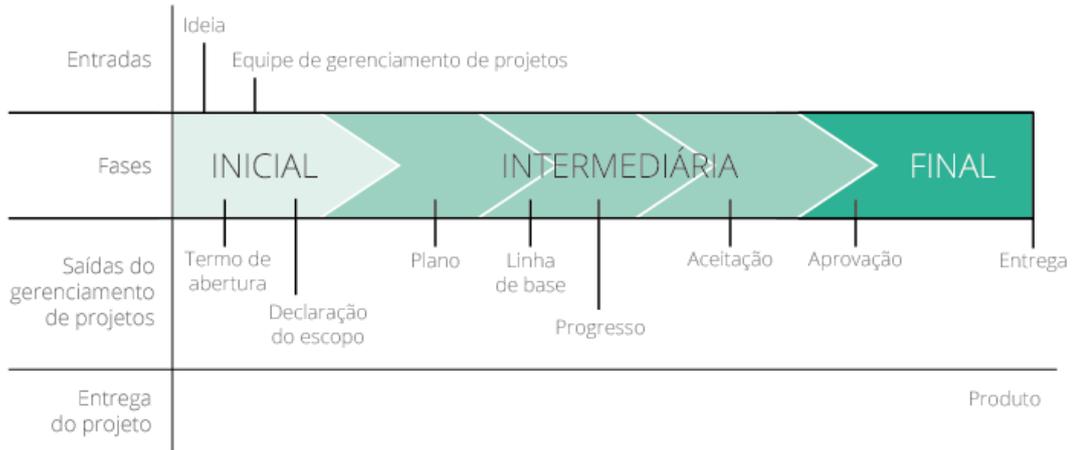
2.2. Gestão de Projetos

Segundo Cavalcanti e Silveira (2016), Gestão de projetos é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender aos seus objetivos. Isto é, garantir as necessidades de sobrevivência a curto prazo com um planejamento estratégico que assegure a continuidade no longo prazo, tendo em vista o ambiente competitivo e inovador.

Segundo IPMA ICB (2015) apud CARVALHO (2018), um projeto é definido como um esforço único, temporário, multidisciplinar e organizado para realizar entregas acordadas dentro de requisitos e restrições predefinidos.

Embora os detalhes possam variar dependendo do tipo de projeto e da metodologia utilizada, geralmente, o ciclo de vida do projeto inclui as seguintes etapas conforme figura 03.

Figura 03: Ciclo de vida do Projeto.

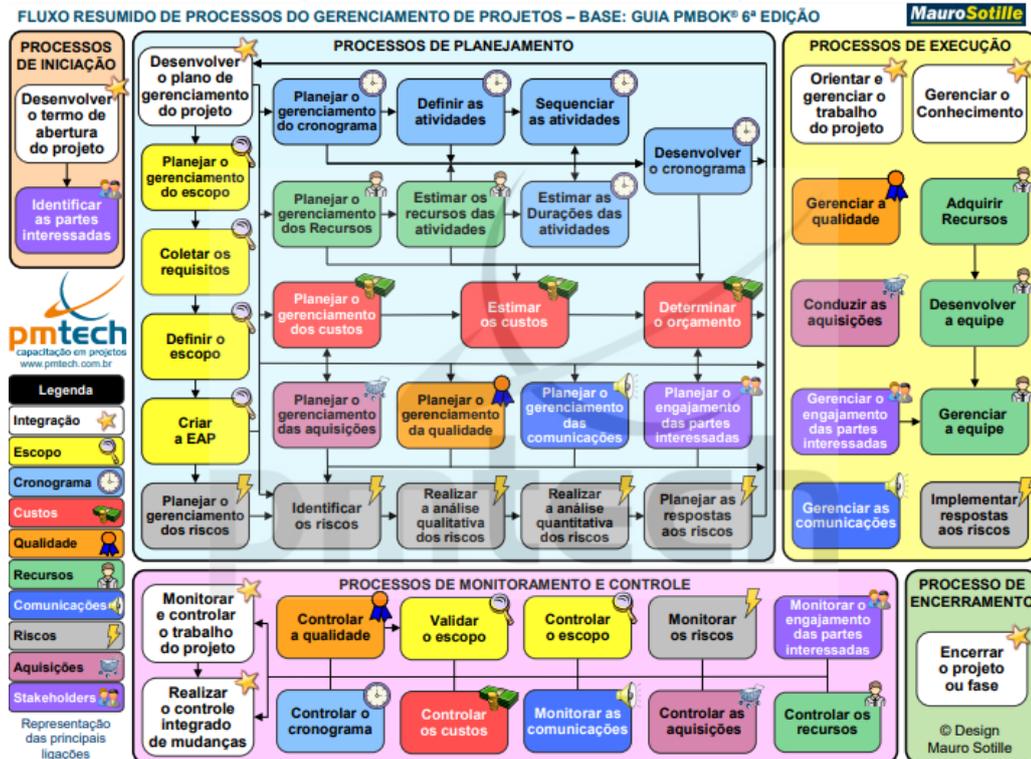


Fonte: Espinha, 2015.

2.2.1. PMBOK

O Project Management Body of Knowledge (PMBOK) consiste em um conjunto completo de processos, práticas recomendadas, terminologias e diretrizes aceitas como padrão no setor de gerenciamento de projetos (PMI, 2018). O PMBOK é considerado valioso para as empresas, pois as ajuda a padronizar práticas em vários departamentos, adaptar processos para atender a necessidades específicas e prevenir falhas de projeto.

Figura 04: Processos do PMBOK da 6ª. Edição



Fonte: SOTILLE, 2022.

De acordo com o PMI (2018), existem 10 grandes áreas do conhecimento que precisam ser gerenciadas durante a gestão de um projeto.

Para uma compreensão mais detalhada dos processos a figura 04, apresenta de forma visual o Manual Prático do Plano de Projeto, uma ferramenta essencial para orientar e facilitar o desenvolvimento de projetos.

a) Áreas de Conhecimento na Interface Ambiental

A interface entre as áreas de conhecimento do PMBOK e projetos ambientais é crucial para garantir o sucesso e a sustentabilidade de iniciativas que impactam o meio ambiente. Ao aplicar os princípios da Gestão da Integração do Projeto, os gestores ambientais podem coordenar efetivamente as diversas atividades e processos necessários para alcançar os objetivos ambientais estabelecidos.

Na interface ambiental, várias áreas de conhecimento do PMBOK podem ser aplicadas para gerenciar projetos relacionados ao meio ambiente. Algumas dessas áreas incluem como denota na figura 05.

Figura 05: Relação das áreas do conhecimento do PMBOK na interface ambiental



Integração	Envolve coordenar todas as áreas de conhecimento e processos relacionados ao projeto ambiental para garantir que os objetivos sejam alcançados de forma integrada
Escopo	Define e controla o que está incluído e excluído do projeto ambiental, considerando todos os requisitos ambientais e regulamentações pertinentes
Tempo	Planeja e controla o cronograma do projeto, considerando prazos importantes relacionados a questões ambientais, como licenciamentos, monitoramentos, e mitigação de impactos
Custo	Estima, orça e controla os custos associados ao projeto ambiental, incluindo despesas para conformidade regulatória, tecnologias ambientais, e medidas de mitigação
Qualidade	Garante que os produtos e entregas do projeto atendam aos requisitos ambientais e padrões de qualidade estabelecidos, minimizando impactos negativos no meio ambiente
Recursos Humanos	Envolve o planejamento, aquisição e desenvolvimento da equipe de projeto, incluindo profissionais com conhecimento específico em questões ambientais
Comunicações	Garante uma comunicação eficaz entre todas as partes interessadas do projeto, incluindo autoridades regulatórias, comunidades locais e grupos ambientais
Riscos	Identifica, avalia e responde aos riscos ambientais que podem afetar o sucesso do projeto, adotando medidas preventivas e planos de contingência apropriados
Aquisições	Seleciona e gerencia fornecedores e contratos relacionados a produtos e serviços ambientais necessários para o projeto.
Partes Interessadas	Identifica e engaja todas as partes interessadas relevantes para o projeto ambiental, incluindo grupos comunitários, ONGs ambientais e órgãos regulatórios

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

3. O contexto fluminense

Rio de Janeiro é um dos estados localizados na região Sudeste do Brasil. Com 92 municípios, faz fronteira com Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo e o Oceano Atlântico. Sua extensão territorial é de 43.750,425km² (IBGE,2022). Reconhecido pela sua variedade geográfica, o estado destaca-se por suas paisagens litorâneas, montanhosas, florestas tropicais e cidades densamente povoadas. A economia fluminense é diversificada, com foco no turismo, indústria petrolífera, comércio, serviços, sendo a cidade um relevante centro financeiro e comercial do país. Apesar de sua beleza natural, o estado enfrenta desafios

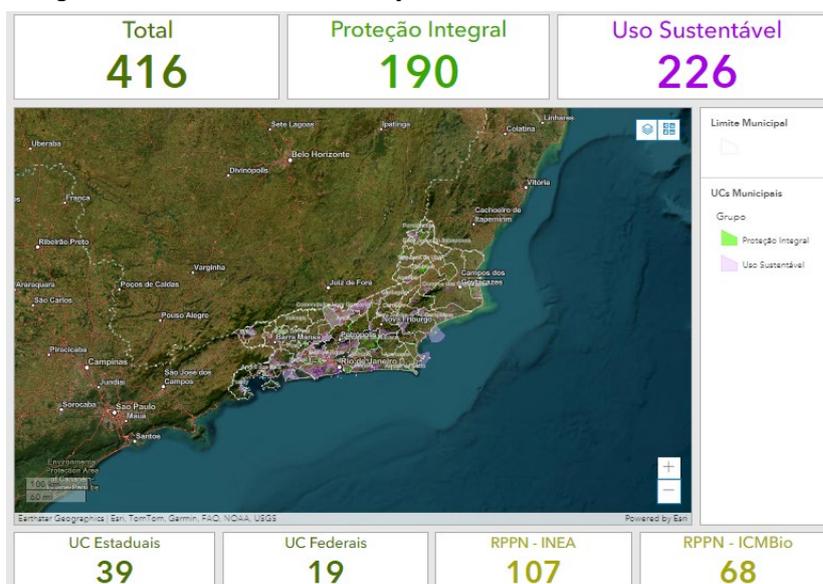
sociais, como a desigualdade econômica, a violência urbana, problemas de infraestrutura e questões ambientais decorrentes do crescimento desordenado das cidades e da poluição.

3.1. A Relevância da gestão ambiental

Segundo Diamond (2005), a maneira de gerir a utilização desses recursos é o fator que pode acentuar ou minimizar os impactos, levando ao sucesso ou ao fracasso de determinadas sociedades.

No Estado do Rio de Janeiro, a preservação ambiental desempenha um papel fundamental diante da rica biodiversidade e dos desafios existentes. Diferentes ecossistemas desempenham funções vitais, como o controle do clima e a purificação da água. Contudo, a crescente urbanização e industrialização resultam em impactos ambientais negativos, como poluição e degradação dos habitats. Assim, com a intenção de ampliar a preservação ambiental no estado fluminense, a Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS) implementou o Programa de Apoio às Unidades de Conservação Municipais (ProUC), por meio da Resolução SEA nº 130, de 28 de outubro de 2009. Esse programa visa oferecer suporte técnico e assistência aos 92 municípios, acompanhando seus processos, capacitando gestores e orientando a correta implantação e funcionamento das unidades de conservação. Assim, busca-se proteger essas áreas e promover o desenvolvimento sustentável em todo o território fluminense. Conforme figura 06.

Figura 06: Unidades de Conservação ativas no Estado do Rio de Janeiro



Fonte: Prouc.ambiente.rj.gov.br, 2024.

3.2. O Gerenciamento eficaz de projetos ambientais através do PMBOK

Segundo Do Valle (2015), O gerenciamento de projetos, ocorre por meio de processos que se sobrepõem e interagem de diferentes maneiras e garantem o fluxo eficaz do projeto ao longo de sua existência, sendo formados por um conjunto de ações e atividades logicamente inter-relacionadas.

No estado do Rio de Janeiro, onde questões ambientais muitas vezes estão interligadas com desafios urbanos, industriais e de conservação de ecossistemas naturais, a gestão eficiente de projetos ambientais torna-se ainda mais essencial.

O PMBOK desempenha um papel crucial na gestão de projetos ambientais, pois proporciona um nível elevado de controle, monitoramento e segurança na administração dos projetos. Além disso, possibilita análises mais precisas e fundamentadas. O gerenciamento de projetos conforme as diretrizes do PMBOK são estruturadas em cinco grupos de processos que orientam as práticas na área. Conforme denota na figura 07.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Em que, na perspectiva da iniciação, é importante identificar a necessidade do projeto ambiental e definir seus objetivos. Já o planejamento, é fundamental para definir as estratégias e ações necessárias para atingir os objetivos. Na execução, as atividades planejadas são colocadas em prática. Durante toda a execução do projeto, é essencial monitorar continuamente seus resultados e fazer ajustes conforme necessário. Já na fase de encerramento, inclui a elaboração de relatórios finais, a avaliação do desempenho e a celebração de conquistas.

3.3. Obstáculos na execução de projetos com base em fatores sustentáveis

Compreender a realização do projeto é essencial para qualquer grupo de trabalho ou indivíduo que almeje atingir o êxito. A realização eficiente é o aspecto fundamental que converte ideias abstratas em algo concreto e palpável.

Gouvêa, Ruzynski, Bordalo e Castor (2019) diz que, a natureza dos problemas associados a projetos é de ordem mais diversa, mas há uma série deles mapeados como mais comuns em projetos, dentre os quais se destacam: complexidade do projeto, gerenciamento ineficiente ou amador, excesso de conflito entre os membros da equipe, falta de planejamento ou planejamento deficiente, objetivos mal definidos, excesso de alteração de escopo, incertezas e riscos, mudanças tecnológicas, estimativas de prazo e custo mal elaboradas e falta de controle ou controle ineficiente.

Dentro ao que remete aos fatores ambientais. Podem ser subdivididos em categorias. Sendo, ambiente cultural e social, cultura organizacional e ambiente físico. Desta forma, com base no contexto fluminense, podemos destacar alguns pontos de entraves em relação a projetos, conforme quadro 01.

Quadro 01: Fatores como obstáculos na execução de projetos ambientais

Categoria	Causa	Consequência
Ambiente Físico	Infraestrutura inadequada	A infraestrutura deficiente pode dificultar a implementação de projetos sustentáveis.
Cultura Organizacional	Falta de recursos financeiros	A implementação de projetos sustentáveis muitas vezes requer investimentos significativos, e a falta de recursos financeiros pode ser um grande obstáculo.
Cultura Organizacional	Burocracia e regulamentações	A burocracia excessiva e as regulamentações complicadas podem atrasar ou dificultar a execução de projetos sustentáveis.
Ambiente Cultural e Social	Falta de conscientização e engajamento da população	A falta de conscientização sobre questões ambientais e sustentabilidade pode levar a uma falta de apoio da população aos projetos sustentáveis, dificultando sua implementação.
Cultura Organizacional	Interesses comerciais e políticos	Interesses comerciais e políticos muitas vezes entram em conflito com os objetivos da sustentabilidade, o que pode dificultar a implementação de projetos sustentáveis.
Ambiente Físico	Impactos das mudanças climáticas	O estado do Rio de Janeiro é suscetível a eventos climáticos extremos, como enchentes e deslizamentos de terra, que podem representar desafios adicionais para a implementação de projetos sustentáveis.
Ambiente Cultural e Social	Desigualdades sociais	As desigualdades sociais podem criar barreiras para a implementação de projetos sustentáveis, pois nem todas as comunidades têm acesso igual aos recursos necessários.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

3.4. Efetividade de projetos precursores

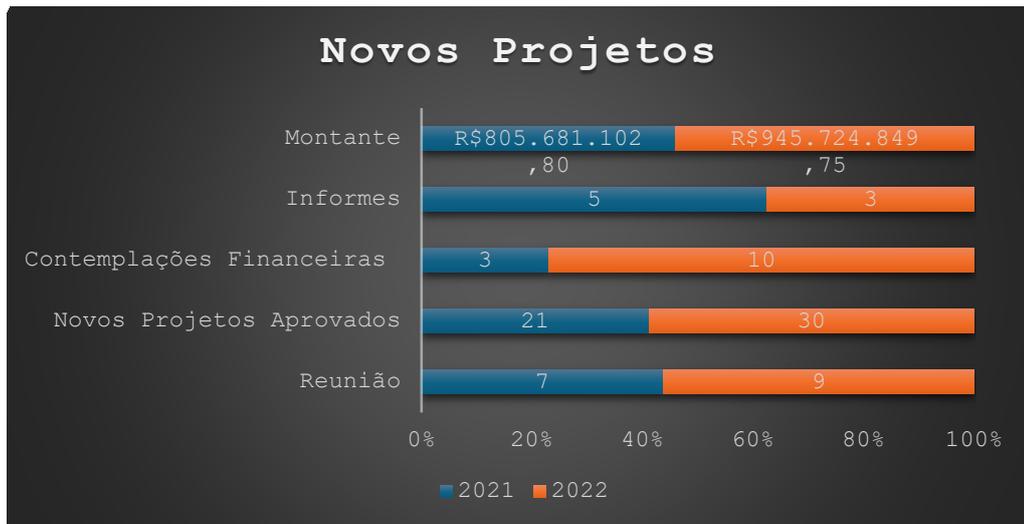
A análise da efetividade de projetos ambientais no Estado do Rio de Janeiro deve levar em consideração uma série de fatores, incluindo o cumprimento da legislação ambiental, a preservação de áreas protegidas, a gestão de resíduos, o desenvolvimento urbano sustentável, a educação ambiental e o monitoramento contínuo dos resultados.

Com isso, tem-se o fundo estadual de conservação ambiental e desenvolvimento urbano (FECAM), criado pela Lei 1060 de 10 de novembro de 1986, financia projetos ambientais e urbanos no Rio de Janeiro. Seus recursos vêm dos royalties do petróleo, multas e condenações ambientais. A gestão é feita por um Conselho Superior, presidido pelo titular da Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS) e inclui representantes de várias secretarias e instituições. O FECAM atua no financiamento de projetos, e apoia iniciativas em gestão ambiental, infraestrutura e fortalecimento das instituições de controle ambiental em todo estado do Rio de Janeiro.

Através da análise dos últimos relatório anuais da FECAM entre o período 2021-2022, destaca-se dois pontos, sendo os novos projetos e banco de projetos. Em que, os dados mostram tanto avanços significativos quanto áreas que necessitam de atenção.

Na figura 08, os dados referentes aos novos projetos demonstram insights sendo, pontos positivos, o aumento do número de aprovados, maior alocação de recursos e aumento na contemplação financeira. Já como negativo, redução nos informes, desafios na execução e gestão e necessidade de avaliação contínua.

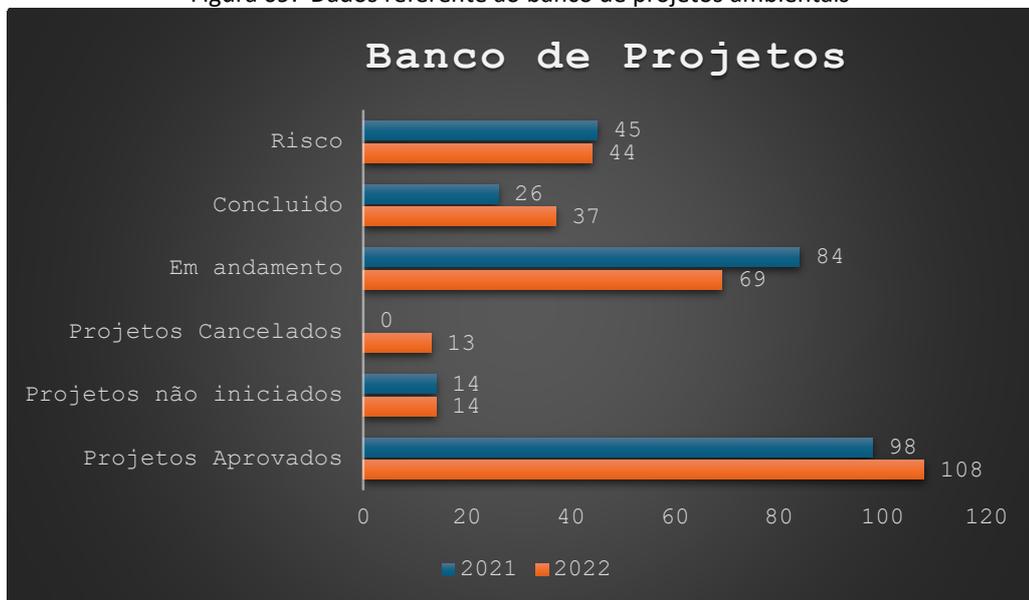
Figura 08: Dados referente a novos projetos ambientais



Fonte: Fecam.rj.gov

A figura 09, destaca os dados do banco de projetos, apontando aspectos positivos como o aumento de projetos concluídos, a estabilidade dos projetos não iniciados e a leve redução dos projetos em risco. Como pontos negativos, menciona o aumento de projetos cancelados, o que pode sugerir falhas no planejamento ou na viabilidade, além da redução no andamento dos projetos, possivelmente devido a atrasos ou dificuldades na implementação, o que compromete o alcance de metas a curto prazo. Também há desafios na gestão devido ao número constante de projetos não iniciados e em risco.

Figura 09: Dados referente ao banco de projetos ambientais



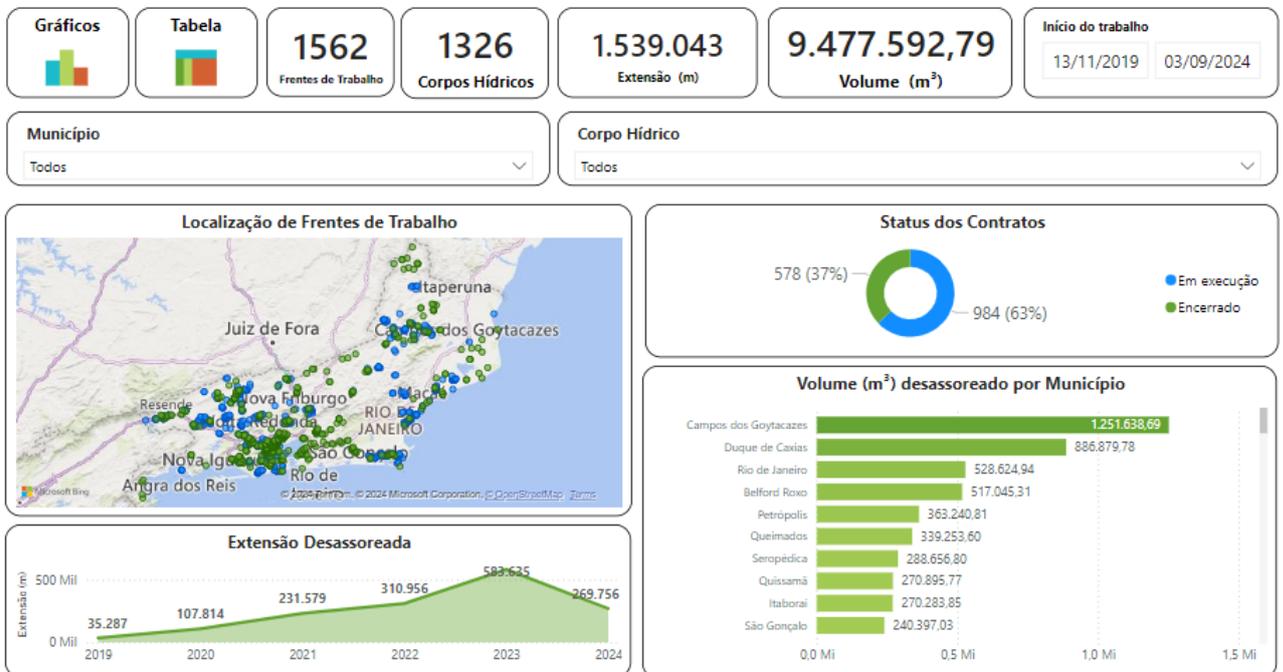
Fonte: Fecam.rj.gov

Segundo Schiavo e Moreira (1997) apud Dornelles (2011), um projeto pode ser eficaz sem ser eficiente e efetivo; eficaz e eficiente, mas não efetivo; eficaz e efetivo, sem ser eficiente. É difícil, porém, encontrar-se os três atributos num mesmo projeto.

Dos projetos ambientais aplicados através do FECAM. Destaca-se o projeto limpa Rio. Desenvolvido no estado do Rio de Janeiro, é uma iniciativa da Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS) em parceria com o Instituto Estadual do Ambiente (INEA). O objetivo principal do projeto é a limpeza e desobstrução de rios, canais e córregos em diversas regiões do estado, visando prevenir enchentes, melhorar a qualidade da água e promover a revitalização ambiental dessas áreas.

Conforme figura 10, o dashboard do Projeto Limpa Rio apresenta um resumo das atividades de limpeza e desassoreamento de corpos hídricos no estado do Rio de Janeiro iniciado em 2019. Até setembro de 2024, 1.539.043 metros foram desassoreados, com um volume de 9.477.592,79 m³ de sedimentos removidos. Sendo, Campos dos Goytacazes o município com maior volume desassoreado, seguido por Duque de Caxias e Rio de Janeiro (INEA,2024).

Figura 10: Dashboard Projeto Limpa Rio



Fonte: INEA (2024)

O projeto de desassoreamento no estado do Rio de Janeiro apresenta aspectos positivos, como a remoção significativa de 9,47 milhões de m³ de sedimentos e o avanço em 63% dos contratos. No entanto, 37% das frentes de trabalho ainda estão em execução, sugerindo possíveis atrasos, e a concentração dos esforços em algumas regiões pode gerar desigualdade na distribuição dos benefícios entre os municípios.

3.5. Grau de envolvimento dos Stakeholders

Segundo Goldschmidt e Rocha (2010), os stakeholders são os públicos de interesse, grupos ou indivíduos que afetam e são significativamente afetados pelas atividades da organização: clientes, colaboradores, acionistas, fornecedores, distribuidores, imprensa, governo, comunidade, entre outros.

Já o PMI (2021) diz que, os projetos são realizados por pessoas e para pessoas. Esse domínio de desempenho envolve trabalhar com as partes interessadas para manter o alinhamento e o envolvimento com elas para promover relacionamentos positivos e satisfação. As partes interessadas incluem indivíduos, grupos e organizações. Um projeto pode ter um pequeno grupo de partes interessadas ou potencialmente milhões de partes interessadas. Pode haver diferentes partes interessadas em diferentes fases do projeto, e a influência, o poder ou os interesses das partes interessadas podem mudar à medida que o projeto se desenrola.

Desta forma, trazendo para a questão da implementação de projeto de gestão ambiental. Temos os stakeholders conforme figura 11.

Figura 11: Stakeholders na implementação de um projeto no estado do Rio de Janeiro



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2024.

Com os stakeholders identificados. O quadro 02 apresenta a análise a partir da matriz de interesse e poder, a fim de avaliar o grau de impacto e envolvimento sobre os projetos ambientais.

Quadro 02: Matriz de Interesse e Poder

Stakeholder	Interesse	Poder	Estratégia
Governo Estadual e Municipal	Alto	Alto	Manter informados e engajados
Empresas e Indústrias Locais	Médio	Médio	Monitorar e envolver quando necessário
Comunidade Local	Alto	Baixo	Informar e consultar
ONGs Ambientais	Alto	Médio	Manter envolvidos e ouvir feedback
Universidades e Instituições de Pesquisa	Médio	Baixo	Colaborar para obter expertise técnica
Consultorias e Engenharia Ambiental	Médio	Médio	Colaborar na execução do projeto
População em Geral	Baixo	Baixo	Informar sobre impactos gerais
Ministério Público Estadual	Médio	Alto	Manter informados e em conformidade legal

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Deste modo, o grau de envolvimento dos stakeholders em projetos ambientais varia de acordo com o papel e a influência de cada um no processo. Governos, empresas privadas, ONGs e comunidades locais, por exemplo, podem atuar como facilitadores ou até como

obstáculos, dependendo de seus interesses e prioridades. Enquanto alguns stakeholders estão diretamente engajados em iniciativas de preservação e cumprimento de regulamentações ambientais, outros podem apresentar resistências por conta de custos ou mudanças operacionais. Assim, a articulação e o diálogo entre os envolvidos tornam-se essenciais para garantir o sucesso de qualquer projeto ambiental, especialmente em um cenário de desafios econômicos e sociais, como o encontrado no estado do Rio de Janeiro.

4. Considerações finais

A análise dos resultados dos projetos de gestão ambiental no Estado do Rio de Janeiro evidencia uma série de aprendizados, especialmente no que diz respeito ao alinhamento entre os objetivos de sustentabilidade e as diretrizes propostas pelo PMI. A partir dos dados analisados, observou-se que, embora muitos projetos tenham sido concluídos com sucesso, diversos obstáculos, como a burocracia, a falta de recursos e o engajamento limitado da população, representam desafios recorrentes na execução de iniciativas ambientais.

Uma boa prática identificada para superar esses desafios é a integração de stakeholders desde as fases iniciais do projeto. Ao envolver comunidades locais, organizações governamentais e não governamentais, o apoio ao projeto tende a aumentar, promovendo maior adesão às práticas de sustentabilidade. A criação de planos de comunicação detalhados, conforme recomenda o PMI, também se mostra essencial para garantir que todos os envolvidos no projeto estejam alinhados quanto às metas e prazos estabelecidos, minimizando problemas de comunicação que podem atrasar o andamento dos projetos.

Assim como, o uso de ferramentas de monitoramento e controle contínuo que permite ajustes em tempo real, garantindo maior eficiência na entrega dos resultados e a mitigação dos impactos ambientais. O PMI destaca a importância do monitoramento não apenas dos resultados esperados, mas também da qualidade das entregas, algo essencial para garantir que os objetivos de sustentabilidade sejam atingidos em cada fase dos projetos.

A adoção de tecnologias inovadoras também são estratégias utilizadas com sucesso nos projetos. Em que, garantem maior eficácia na execução e na mitigação dos riscos ambientais. Por fim, a gestão eficaz dos riscos se mostra uma prática indispensável. A elaboração de planos de contingência para lidar com esses riscos é crucial para assegurar que, mesmo diante de imprevistos, o projeto possa seguir adiante com o mínimo de perdas.

A implementação de projetos de gestão ambiental no Estado do Rio de Janeiro apresenta desafios significativos, dada a complexidade de seu contexto socioeconômico e ambiental. Entretanto, o uso de boas práticas baseadas no PMBOK demonstrou ser uma estratégia eficiente para enfrentar tais desafios. Os resultados mostram que a adoção de metodologias estruturadas, como as sugeridas pelo PMI, pode proporcionar não apenas uma execução mais eficiente, mas também garantir que os objetivos de sustentabilidade sejam alcançados de forma integrada e alinhada com as necessidades locais. A aplicação de boas práticas de gestão de projetos demonstrou ser fundamental para a maximização dos recursos e a minimização dos impactos ambientais. Com isso, este estudo reforça a

importância de se continuar investindo na capacitação dos gestores de projetos ambientais e na adoção de metodologias consolidadas para garantir a viabilidade e o sucesso dos projetos de gestão ambiental no estado. Em que, o futuro da preservação ambiental e do desenvolvimento sustentável no Rio de Janeiro depende do contínuo aprimoramento.

Referências

ARAÚJO, Tânia Maria Nóbrega de. **Gestão de projetos: as dificuldades de gerir projetos em pequenos municípios**. 2021.

BARBIERI, José C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2 ed. Atual e ampliada. São Paulo: Saraiva, 2007.

BARBIERI, José Carlos; SILVA, Dirceu da. **Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios**. RAM. Revista de Administração Mackenzie, v. 12, p. 51-82, 2011.

BARSANO, Paulo R.; BARBOSA, Rildo P. **Gestão Ambiental**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788536521596. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536521596/>. Acesso em: 23 set. 2024.

BRASIL. Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado do Ambiente. **Resolução SEA n.º 130**, de 28 de outubro de 2009. Estabelece normas e diretrizes para a gestão ambiental no Estado do Rio de Janeiro. Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro, 2009.

BRASIL. **Lei Complementar nº 140**, de 8 de dezembro de 2011

BRASIL. Política Nacional de Meio Ambiente. **lei Federal 6.938/81**

CARVALHO, Marly M. **Fundamentos em Gestão de Projetos - Construindo Competências para Gerenciar Projetos**. Rio de Janeiro: Atlas, 2018. E-book. ISBN 9788597018950. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597018950/>. Acesso em: 28 set. 2024.

CAVALCANTI, Francisco Rodrigo P.; SILVEIRA, Jarbas A N. **Fundamentos de Gestão de Projetos**. Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788597005622. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597005622/>. Acesso em: 24 abr. 2024.

CRUZ, Fábio. **Scrum e PMBOK unidos no Gerenciamento de Projetos**. Brasport, 2013.

MOTTA, Ana Carolina de Gouvêa Dantas; HECKSHER, Ruszynski; BORDALO, Rafael; ARAÚJO Robson; CASTOR, Emiliano Carlos Serpa. **Problemas e riscos enfrentados em projetos de rollout global do ERP sap. p2p e inovação**. rio de janeiro, rj, disponível em: <https://revista.ibict.br/p2p/article/view/4556>. acesso em: 5 out. 2024.

DIAMOND, Jared. **Colapso: como sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso**. São Paulo, Record, 2005. 686p.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental - Responsabilidade Social e Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788597011159. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597011159/>. Acesso em: 23 set. 2024.

DORNELLES, Cláudio Turene Almeida. **Avaliação das ações e da efetividade de projetos socioambientais: uma análise do projeto Mogi-Guaçu**. Diss. Universidade de São Paulo, 2011.

ESPINHA, Roberto Gil. **O que é o ciclo de vida de um projeto + exemplos práticos**. Artia, 2015. Disponível em: <https://artia.com/blog/ciclo-de-vida-de-um-projeto/>. Acesso em: 4 out. 2024.

GOLDSCHMIDT, Andrea; ROCHA, Thelma V.; CARDOSO, Roberta de C.; et al. **Gestão dos Stakeholders - Como Gerenciar o Relacionamento e a Comunicação Entre a Empresa e seus públicos de interesse**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2010. E-book. ISBN 9788502117181. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502117181/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: **Rio de Janeiro**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/panorama>. Acesso em: 5 out. 2024.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Ambiente +**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/ambiente-mais/>. Acesso em: 5 out. 2024.

OLIVEIRA, José A. de. **Sistema de Gestão Ambiental (SGA)**. Batatais, SP: Claretiano, 2014.

PMI. Project Management Institute. **Um Guia Do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos: Guia PMBOK**. 6. ed. Project Management Institute, 2018. 756 p.

PMI. Project Management Institute. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. 7 th edition. Project Management Institute, 2021. 370 p.

RIO DE JANEIRO. **Lei nº 1060**, de 10 de novembro de 1986. Institui o Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano (FECAM).

SOTILLE, Mauro. **Planilha de processos do Guia PMBOK® 6a Edição**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://dicaspmp.pmtech.com.br/tag/pmbok/>. Acesso em: 5 out. 2024.

VALLE, André Bittencourt do; CIERCO, Agliberto Alves; SOARES, Carlos Alberto Pereira; FINOCCHIO JUNIOR, José. **Fundamentos do gerenciamento de projetos**. Editora FGV, 2015.

VASCONCELOS, Ana Clara Santos, LEMOS, Leticia Gomes. **Responsabilidade penal da pessoa jurídica nas leis de crimes ambientais**. Revista Jurídica do Nordeste Mineiro 1.1 (2022).



Gestão & Gerenciamento

A IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA INTEGRADA NO GERENCIAMENTO DE RECURSOS DO SETOR DE ÓLEO E GÁS.

*THE IMPORTANCE OF INTEGRATED LOGISTICS IN RESOURCE
MANAGEMENT IN THE OIL & GAS SECTOR.*

Adriander Ferreira da Silva

Engenheiro de Produção; Pós-graduando em Gestão e Gerenciamento, NPPG – UFRJ; Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

a.ferreira7@hotmail.com

Carlos Henrique Berrini da Cunha

Doutorado em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, PPGCTIA – UFRRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

chbcunha@gmail.com

Resumo

A Logística Integrada desempenha um papel fundamental no gerenciamento de recursos de projetos. Diante do cenário desafiador do setor de óleo e gás no Brasil, é de suma importância garantir que os materiais, equipamentos e suprimentos necessários sejam entregues de maneira eficiente e no tempo adequado. Este artigo explora a importância da logística integrada na indústria de óleo e gás, trazendo à luz o papel do transporte de apoio marítimo, o qual é a força motriz para funcionamento do setor no país. O transporte marítimo desempenha um papel importante e tem em seus desafios, a distância das operações em relação à costa, a natureza especializada dos equipamentos e a imprevisibilidade das condições climáticas, que tornam a logística um fator crítico para o sucesso do projeto. A interligação entre transporte, armazenagem, suprimentos e gestão de estoque é crucial para manter a continuidade das operações e reduzir custos. Além disso, a transição energética global e a crescente demanda por fontes de energia sustentáveis aumentam ainda mais a necessidade de uma gestão eficiente e integrada da cadeia de suprimentos. Este estudo visa demonstrar como a integração logística pode ser um diferencial competitivo no gerenciamento de projetos offshore, impactando diretamente a eficiência operacional e o sucesso dos empreendimentos deste ramo.

Palavras-chave: Logística integrada, gerenciamento de recursos, óleo e gás, transporte marítimo, Fourth-party Logistics (4 PL).

Abstract

Integrated Logistics plays a key role in project resource management. Given the challenging scenario in the oil and gas sector in Brazil, it is extremely important to ensure that the necessary materials, equipment and supplies are delivered efficiently and on time. This article explores the importance of integrated logistics in the oil and gas industry, bringing to light the role of maritime support transport, which is the driving force for the sector's functioning in the country. Maritime transport plays an important role and has its challenges, the distance of operations from the coast, the specialized nature of the equipment and the unpredictability of weather conditions, which make logistics a critical factor in the success of the project. The interconnection between transportation, storage, supplies and inventory management is crucial to maintaining the continuity of operations and reducing costs. Furthermore, the global energy transition and the growing demand for sustainable energy sources further increase the need for efficient and integrated supply chain management. This study aims to demonstrate how logistics integration can be a competitive differentiator in the management of offshore projects, directly impacting the operational efficiency and success of projects in this field.

Keywords: *Integrated logistics, resource management, oil and gas, maritime transport, Fourth-party Logistics (4 PL).*

1 Introdução

A cadeia produtiva do setor de exploração e produção (E&P) de óleo e gás no Brasil, é uma das mais complexas e exigentes do mundo. Com processos robustos e alta demanda tecnológica, o setor possui uma dinâmica com muitos atores, e é caracterizada por altos investimentos, grandes desafios logísticos e altos riscos ambientais. Diante desta complexidade, a inovação tecnológica, a segurança de pessoas e processos, a sustentabilidade e responsabilidade social, estão cada vez mais presentes na gestão das operações. Gerir projetos neste setor, que sofre com a pressão global da redução da pegada

de carbono¹, tem sido cada vez mais desafiador para os gestores de projetos. Conforme Acordo de Paris assinado na COP21, na França, segundo o site do Ministério do Meio Ambiente do Brasil (2024), “foi adotado um novo acordo com o objetivo central de fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima e de reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças.” Ou seja, por consequente, um projeto competitivo é aquele voltado para a contribuição de uma economia mais verde e sustentável, exigindo maior capacidade de gestão por meio de um sistema integrado.

O setor de óleo e gás está em constante mobilização, visando o desenvolvimento de tecnologias e soluções, frente as crescentes exigências do mercado mundial. A exemplo disto, a transição energética global, que é um componente crucial no plano estratégico das principais empresas do setor, está trazendo a luz a importância de práticas eficientes de gestão de recursos para se alcançar metas sustentáveis, ou seja, com baixa emissão de carbono, sob a ótica da Responsabilidade Ambiental, Social e Governamental (ASG). A falta de uma gestão eficiente pode, não apenas, causar atrasos e custos adicionais, mas também comprometer a confiabilidade do fornecimento, afetando diretamente a operação e a reputação de uma companhia. Um dos facilitadores do funcionamento deste setor é a logística, em específico com atuação estratégica via modal marítimo, pois o meio característico de exploração é pelo mar onde se localizam a maioria reservas até então encontrada no país. O mercado de óleo e gás no país, é majoritariamente movimentado pelo mar, e não obstante nos últimos anos o Brasil foi pioneiro no mundo na exploração de petróleo em águas profundas ultra profundas, com a descoberta do pré-sal em 2006 pela Petrobras. Diante disso, o modal de transporte marítimo, o qual oferece apoio ao setor, possui um vasto campo a ser estudado e desenvolvido, pela sua necessidade vital para o setor, somando-se aos altos investimentos em tecnologia e inovação para atendimento a alta demanda nacional.

Hoje, a produção em águas ultraprofundas já é uma realidade consolidada e assume um papel importante na transição energética global. Afina, os poços do pré-sal são de altíssima produtividade e seu petróleo tem a menor emissão de gases poluentes do setor. (PETROBRAS, 2024)

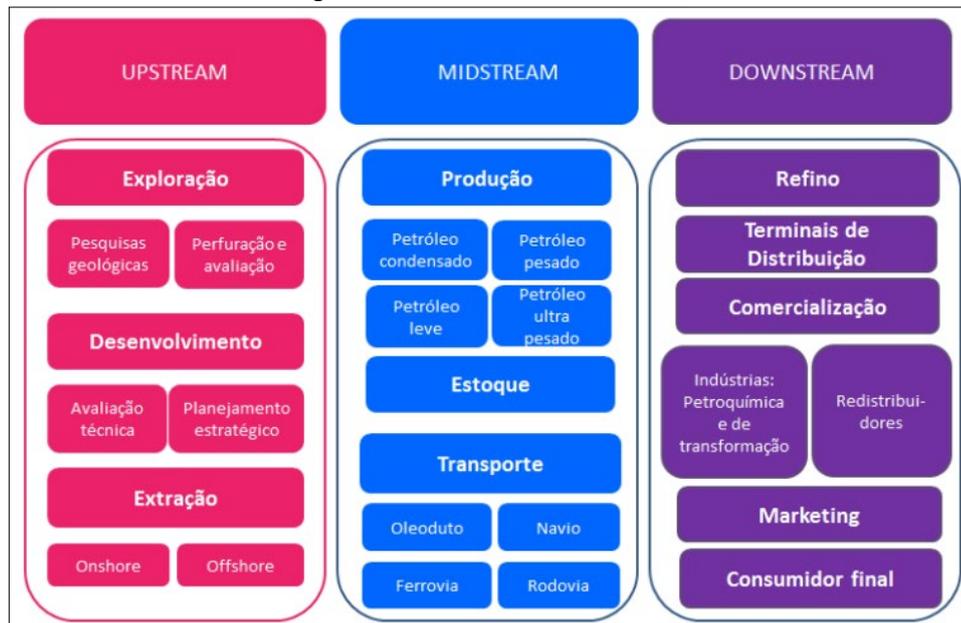
Basicamente, este setor se divide em dois segmentos que constituem a cadeia produtiva: o *upstream* e o *downstream*. O segmento *upstream*, envolve as fases de exploração, desenvolvimento e produção, no qual são utilizadas diversas tecnologias, exigindo alto nível de conhecimento e multidisciplinaridade de seus atores. Já o *downstream*, do ponto de vista comercial, abrange as etapas de transporte, refino e distribuição do petróleo. Enquanto o segmento *upstream* gera efeitos positivos sobre a gama de fornecedores de máquinas e equipamentos, o segmento *downstream* possui efeitos de crescimento sobre a indústria química, com combustíveis, indústria logística de transportes dos modais disponíveis, entre outras áreas da sociedade.

O upstream compreende as atividades de exploração e produção de petróleo, podendo ser em terra (onshore) ou no mar (offshore). Downstream é um termo usado para definir, essencialmente, as atividades de transporte, comercialização e refino de petróleo e ainda transporte e comercialização de derivados de petróleo. (SILVA, 2012, p. 34).

¹ Indicador ambiental que mede a quantidade de gases de efeito estufa.

Além desses dois segmentos, algumas literaturas trabalham um terceiro segmento que é *midstream*. Em resumo, segundo Silva (2012) quando se divide a cadeia de suprimento em três segmentos, a divisão é feita do seguinte modo: *upstream* se relaciona à produção de petróleo, *midstream* se relaciona ao processamento de petróleo e o *downstream* compreende a logística de vendas dos derivados acabados. Cabe ressaltar que não será explorado o segmento de *midstream*, apesar deste ser o segmento que contém atividade chave de transporte, pois se refere ao transporte do petróleo e gás produzidos. Este artigo tratará da cadeia logística, que se compõe através dos modais terrestres, aéreo e marítimo, que suporta as operações marítimas, sendo este último modal o objeto de estudo desta pesquisa.

Figura 1 - Atividades-chave do setor.



Fonte: Araruna Jr e Burlini, 2013.

Dentre os desafios no setor, destaca-se a cadeia de suprimentos, que eleva o nível do Gerenciamento de Recursos. Em outras palavras, a logística offshore é complexa, pois conta com um sistema de suprimentos que inclui equipamentos especializados (plataformas, cabos submarinos, navios), além de demandar de transportes eficientes por modais marítimo, terrestre e aéreo. Diante deste cenário desafiador, a logística integrada é fundamental para garantir o sucesso da gestão dos recursos, garantindo a continuidade dos projetos, evitando interrupções na cadeia de suprimentos e otimizando a logística de materiais e equipamentos. Quando aplicada ao gerenciamento de projetos, essa prática se estende ao controle dos recursos necessários para a execução do projeto. A interdependência entre logística e gerenciamento de recursos de um projeto ressalta a importância de abordagens integradas e estratégias bem definidas (NOVAES, 2021). Desta forma, a área de Gerenciamento de Recursos, uma das áreas de conhecimento do *Project Management Body of Knowledge* - PMBOK (PMI, 2021), tem um papel vital, pois o controle adequado dos recursos pode determinar o sucesso ou fracasso de um projeto, segundo Vargas (2018). A falta de uma gestão eficiente pode levar a atrasos, aumento de custos e desperdício de

recursos, comprometendo o alcance dos objetivos do projeto (CARVALHO; RABECHINI JR., 2011).

2 Metodologia

Este artigo explora a importância da integração logística para o gerenciamento de recursos de um projeto do setor de óleo e gás do Brasil, destacando o transporte de apoio marítimo e suas práticas eficazes na otimização da transferência e alocação de recursos, garantindo o atendimento aos prazos determinados, e gerando competitividade para as companhias do setor examinado neste estudo.

Por meio de uma abordagem metodológica qualitativa, com revisão bibliográfica sobre o tema, fundamentou-se na necessidade de compreender, de maneira aprofundada e contextualizada, as dinâmicas que envolvem a logística integrada no contexto do setor de óleo e gás. A escolha pela pesquisa bibliográfica é sustentado na importância de construir um estudo teórico e atualizado, que articule conceitos de logística integrada e gestão de projetos, trazendo à luz o setor de apoio marítimo brasileiro. Esse método possibilita a sistematização do conhecimento existente, a identificação de lacunas teóricas e a geração de ideias fundamentadas para futuras aplicações práticas e acadêmicas. Assim, a combinação dessas abordagens não apenas reforça o rigor metodológico, mas também amplia a relevância científica do estudo.

Busca-se analisar como práticas eficazes da logística integrada podem otimizar as operações offshore considerando o transporte de apoio marítimo, minimizando desperdícios e contribuindo para o sucesso de um projeto. Além disso, pretende-se explorar a interdependência entre a logística integrada e a área de gerenciamento de recursos do projeto, destacando a importância de abordagens integradas e estratégias bem definidas para enfrentar os desafios operacionais e logísticos específicos deste setor, via apresentação de caso com uso de logística integrada no cenário nacional.

O objetivo geral desta pesquisa é investigar a importância da logística integrada no gerenciamento de recursos do projeto, tendo com objetivos específicos: analisar a literatura existente sobre a aplicação de logística integrada em projetos do setor de óleo e gás; avaliar mediante uma visão abrangente o quanto as práticas de logística integrada, através do transporte de apoio marítimo, podem melhorar a efetividade (eficiência e a eficácia) dos projetos; investigar linhas de atuação nacional que fazem uso da logística integrada. A importância deste estudo se reflete na possibilidade de otimização dos processos, redução de custos e aumento da competitividade organizacional para companhias e organizações deste setor que enfrenta desafios únicos.

O desenvolvimento foi por uma abordagem com análise qualitativa de estudo de caso desempenhado por projeto no setor de óleo gás no Brasil. A pesquisa envolveu consulta a uma variedade de fontes bibliográficas, incluindo livros, artigos científicos nacionais, trabalhos acadêmicos e arquivos eletrônicos. Essa abordagem permitiu uma investigação abrangente e detalhada para compreender como práticas de logística integrada impactam em uma das áreas de conhecimento do PMBOK que é Gerenciamento de Recursos em projetos específicos, proporcionando uma análise para dar apoio as conclusões apresentadas neste estudo. Após a coleta, os dados foram analisados mediante uma análise

de conteúdo, permitindo a identificação de padrões, tendências e lacunas na literatura existente. Essa pesquisa é do tipo bibliográfica, isto é, uma metodologia que se baseia na análise de material já publicado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

3 Discussão

3.1 Transporte Marítimo Global

O transporte marítimo se consolidou no decorrer da história e hoje é o principal modal que sustenta o comércio internacional. Empresas multinacionais dependem do sistema de suprimento distribuído globalmente, e o transporte marítimo viabiliza essas redes, permitindo que mercadorias sejam produzidas em uma região e consumidas em outra, otimizando custos de produção e garantindo acesso a mercados. Nos últimos anos, o setor de transporte marítimo tem investido em tecnologias digitais, como sistemas de rastreamento de cargas, Internet das Coisas, para aprimorar a visibilidade e a eficiência na logística integrada. Apesar de sua relevância, o transporte marítimo enfrenta desafios, como a congestão portuária, que pode causar atrasos e aumentar os custos logísticos. Outros desafios incluem a variação nos preços de combustíveis, a necessidade de cumprimento de regulamentações internacionais e questões de segurança nas rotas marítimas. O transporte marítimo é um componente essencial da logística integrada, proporcionando um meio eficiente e de baixo custo para o transporte de mercadorias em larga escala. Para maximizar sua eficiência, é crucial que o transporte marítimo esteja bem integrado com outros modais e que continue a inovar em tecnologia e sustentabilidade, de modo a enfrentar os desafios atuais e futuros do setor. Dentre as maiores empresas marítimas do mundo destacam-se no cenário: Mediterranean Shipping Company (MSC), Maersk Line, CMA e Cosco Shipping.

Frente a este cenário desafiador, com uma visão mais atrelada ao desenvolvimento de práticas colaborativas na cadeia de suprimentos, em que processos de integração entre os agentes são fundamentais para o sucesso, os prestadores de serviços logísticos (PSL) têm se tornado provedores de recursos para as empresas que estrategicamente buscam melhorias na cadeia. Diante disso, surge um modelo de negócios chamado *Fourth Party Logistics* (4PL), em português quarteirização logística, que é um modelo em que uma empresa realiza a gestão da área de suprimentos e logística para um cliente. O 4PL ou LLP (*Lead Logistics Provider*) é responsável por planejar, controlar e otimizar, atuando como um intermediário entre a empresa e todos os aspectos da cadeia de suprimentos de ponta a ponta. De acordo com Dollet e Diaz (2011), uma empresa 4PL “é um integrador que reúne os recursos, capacidades e tecnologias de sua organização e de outras organizações para projetar, construir e operar soluções abrangentes de cadeia de suprimentos”.

A 4PL opera com o objetivo de utilizar recursos de forma eficiente, além de aplicar tecnologia da informação (TI) para, simultaneamente, reduzir a defasagem operacional da empresa e aumentar os benefícios para todas as partes envolvidas. Assim, a 4PL cria uma vantagem competitiva no mercado global de logística, oferecendo serviços altamente eficazes a seus clientes. Estudos mais recentes reforçaram a importância e as características predominantes da 4PL como um integrador eficaz e flexível em toda a rede de suprimentos. (JIANMING, 2011).

Com um papel integrador e agente colaborativo no sistema de abastecimento citado, o 4 PL possui capital intelectual, tecnológico e ferramentas de gestão suficientes para um atendimento completo a necessidade do operador. Embora não tendo ativos operacionais, eles são os gestores de todo o processo logístico, atuando também na gestão de mudanças. Atinente a isso, também de uma forma neutral, este modelo assume a gestão do processo logístico independentemente dos fornecedores, transportes e armazéns utilizados. Este modelo em alguns pontos pode ser confundido com a terceirização logística, porém a diferença entre o 4PL e o 3PL (*Third Party Logistics*), é que a companhia será o ponto de contato único para a gestão de toda cadeia de suprimentos, possuindo um escopo de responsabilidades mais amplo, ou seja, com apenas um ponto de contato, as operadoras podem otimizar seus processos de gestão.

Figura 2 – Modelos de Negócio Logísticos



Fonte: Solistica, 2022.

3.2 O papel do transporte marítimo na logística integrada nacional

O transporte marítimo desempenha um papel importante na logística integrada no mundo, sendo um dos principais pilares no fluxo de mercadorias globais e responsável por aproximadamente 80% do volume comercial, segundo a Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD). No Brasil, é um setor fundamental para a economia, que aspira crescimento, pois segundo o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES (2020), o país está entre os dez maiores produtores mundiais de petróleo e gás natural, podendo chegar à quinta posição no médio prazo, de acordo com estimativas do Plano Decenal de Expansão de Energia 2029. Em 2023, segundo o Instituto Brasileiro do Petróleo e Gás – IBP (2024), o Brasil foi o 8º maior produtor de petróleo no mundo, subindo uma posição em relação ao ano anterior. A produção de petróleo e gás brasileira ocorre, em sua maioria, em águas profundas, o que demanda uma frota robusta de navios para atendimento e apoio marítimo. Uma embarcação de apoio marítimo tem capacidade de movimentar abundantes cargas a longas distâncias, com menor custo por tonelada transportada, além de ser a única forma possível de transporte de materiais para as plataformas que operam nas bacias hidrográficas brasileiras.

Para contextualização e melhor aproveitamento deste estudo, faz-se necessário o entendimento da cadeia logística offshore que o setor brasileiro de petróleo e gás possui, e a importância que o transporte marítimo tem para esta cadeia. No Brasil, em 2023, segundo o boletim da Associação Nacional do Petróleo - ANP (2024) os campos marítimos produziram 97,7% do petróleo e do gás natural do país. Todo óleo e gás produzido nas áreas de exploração, ou seja, os campos geológicos que contém a matéria-prima, precisa ser transportado para as refinarias e plantas de processamento. Existem duas principais opções de transporte: Oleodutos e gasodutos submarinos, que são tubulações que conectam as unidades marítimas aos pontos de recebimento em terra (refinarias, terminais de recebimento, entre outros). E existem também os *Floating Production Storage and Offloading* (FPSO) e navios-tanque utilizados em campos offshore distantes para armazenar e transportar o petróleo até os mercados. Além destes dois tipos de transporte, que em suma transferem o produto resultante do processo de exploração no mar, se faz necessária uma estrutura logística atrelada a uma cadeia de suprimentos para atendimento as demandas dos processos realizados nas unidades marítimas. Essa demanda é suprida principalmente pelo modal marítimo, que é constantemente acionado pelas operações *offshore*, e funcionam integralmente durante todos os dias da semana, com movimentação de pessoas e materiais para execução das atividades necessárias em alto mar.

A Petrobras, principal e maior empresa petrolífera do Brasil, opera com terminais aquaviários, realizando dentre muitas atividades o escoamento da produção de petróleo e transporte para o continente. Esses terminais são usados para os processos de importação e exportação de petróleo e derivados, apoio as operações de transferência de petróleo, manutenção e inspeção de terminais oceânicos, logística de materiais, equipamentos, água, diesel e alimentação para as unidades marítimas. No contexto da logística integrada, o transporte marítimo não opera de forma isolada, mas sim em sinergia com outros modos de transporte, como o rodoviário, ferroviário e aéreo. A conexão entre portos e infraestruturas terrestres, como ferrovias e estradas, permite uma movimentação eficiente das mercadorias desde o ponto de origem até o destino.

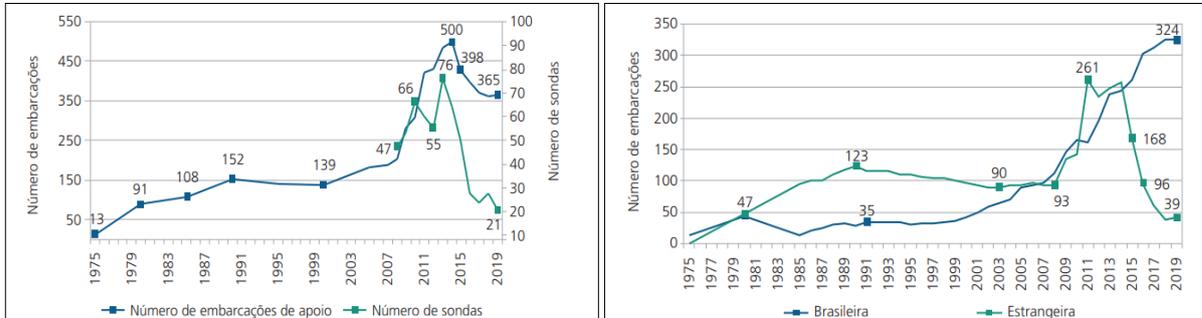
O mercado nacional de óleo e gás sofre com influências externas, e enfrenta crises causadas pela oscilação do preço do barril do petróleo mundial. Contudo, é importante notar que, a frota de embarcações de apoio marítimos a plataformas obteve crescimento, tornando o mercado de embarcações de apoio marítimo no Brasil dinâmico e atrativo para investimentos, conforme citado no artigo “Mercado de embarcações de apoio a plataformas de petróleo e gás natural”:

É importante notar que, apesar das crises econômicas enfrentadas e, em particular, das instabilidades causadas pelas quedas abruptas do preço do petróleo, a frota de embarcações de apoio a plataformas de bandeira nacional permaneceu crescendo até recentemente. Isso foi possível graças ao arcabouço regulatório montado no Brasil, o qual prioriza nas contratações aquelas embarcações de bandeira nacional. (MENDES et al., 2020, p. 82).

A figura abaixo demonstra o histórico do número de embarcações de apoio *versus* o número de sondas no país desde 1975 até 2019. Neste mesmo período observa-se no gráfico o número de embarcações de apoio marítimo em operação no Brasil, por bandeira (brasileira ou estrangeira). É notório o avanço do setor no país que acompanha o crescimento da exploração do Petróleo nos últimos 45 anos. Vale ressaltar a aumento da

quantidade de embarcações com bandeira brasileira operando entre 2011 e 2019, como contraponto das embarcações com bandeira estrangeira que diminuiu consideravelmente.

Figura 3 – Nº de navios de apoio marítimo e nº médio anualizado de sondas marítimas em operação no Brasil, de 1975 a 2019 / Nº de navios de apoio marítimo em operação no Brasil, por bandeira, de 1975 a 2019

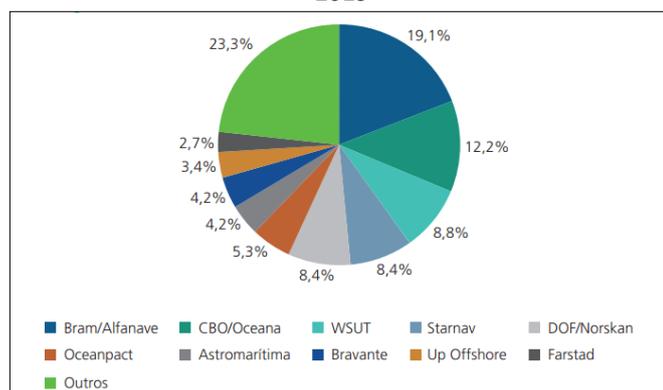


Fonte: MENDES *et al.*, 2020.

3.3. Aplicação do 4PL no mercado brasileiro – Grupo CBO

Conforme Mendes et al. (2020), em seu artigo publicado pelo BNDES, o mercado brasileiro de navegação para apoio marítimo é altamente fragmentado. No país operam empresas nacionais e multinacionais, atendendo as operadoras petrolíferas atuantes no país. O gráfico a seguir, nos mostra a participação das empresas de navegação de apoio marítimo no mercado brasileiro em 2019. Destacam-se as empresas Bram/Alfanave e CBO/Oceana que juntas somam mais de 30% do mercado nacional do mercado de embarcações de apoio marítimo. Diante deste mercado, um tanto competitivo, surgem oportunidades para aplicação de estratégias que serão um diferencial mercadológico, para este objeto de pesquisa busca-se a aplicação do método 4PL.

Figura 4 - Participação de mercado das empresas de navegação de apoio marítimo no Brasil, em novembro de 2019



Fonte: MENDES *et al.*, 2020.

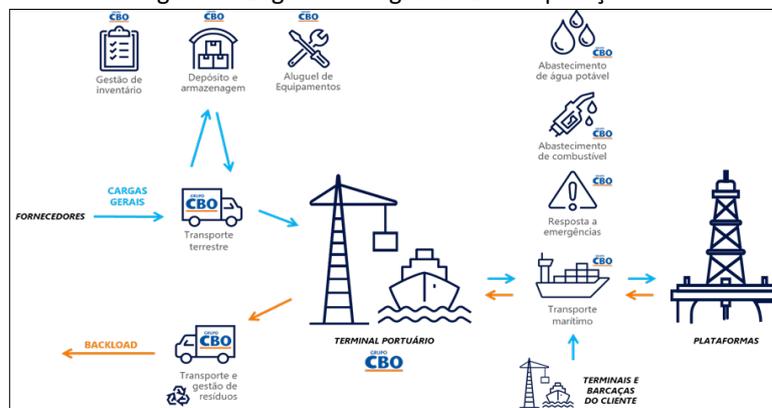
Neste sentido, durante processo de pesquisa deste estudo, em busca de aplicação do 4PL, em empresas do ramo de apoio marítimo atuantes no Brasil, tendo como base as empresas descritas no gráfico acima, o Grupo Companhia Brasileira Offshore (Grupo CBO) oferta em seu portfólio a Logística Integrada como serviço. Baseando-se em informações divulgadas pela CBO HOLDING SA (2024b), sobre a Logística Integrada da companhia, apesar

do material publicado ter uma caracterização comercial, o Grupo CBO, utiliza o modelo 4PL. Em acordo com os valores da companhia, com 45 anos de atuação no mercado nacional, com números expressivos no seguimento de apoio marítimo, no ano de 2021, frente aos desafios globais a época, lançou a Primeira Operação de Logística Integrada para a Cadeia Logística Offshore do Brasil, atendendo a maior operadora petrolífera do país, a Petrobras. Em seu site, com uma área voltada exclusivamente para a Logística Integrada, diz o seguinte:

A companhia tem sua cultura a inovação, e acredita que está no caminho certo oferecendo soluções que gerem valor à cadeia logística de Energia Offshore. Através de uma plataforma completa Outsourcing Logístico, a CBO se posiciona como um Integrador de Serviços Logísticos capaz de oferecer uma complexa gama de serviços integrados de Inbound e Reverse Logistics (load e backload) que contempla desde o Transporte Rodoviário, Armazenagem, Operação Portuária, Apoio Marítimo e Gestão de Estoques, permitindo aos seus clientes focarem, cada vez mais, em seu Core Business que é a Exploração e Produção de Energia Offshore. (CBO HOLDING SA, 2024b)

O Grupo CBO defende que empresas de sucesso são as que compreenderam que a entrega é uma das partes mais críticas na percepção de valor agregado de seus clientes. Tendo em sua cultura o valor “inovação”, a companhia, que é um importante Integrador de Serviços Logísticos no mercado de Óleo e Gás brasileiro, vai além do conceito 3 PL e se posiciona no mercado como um verdadeiro agente do 4PL, tendo como principal objetivo gerenciar, de forma integrada, todo sistema de demanda. Abaixo é apresentado um esquemático que ilustra a Logística Integrada implementada pelo Grupo CBO.

Figura 5 - Logística Integrada CBO – Aplicação 4



Fonte: CBO HOLDING SA, 2024b.

Conforme informado pela empresa, o segmento de logística integrada teve o início em 13 de abril de 2021 abrangendo duas unidades marítimas de perfuração operadas pela Petrobras na Bacia de Santos – Pré Sal (SS-75 Ocean Courage e NS-45 Brava Star). Esta estrutura permitiu a CBO ser reconhecida no mercado como um integrador 4PL, o qual assumiu as operações do cliente do início ao fim do processo, ofertando gestão de inventário, transporte terrestre, serviço portuário, além do transporte marítimo que é uma atividade inerente a atuação com o 3PL. Conforme apresentação dos resultados do ano de 2021, a companhia resumiu o primeiro ano de fornecimento de serviço de logística integrada da seguinte forma:

Essa nova linha de negócios no setor de serviços de logística é complementar ao nosso business de afretamento de embarcações de apoio marítimo, e esperamos que possa se tornar cada vez mais relevante nos resultados da Companhia. No acumulado do ano, a receita líquida apresentou um aumento de 2,6%, justificado principalmente por: (i) início da operação de Logística Integrada representando US\$ 12,7 milhões. O resultado financeiro de 2021 foi negativo em US\$ 44,0 milhões, porém apresentou uma melhora significativa quando comparado ao ano anterior. (CBO HOLDING SA, 2022, p. 9).

No ano seguinte, 2022, a receita líquida da empresa apresentou um aumento de 36,1%, foi atribuído a Logística integrada uma parcela de aumento representado por U\$ 8,4 milhões. Foram analisadas nesta pesquisa as Análises Financeiras Dinâmicas dos anos de 2021, 2022 e 2023 do Grupo CBO.

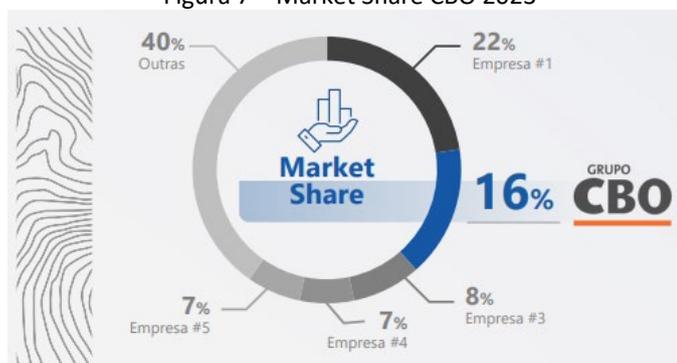
Figura 6 – Demonstrativo de resultados Grupo CBO

	2023	2022	2021	2020
Receitas				
Segmento apoio marítimo				
Afretamento	1.504.052	1.381.852	1.132.960	1.160.316
Prestação de serviços	529.715	509.353	346.806	290.247
Segmento Logística integrada				
Logística integrada	95.274	127.297	79.371	-
Impostos, contribuições e deduções sobre vendas (i)				
Segmento apoio marítimo				
Afretamento	(139.211)	(127.822)	(104.799)	(107.329)
Prestação de serviços	(51.553)	(48.201)	(36.542)	(27.346)
Comissões sobre contrato de embarcações	(9.129)	-	-	-
Segmento Logística integrada				
Logística integrada	(10.542)	(14.113)	(7.342)	-
Receita operacional líquida	1.918.605	1.828.366	1.410.454	1.315.888

Fonte: autor.

O segmento de logística integrada provê soluções com gestão e operacionalização de toda a cadeia de suprimentos para as unidades marítimas, integrando logística offshore, armazenamento onshore e transporte terrestre de cargas e suprimentos. Em novembro de 2023, o contrato de logística integrada foi concluído. Embora o Grupo não tenha operado outro contrato após esta data, o segmento continua a ser ofertado. Em 2023 no relatório da administração 4T23, a companhia anunciou um aumento na fatia de mercado de 12,2% registrado no ano de 2020 para 16%, demonstrando um aumento significativo da companhia a qual dentre outros movimentos a Logística Integrada contribuiu diretamente neste resultado.

Figura 7 – Market Share CBO 2023



Fonte: CBO Holding SA, 2024a.

4 Considerações Finais

A Logística Integrada, aplicada ao gerenciamento de recursos em um projeto do setor de óleo e gás revela-se essencial para garantia do sucesso operacional, com resultados pautados em baixos impactos ambientais, os quais são possíveis através da gestão integrada. É notório que este mercado é caracterizado por sua alta complexidade e desafios únicos. Atinente a este aspecto de importância, o transporte de apoio marítimo é protagonista no funcionamento da cadeia logística do setor de óleo e gás. A gestão e gerenciamento eficazes dos suprimentos, transporte, armazenamento é fundamental para minimizar desperdícios, otimizar a alocação de recursos, além de evitar atrasos que podem comprometer cronogramas e orçamentos.

No contexto do setor de óleo e gás nacional, o transporte de apoio marítimo é crucial devido à distância das operações em relação à costa e a imprevisibilidade das condições climáticas, que impõem desafios logísticos significativos. A implementação de práticas logísticas integradas assegura a continuidade das operações, especialmente em situações críticas, como a gestão de equipamentos especializados e suprimentos críticos e o método do 4PL demonstra claramente a efetividade nos resultados, como o caso estudado do Grupo CBO. Diante disso, a crescente demanda por sustentabilidade e a transição energética global impõem novas exigências ao gerenciamento de recursos em projetos de óleo e gás. A logística integrada desempenha um papel vital na adaptação a essas mudanças, ao facilitar o uso eficiente dos recursos e reduzir os impactos ambientais. Assim, este estudo reforça a importância de uma logística bem planejada e integrada, não apenas para a otimização de processos, mas também como um diferencial competitivo no setor de óleo e gás. À medida que a indústria de óleo e gás continua a evoluir e a adotar novas tecnologias, a integração logística seguirá sendo um pilar central para garantir o sucesso dos projetos, contribuindo para a redução de custos, aumento da eficiência e melhoria da sustentabilidade nas operações.

Referências

- ANP. Agência Nacional do Petróleo. **Boletim mensal da produção de petróleo e gás natural**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/boletins/boletim-mensal-da-producao-de-petroleo-e-gas-natural>. Acesso em: 09 out. 2024.
- ARARUNA JR., J.T.; BURLINI, P. **Gerenciamento de resíduos na indústria de petróleo e gás: os desafios da exploração marítima no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier: Ed. da PUC-Rio, 2013.
- BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Social. **P&G: perspectivas para embarcações de apoio marítimo**. 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/blogdodesenvolvimento/detalhe/PG-perspectivas-para-embarcacoes-de-apoio-maritimo/#:~:text=O%20mercado%20de%20embarca%C3%A7%C3%B5es%20de,explorat%C3%B3rios%20em%20mar%20no%20Brasil>. Acesso em: 10 nov. 2024
- CARVALHO, M. M.; RABECHINI JR., R. **Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos**. Atlas, 2011.

- CBO HOLDING S.A. **Demonstrações financeiras em 31 de dezembro de 2021.** 2022. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/258e9858-910c-44c9-93fe-f3579a7a05af/242ea9fd-564e-dcb1-1305-bec9e8a17f50?origin=1>. Acesso em: 01 nov. 2024.
- CBO HOLDING S.A. **Demonstrações financeiras em 31 de dezembro de 2022.** 2023. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/258e9858-910c-44c9-93fe-f3579a7a05af/4ceef5e2-31c4-15b9-dff8-2b23c4ca04fb?origin=1>. Acesso em: 01 nov. 2024.
- CBO HOLDING S.A. **Demonstrações financeiras em 31 de dezembro de 2023.** 2024a. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/258e9858-910c-44c9-93fe-f3579a7a05af/f2a4ac01-e7a9-3b9a-a984-33761d0ebfab?origin=1>. Acesso em: 01 nov. 2024.
- CBO HOLDING S.A. **Logística Integrada offshore.** Disponível em: <https://www.grupocbo.com.br/pt-br/logistica-integrada>. 2024b. Acesso em: 01 nov. 2024.
- DOLLET J. N., Diaz A. **Supply chain orchestration for the luxury alcoholic beverage sector.** IUP Journal of Supply Chain Management, 2011.
- IBP. Instituto Brasileiro do Petróleo e Gás. **Maiores produtores mundiais de petróleo.** 2024. Disponível em: <https://www.ibp.org.br/observatorDOLLEio-do-setor/snapshots/maiores-produtores-mundiais-de-petroleo/#:~:text=Em%202023%2C%20o%20Brasil%20foi,metade%20da%20produ%C3%A7%C3%A3o%20mundial%20total>. Acesso em: 09 nov. 2024.
- JIANMING, Y. (2011). **Optimization of Supply Chain Resource Integration under 4PL by Introducing Integration Risk.** Chinese Journal of Management, 2011.
- MENDES, André Pompeo do Amaral et al. **Mercado de embarcações de apoio a plataformas de produção de petróleo e gás natural = Offshore support vessel market.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, v. 26, n. 51, p. 77-124, mar. 2020.
- MMA. Ministério de Meio Ambiente do Brasil. **Acordo de Paris.** 2024. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris.html>. Acesso em: 15 nov. 2024.
- NOVAES, A. G. N. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação.** Atlas, 5ª edição, 2021.
- PMI. Project Management Institute. **Guia PMBOK®: Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos.** Sétima edição, Pennsylvania: PMI, 2021.
- PETROBRAS. **Pré-sal mergulhe nesta jornada profunda.** 2024. Disponível em: <https://petrobras.com.br/pre-sal>. Acesso em: 15 nov. 2024.
- SILVA, Cassia Daniele dos Santos. **Análise do impacto dos erros de previsão no processo de planejamento de produção de uma empresa petrolífera.** Dissertação de mestrado. PUC-Rio, 2012.
- SOLISTICA. **A era do 4PL.** 2022. Disponível em: <https://blog.solistica.com/pt-br/a-era-do-4-pl>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- VARGAS, R. V. **Manual prático do plano de projeto: utilizando o PMBOK Guide.** Brasport, 6ª edição, 2018.



Gestão & Gerenciamento

LIDERANÇA SITUACIONAL E SEU IMPACTO NA GESTÃO DE PROJETOS

SITUATIONAL LEADERSHIP AND ITS IMPACT ON PROJECT MANAGEMENT

Francisco Rafael de Sousa Pereira

Pós-graduação em gestão de projetos; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

rafaelpereira947@gmail.com

Márcio Hervè

Mestre em Engenharia Ambiental; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

marcio_herve@yahoo.com.br

Resumo

O artigo aborda a Teoria da Liderança Situacional, proposta por Paul Hersey e Kenneth Blanchard na década de 70, que explica que a eficiência da liderança depende da capacidade do líder de adaptar seu estilo de liderança à maturidade dos liderados. Para sua elaboração, foi adotada como metodologia a exploração teórica e estudo bibliográfico, além da apresentação de cases reais sobre sua aplicabilidade, com informações levantadas a partir de entrevistas com lideranças do mercado, mostrando a relação do estilo de liderança com o sucesso do projeto. Os resultados mostram que líderes que fazem uso da teoria, a partir da aplicação dos seus diferentes estilos: direção, apoio, delegação e orientação, conseguem resultados significativos. O artigo é finalizado com a conclusão de que a flexibilidade da liderança é essencial na busca por retornos e assegura o desenvolvimento do time, além de destacar a importância de empresas investirem em programas de desenvolvimento de liderança.

Palavras-chaves: Liderança; Estilos de Liderança; Maturidade; Desenvolvimento; Projeto.

Abstract

The article addresses the Situational Leadership Theory, proposed by Paul Hersey and Kenneth Blanchard in the 1970s, which explains that leadership efficiency depends on the leader's ability to adapt his or her leadership style to the maturity of those being led. Theoretical exploration and bibliographical study were adopted as methodology for its development, in addition to the presentation of real cases on its applicability, with information gathered from interviews with market leaders, showing the relationship between leadership style and project success. The results show that leaders who use the theory, based on the application of its different styles: direction, support, delegation and guidance, achieve significant results. The article ends with the conclusion that leadership flexibility is essential in the search for returns and ensures team development, in addition to highlighting the importance of companies investing more in leadership development programs.

Key words: Leadership; Leadership Styles; Maturity; Development; Project.

1 Introdução

Em um mundo onde a pressão por desempenho no âmbito corporativo é cada vez maior, saber liderar e se adaptar às circunstâncias impostas pelo momento pode deixar empresas passas à frente de sua concorrência, e definir o sucesso ou não de um projeto. Esse processo de adequação dos líderes ao cenário vivido no momento, entendendo que não existe um único estilo de liderança ideal para todas as situações é a base da Teoria da Liderança Situacional desenvolvida na década de 70 por Paul Hersey e Kenneth Blanchard. A teoria propõe que o êxito de um líder está atrelado a sua capacidade de ajustar seu estilo de liderança ao nível de maturidade dos liderados e as demandas específicas que surgirem no decorrer da tarefa.

Por meio de uma pesquisa é possível associar o sucesso de um projeto ao estilo de liderança adotado pelo gerente de projetos. Observa-se uma diferença significativa entre a competência de liderança do gerente e o êxito do projeto em diversos objetivos, como tempo e custo, por exemplo. Ademais, a pesquisa reafirma que diferentes estilos de liderança são adequados para variados tipos de projetos. (MULLER; TURNER, 2007)

O gerente de projetos (GP) é o líder do projeto e, portanto, sua liderança e a forma como é exercida influenciam diretamente nas entregas dos projetos e no desempenho da

equipe. É função do GP conduzir os membros do time, respeitando escopo, prazo e custo do projeto (GHIMIRE *et al*,2016), zelando por um bom clima entre os liderados, além de garantir o bom relacionamento com outros setores da companhia (ZHU; KINDARTO, 2016). O êxito ou fracasso de um projeto estão diretamente relacionados à forma como o gerente de projetos conduz a equipe perante os desafios encontrados.

O artigo em questão visa abordar o impacto da liderança situacional na gestão de projetos, apresentando os diferentes estilos presentes na teoria: direção, apoio, participação e delegação, cada um adequado aos diferentes níveis de maturidade dos liderados, e mostrar como empresas estão se movimentando para investir na temática a fim de capacitar seus gestores para que possam comandar seus respectivos times de forma assertiva e a partir da necessidade de cada membro do time e projeto atacado, conseguindo assim conquistar seus objetivos de entrega e assegurando a motivação dos liderados.

2 Metodologia

Este artigo apresenta o caráter de exploração teórica e adotou o estudo bibliográfico como metodologia. A pesquisa se aprofundou em pontos chaves da temática como a Teoria da Liderança Situacional e os movimentos de liderança da atualidade. A obtenção de informações ligadas ao tema ocorreu através de pesquisas virtuais, entrevistas com lideranças, artigos científicos e pesquisas em livros.

3 Contextualização

3.1 Teoria da Liderança Situacional e sua aplicação prática

A Teoria da Liderança Situacional, desenvolvida por Paul Hersey e Kenneth Blanchard em 1970, define quatro estilos de liderança: direção (direction), orientação (coaching), apoio (supporting) e delegação (delegating), que devem ser aplicados conforme a competência, maturidade e o comprometimento do time (NORTHOUSE, 2021).

A variedade de estilos de liderança, assim como dos perfis dos liderados, faz com que esses pontos sejam aspectos essenciais e marcantes da abordagem situacional. (BERGAMINI, 1994)

Todos os exemplos a seguir foram coletados a partir de relatos de lideranças de várias empresas de diferentes segmentos:

- **Direção (Direction):** Neste tipo de liderança, o líder garante aos comandados o acesso a instruções completas e exerce uma supervisão próxima ao liderado para acompanhar o desempenho das tarefas. Este estilo geralmente obtém mais retorno quando o time possui baixo grau de competência na temática e, portanto, grande necessidade de orientação no decorrer da execução.

Esse tipo de liderança pode ser exemplificado a partir de um caso real vivenciado em uma empresa de mídia de pequeno porte em 2020, auge da pandemia da Covid-19, onde um time de tecnologia recém-formado e com pessoas com baixo grau de maturidade recebeu uma tarefa de implementação de um novo software voltado para aplicações de

capital humano, tais como inclusão de férias, recibos de pagamentos e aplicação de ponto online, entre outros, com o objetivo tornar os fluxos dos funcionários da empresa com o departamento de recursos humanos mais fáceis e automatizados devido à necessidade de adoção do home office. Com a equipe pouco familiarizada com as aplicações desse novo software, e com a necessidade de entrega em caráter de urgência, o gerente de projetos precisou adotar um estilo voltado para direção, munindo o time de tecnologia com informações detalhadas sobre as funcionalidades que deveriam ser melhoradas e monitorando constantemente o avanço das atividades executadas pelos membros do projeto. Reuniões diárias foram feitas para revisar tarefas, realizando assim a correção de qualquer erro em tempo hábil, além de definir o que cada membro iria fazer em sua jornada de trabalho, o que assegurou o desenvolvimento do time e a entrega do projeto.

- **Orientação (coaching):** Ao analisar esse tipo de liderança, observamos que o líder orienta seus liderados, fornece o acesso a explicações e realiza a supervisão da equipe constantemente, oferecendo feedbacks, além de colher sugestões de melhorias. O líder define, mas os liderados se envolvem no processo decisório. O foco neste tipo de liderança é desenvolver habilidades e ampliar a confiança do time.

Em um caso real de aplicação, obtido a partir de um depoimento colhido junto a uma liderança de uma empresa de médio porte no segmento de comunicação, temos um coordenador de conteúdo que foi contratado pela empresa e recebeu, como principal atribuição, preparar os repórteres juniores que haviam acabado de se formar e teriam como atuação realizar entrevistas e matérias para um portal esportivo durante os Jogos Olímpicos de 2016. Para esse desafio, o líder adotou um estilo de orientação, explicando em detalhes todas as expectativas levantadas, junto com as promoções recebidas pelos estagiários. Feedbacks semanais e encorajamento faziam parte do processo de trabalho, construindo a confiança que a equipe precisava naquele momento, além de treinamentos mensais aplicados por outros líderes da empresa sobre temáticas relacionadas ao jornalismo.

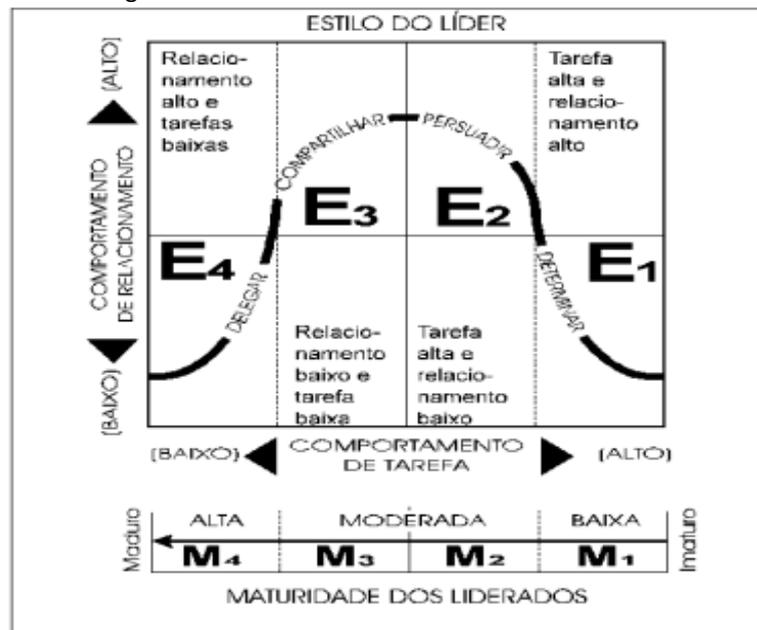
- **Apoio (supporting):** A liderança nessa vertente foca em dar mais autonomia para os liderados, que já possuem alto grau de performance, mas que podem, em alguns casos, ter baixa confiança, o que pode gerar inconsistência nas entregas. O líder que seguir por esse estilo precisa apoiar seu subordinado, mas sem a necessidade de dar instruções tão detalhadas. Contudo, é importante seguir com o monitoramento, para assegurar a qualidade da entrega, mesmo que de forma reduzida.

Ao analisarmos um caso real, um gerente de projetos em uma empresa de tecnologia de grande porte recebeu, de um de seus clientes mais antigos, o projeto de desenvolver um aplicativo voltado para finanças. A equipe possui alto grau de competência técnica, mas está encarando problemas com o desenvolvimento na parte de experiência do usuário. Neste projeto, o GP seguiu no estilo de apoio, mostrando para a equipe os desafios e indicando caminhos para solucionar os problemas. Reuniões semanais para discussões de problemas e ideias de soluções foram realizadas, sempre com a presença de um desenvolvedor e designer de outro time para auxiliar o processo criativo. A todo o momento, o gerente ofereceu suporte à equipe, seja emocionalmente ou tecnicamente, a partir de recursos que tinha disponíveis, além de reconhecer as entregas e esforço individual de cada membro da equipe.

- **Delegação (delegating):** O líder adota esse estilo quando possui uma equipe competente, comprometida e capaz de atuar de forma independente, confiando nas habilidades de cada membro e delegando responsabilidades ao time, com acompanhamento baixo. Liderados tomam decisões e assumem as responsabilidades pelas entregas.

Esse estilo de liderança pode ser exemplificado a partir do caso de uma equipe de produto de uma grande empresa de tecnologia. O time recebeu um projeto de ampliar a quantidade de formatos publicitários presentes em um dos portais de internet pertencentes a empresa. Adotando o estilo de delegação, o líder do produto direcionou um analista sênior para liderar o projeto. Esse fato estimulou a equipe e foi um grande exemplo de sucesso ao conseguir ampliar a monetização do portal.

Figura 1 - Estilo do líder e maturidade dos liderados.



Fonte: Hersey e Blanchard (1986)

3.2 Vantagens da Teoria da Liderança Situacional

Ao analisarmos a Teoria da Liderança Situacional e seus quatro estilos de liderança, com os respectivos exemplos citados anteriormente, podemos observar que a teoria apresenta inúmeras vantagens ao ser aplicada por lideranças em suas organizações.

A essência da teoria, onde sua aplicabilidade está diretamente relacionada a maturidade dos comandados, permite que a liderança se adapte mais facilmente a diversos cenários em times multidisciplinares e de níveis diferentes. Essa possibilidade abre caminhos para aumentar a performance, motivação e desenvolvimento do time, o que pode representar a diferença entre o sucesso ou fracasso de um projeto.

Outro ponto de destaque é a redução de conflitos internos a partir do ponto em que o líder se desenvolve em capacidades como empatia e comunicação. Saber lidar com as pessoas faz com que a chance de conflitos seja reduzida substancialmente.

A comunicação é mais um ponto vantajoso quando avaliamos a teoria em discussão. Ela permite que conflitos sejam amenizados, além de assegurar um ambiente de trabalho conectado com a cultura da empresa.

“O melhor líder não é necessariamente aquele que faz as melhores coisas. Ele é aquele que faz com que pessoas realizem as melhores coisas.” – Ronald Reagan, ex-presidente americano.

3.3 Diferença entre líder e chefe

Quando falamos sobre liderança, diversas vezes observamos um questionamento sobre a diferença entre ser chefe e ser líder. Porém, essa pergunta que muitas vezes paira na mente dos milhões de profissionais no dia a dia, é facilmente respondida quando entendemos o conceito de cada termo.

De acordo com o dicionário Aurélio, a palavra chefe pode ser definida como “Pessoa que detém o poder numa empresa; patrão”, ou seja, não observamos em momento algum a relação com gestão e sim uma cadeia de ordem de cima para baixo, sem considerar qualquer aspecto ou questionamento da outra parte.

Figura 2 - Charge “O chefe tem sempre razão”



Fonte: Jornal da Economia (2019)

A charge intitulada “O chefe tem sempre razão”, exposta no Jornal da Economia, ilustra o que as decisões de um chefe, aquele que não se preocupa com a opinião dos liderados, pode acarretar para uma empresa. Ao fazer alusão ao filme Titanic, vemos que uma decisão unilateral pode acarretar uma tragédia, levando uma empresa ao fim, assim como aconteceu na vida real, quando o capitão decidiu seguir viagem mesmo com os alertas de icebergs no caminho.

Vivenciamos um momento único na história e nas relações de trabalho, onde constatamos uma fragmentação do poder, que deixa de estar nas mãos de poucos e passa a ser mais horizontal e flexível para obter mais agilidade. As empresas que buscam seguir vivas no mercado precisam se adequar a realidade.

Já a palavra líder é definida como “indivíduo que exerce influência no comportamento ou no modo de pensar de alguém” e é isso que cada vez mais as organizações buscam de seus profissionais: líderes que levem o time e a empresa em harmonia para a conclusão de um objetivo. Contudo, existe um desafio da liderança em ser flexível, sem parecer injusto ou fraco. (CASSE; CLAUDEL, 2011).

Figura 3_ Líder x Chefe



Fonte: IBC (2017)

A imagem, criada pelo Instituto Brasileiro de Coaching, apresenta de forma simples e clara a diferença de líder e chefe. De um lado vemos o líder ajudando seus liderados para que juntos consigam concluir os objetivos, enquanto no outro observamos o chefe sozinho e a desorientação do time, sem entender seu gestor ou como alcançar o objetivo.

4 Investimento em liderança

Empresas precisam a cada dia desenvolver seus profissionais para conseguir entregar projetos de qualidade e, conseqüentemente, obter melhores resultados, e isso vai de encontro aos investimentos em liderança. Colocar recursos na temática pode ser sinônimo de retorno financeiro e cumprimento de metas e objetivos. Contudo, a realidade de muitas delas é outra. De acordo com uma pesquisa realizada pela Global Leadership Forecast em 2021 podemos constatar que, apesar de 48% dos líderes afirmarem que suas empresas possuem liderança de alta qualidade, apenas 28% dos entrevistados de Recursos Humanos confirmam tal fato, o que mostra que o capital humano das empresas não acredita que líderes têm tido bom desempenho, o que gera alto impacto em toda a companhia.

Figura 4 - Lacuna de qualidade de liderança está cada vez maior

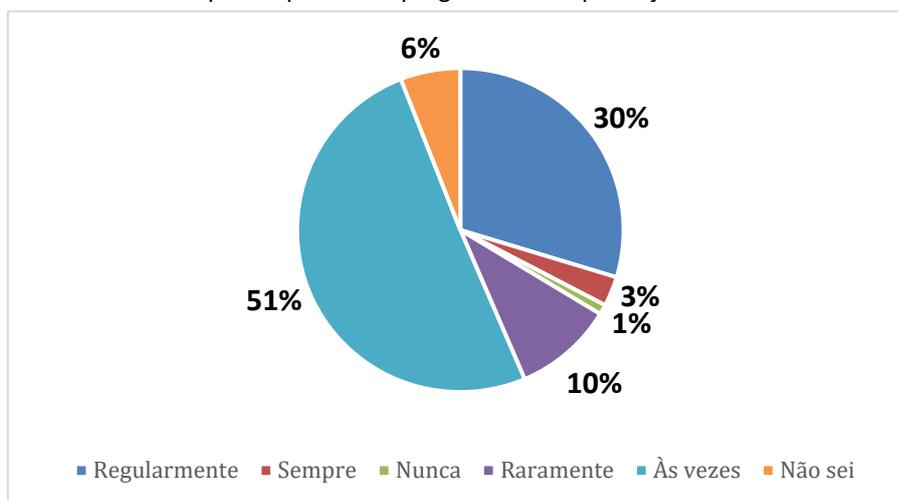


Fonte: DDI Word (2021)

Uma das iniciativas mais conhecidas sobre a temática “liderança no ambiente corporativo” são os programas de desenvolvimento de liderança, popularmente conhecidos como PDL, que em sua essência devem ter a capacidade de ensinar e munir seus membros com a aptidão de alinhar a visão de futuro com membros do time, resolução de problemas, comunicação transparente e desenvolvimento individual dos liderados, entre outros. Contudo, nem sempre ter um programa de desenvolvimento de liderança é sinônimo de resultado.

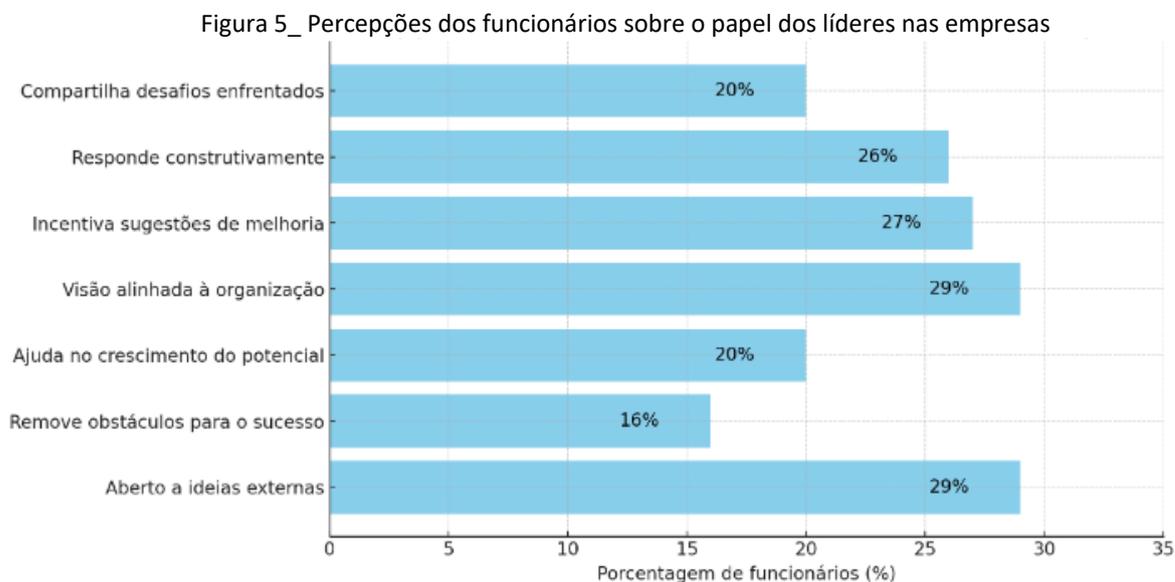
Em pesquisa publicada pela McKinsey & Company (2020), uma das maiores empresas de consultoria do mundo, sobre programas de desenvolvimento de liderança, mostra que apenas um terço dos líderes acreditam que seus programas de capacitação alcançam impacto nos negócios.

Gráfico 1 - Com que frequência os programas de capacitação são bem-sucedidos



Fonte: MC Kinsey & Company (2020)

A partir de pesquisa realizada pela Leadership IQ (2020), empresa especializada em pesquisa e consultoria fundada por Mark Murphy, especialista em liderança e colaborador da Forbes, com mais de 21 mil funcionários, para avaliar o desempenho dos líderes em áreas consideradas chaves de liderança, percebemos que líderes possuem grandes lacunas em diversos aspectos, como mostra o gráfico abaixo:



Fonte: Leadership IQ (2020)

Ao falar de liderança temos que analisar dois aspectos: a influência do líder no desenvolvimento dos funcionários e o investimento das empresas na formação de líderes. É preciso perceber que um não existe sem o outro, trata-se de uma cadeia que deve coexistir e se complementar. Em notícia publicada no site [PR Newswire](#), Josh Bersin, analista global de pesquisa de RH e CEO da The Josh Bersin Company, fez um relato sobre a liderança na atualidade.

Depois de estudar liderança por mais de 25 anos, nunca vi níveis tão baixos de investimento e maturidade no desenvolvimento de liderança. Liderança não é mais sobre atingir números e garantir rigor operacional. Agora é um jogo de impulsionar mudanças, capacitar e desenvolver pessoas, e dar às pessoas a flexibilidade, recompensas e crescimento de que precisam. Toda empresa agora é dependente de pessoas para seu desempenho operacional. Vemos, repetidamente, histórias de empresas ficando para trás, fazendo demissões e depois lutando para crescer. Essas estratégias devem ser acompanhadas por uma estratégia de liderança forte e conectada, caso contrário, os funcionários simplesmente pedem demissão silenciosamente ou se recusam a se adaptar. Os líderes também devem respeitar o fato de que os profissionais mais jovens geralmente estão prontos para assumir cargos mais altos no início de suas carreiras, então eles precisam sair do caminho para que novos líderes surjam. (BERSIN, 2023)

Em estudo publicado por Bersin em 2023, onde foram entrevistados mais de oito mil profissionais de RH com o objetivo de identificar as competências e qualidades que têm maior impacto nas organizações, constatamos que o desenvolvimento de lideranças é essencial, pois a partir dele é possível correlacionar as áreas de investimento em RH com o

crescimento do negócio, onde quem desenvolve suas lideranças têm melhores resultados.

Tabela 1 - Quais capacidades de Recursos Humanos são mais importantes?

Capacidade de RH individual	Capacidades de Empresas de Alto Crescimento	Capacidades de Empresas de Baixo Crescimento	Impacto	Impacto Relativo a Todas as Capacidades
Desenvolver Líderes e Gestores	3,4	2,3	Extremamente Alto	115%
Gestão de Mudanças e Comunicações	3,4	2,4	Extremamente Alto	119%
Aplicar os Princípios de Design Organizacional	3,1	2,3	Extremamente Alto	115%
Coaching de Individuais para Desempenho	3,9	2,8	Muito Alto	93%
Atuar como Parceiro Sênior de RH	3,2	2,4	Muito Alto	91%
Entendimento de Questões Culturais Globais	3,1	2,4	Muito Altp	67%
Demitir Executivos Sênior	2,9	2,2	Muito Alto	61%
Trabalhar com Executivos de Nível C	3,3	2,6	Alto	60%
Obter Apoio da Liderança Sênior para Esforços de DEI	2,9	2,2	Alto	57%
Implementar Estratégia para Trabalhadores Contingentes e de Trabalhadores Temporários	2,3	1,8	Significativo	54%
Apoiar as Necessidades Emocionais, Familiares e Mentais dos Funcionários	3,4	2,5	Significativo	41%
Liderar a Função de RH (como CHRO ou VP)	1,9	1,5	Significativo	40%
Consultoria com Líderes de Negócios sobre Dados da Força de Trabalho	3,2	2,5	Significativo	36%
Implementar Comunicações Alvo para Funcionários	2,5	2,0	Significativo	36%
Desenhar Modelo Operacional de RH	2,4	2,1	Menos Significativo	17%

Fonte: Bersin (2023)

Os dados apresentados no estudo comprovam uma situação cada vez mais arriscada das empresas, com a queda em investimento e desenvolvimento de lideranças. Apenas 25% das organizações acreditam que obterão retorno tanto em valor como financeiro, ao investirem em liderança. Outro dado alarmante mostra que 60% das companhias gastam menos de 500 dólares por ano em gestão e desenvolvimento de lideranças por pessoa e que apenas 17% estão aumentando seus orçamentos na temática.

O estudo também mostra o que as empresas podem ganhar se investirem no desenvolvimento de liderança:

- três vezes mais probabilidade de exceder metas financeiras e encantar clientes.
- nove vezes mais probabilidade de ter força de trabalho capacitada.
- dezessete vezes mais probabilidade de ser considerado um lugar ótimo para trabalhar.
- doze vezes mais probabilidade de reter funcionários.
- cinco vezes mais probabilidade de conseguirem se adaptar às mudanças.
- cinco vezes mais probabilidade de inovar de forma eficaz.

5 Considerações finais

Liderança é uma temática complexa, abrangente e que precisa ser discutida e estudada cada vez mais a fundo. Não podemos estacionar no tempo e pensar que modelos considerados ultrapassados podem ser aplicados a gerações de profissionais cada vez mais instruídas e avidas por conhecimento e que buscam incessantemente por crescimento através de desafios na empresa e gestão do seu líder. Caso sua empresa não invista nessa temática dificilmente conseguirá competir contra a concorrência em um mercado cada vez mais saturado e disputado. A Teoria da Liderança Situacional pode servir de base para líderes conseguirem encarar os desafios de comandar equipes complexas e heterogêneas em pensamento e filosofia de vida, se adaptando a partir da maturidade dos seus funcionários.

Essa flexibilidade no exercício da liderança permite uma resposta mais eficaz às diferentes necessidades das equipes, permitindo a aplicação de estilos variados – como direção, apoio, participação e delegação – conforme o grau de competência e maturidade dos colaboradores. A capacidade de adaptação é essencial para maximizar resultados e promover o desenvolvimento das equipes.

O investimento no desenvolvimento de líderes não é apenas uma estratégia de aprimoramento individual, mas uma ação necessária para a sustentabilidade e competitividade das empresas. Pesquisas e estudos mostram que organizações que aplicam recursos na formação de lideranças conseguem melhores resultados, com aumento da retenção de talentos e alto grau de capacidade de adaptação às mudanças. Por outro lado, a negligência na temática pode levar a falhas na condução de projetos e prejuízos significativos tanto financeiros quanto de perda de material humano. Assim, ao relacionar a Teoria da Liderança Situacional com a prática organizacional, fica evidente que o sucesso das empresas está diretamente relacionado à sua capacidade de investir no desenvolvimento de

líderes que saibam atuar e gerir um time de maneira situacional, promovendo o equilíbrio entre os objetivos corporativos e o engajamento de suas equipes.

6 Referências

- BERGAMINI, Cecilia W. **Liderança: a administração do sentido**. Revista de Administração de Empresas, v. 34, n. 3, p. 102-114, mai./jun. 1994.
- BERSIN, Josh. **Companies have been neglecting their leadership, and it shows**. Disponível em: <https://joshbersin.com/2023/11/companies-have-been-neglecting-their-leadership-and-it-shows/>.
- CASSE, P.; CLAUDEL, P. **Leadership styles: a powerful model**. Janeiro, p. 46-51, 2011.
- DDI WORLD. **Global Leadership Forecast 2021**, 2021. Disponível em: <https://www.ddiworld.com/global-leadership-forecast-2021>.
- GHIMIRE, D.; GIBBS, S.; CHARTERS, S. **Software development team views of success factors in agile projects**. In: Incorporating the 29th Annual Conference of the National Advisory Committee on Computing Qualifications, 2016.
- HERSEY, Paul; BLANCHARD, Kenneth. **Psicologia para administradores: a teoria e as técnicas da liderança situacional**. Tradução por equipe CPB Edwino A. Royer. 4. ed. São Paulo: E.P.U., 1986.
- IBC. Instituto Brasileiro de Coaching. **Post A diferença entre um chefe e um líder: um chefe diz, Vá! Um líder diz, Vamos!** A Liderança deve ser fonte de apoio e crescimento e também inspirar positivamente seus liderados. E você, tem um chefe ou um líder em sua empresa? 13 set. 2017. Disponível em: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=1925407410809025&id=353763481306767&set=a.353869457962836>
- JORNAL DA ECONOMIA. **O chefe sempre tem razão**, 7 fev. 2019. Disponível em: <https://jeonline.com.br/noticia/16746/o-chefe-sempre-tem-razao>
- LEADERSHIP IQ. **The state of leadership development**. Jun.2020. Disponível em: <https://www.leadershipiq.com/blogs/leadershipiq/leadership-development-state>
- MC KINSEY & COMPANY. **Rethink capabilities to emerge stronger from COVID-19**. 23 nov. 2020. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/rethink-capabilities-to-emerge-stronger-from-COVID-19>
- MULLER, R.; TURNER, J. R. **Matching the project manager's leadership style to project type**. International Journal of Project Management, v. 25, n. 1, p. 21-32,2007.
- NORTHOUSE, P. G. **Leadership: Theory and Practice**. 9. ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2021.
- ZHU, Y. Q.; KINDARTO, A. **A garbage can model of government IT project failures in developing countries: the effects of leadership, decision structure and team competence**. Government Information Quarterly, v. 33, n. 4, p. 629-637, 2016.



Gestão & Gerenciamento

LIÇÕES DA IMPLEMENTAÇÃO DO CENTRO DE EXCELENCIA EM AUTOMAÇÃO ROBÓTICAS DE PROCESSOS (RPA) NA BALL CORPORATION

*LESSONS FROM THE IMPLEMENTATION OF THE ROBOTIC PROCESS
AUTOMATION (RPA) CENTER OF EXCELLENCE AT BALL CORPORATION*

Raphael Monteiro Mendonça

Pós graduando em Gestão e Gerenciamento de Projetos, NPPG/Poli/UFRJ, RJ, Brasil;

raphaelmm@gmail.com

Nikiforos Joannis Philyppis Junior

Mestre em Economia Empresarial (UCAM), professor FACC-UFRJ;

nikiforos@facc.ufrj.br

Resumo

Este artigo explora a implementação de *Robotic Process Automation* (RPA) na Ball Corporation, analisando o processo de criação de um Centro de Excelência (CoE) em RPA e comparando-o com as diretrizes teóricas fornecidas pela Fundação Dom Cabral (FDC) e pela organização iColabora. O estudo de caso revela como a *Ball Corporation* automatizou processos repetitivos e de alto volume, visando aumentar a produtividade e qualidade das rotinas administrativas, reduzir custos e melhorar o engajamento dos colaboradores. O artigo compara as práticas adotadas pela Ball com o modelo sugerido pela FDC, destacando as similaridades em termos de governança e priorização de processos, bem como as divergências em áreas como a padronização de ferramentas e a capacitação de *Citizen Developers*. Ao longo do artigo, enfatiza-se a importância das práticas de gerenciamento de projetos como um pilar essencial para garantir o sucesso tanto na teoria quanto na prática, assegurando que a automação esteja alinhada com os objetivos estratégicos da organização. A análise crítica conclui que, apesar das diferenças nas abordagens, o foco em uma gestão estruturada e a governança centralizada foram fundamentais para o sucesso da automação na Ball Corporation.

Palavras-chave: RPA, Automação, Centro de Excelência, Gerenciamento de Projetos.

Abstract

This article explores the implementation of Robotic Process Automation (RPA) at Ball Corporation, analyzing the process of establishing an RPA Center of Excellence (CoE) and comparing it with the theoretical guidelines provided by Fundação Dom Cabral (FDC) and iColabora organization. The case study reveals how Ball Corporation automated repetitive, high-volume processes to increase productivity and quality of administrative processes, reduce costs, and improve employee engagement. The article compares Ball's practices with the FDC model, highlighting similarities in governance and process prioritization, as well as differences in areas such as tool standardization and the inclusion of Citizen Developers. Throughout the paper, the importance of project management practices is emphasized as an essential pillar for ensuring success both in theory and practice, aligning automation with the organization's strategic goals. The critical analysis concludes that, despite differences in approaches, structured management and centralized governance were key to the successful automation efforts at Ball Corporation.

Keywords: RPA, Automation, Center of Excellence, Project Management.

1 Introdução

Nos últimos anos, o avanço tecnológico tem impulsionado transformações significativas nas operações das grandes empresas, especialmente com a adoção de soluções de automação. Entre essas, destaca-se a Automação Robótica de Processos (*Robotic Process Automation* – RPA), uma tecnologia que utiliza *bots* ou robôs de software para automatizar tarefas repetitivas e baseadas em regras que, tradicionalmente, eram realizadas por humanos. O RPA se caracteriza por sua capacidade de interagir com diversos sistemas de software, simulando as ações humanas para executar processos de maneira rápida e precisa, sem a necessidade de intervenção humana contínua.

A relevância do RPA no ambiente corporativo está diretamente ligada à sua capacidade de melhorar a eficiência operacional, reduzir custos, aumentar a precisão dos processos e liberar recursos humanos para atividades mais estratégicas. Segundo Harmon [2019], o RPA é uma ferramenta crucial para as organizações que buscam maximizar sua produtividade e competitividade em um mercado cada vez mais exigente. Ao automatizar

processos manuais, as empresas conseguem reduzir erros operacionais, melhorar a conformidade regulatória e, conseqüentemente, elevar a qualidade dos serviços prestados.

Este artigo tem como objetivo analisar a implementação de um Centro de Excelência (CoE) em RPA na *Ball Corporation*, líder global na fabricação de embalagens sustentáveis. A análise foi realizada com base nos conceitos levantados por Fabian Salum e Karina Garcia [2022] em artigo da FDC em parceria com a ICOLABORA, o qual oferece um modelo estruturado para a implementação de RPA nas empresas. Ao comparar as práticas adotadas pela Ball Corporation com as recomendações do artigo, o estudo busca identificar as similaridades e divergências, destacando os principais fatores que contribuíram para o sucesso da implementação na Ball.

A relevância deste estudo reside na necessidade crescente de as empresas compreenderem não apenas os benefícios potenciais do RPA, mas também as melhores práticas para sua implementação. De acordo com a Capgemini [2019], as iniciativas envolvendo implementação de RPA devem incluir um forte alinhamento com as práticas de gerenciamento de projetos para garantir que as automações sejam entregues no prazo, dentro do orçamento e com a qualidade esperada. Isso envolve definição clara de escopo, gestão de riscos, alocação de recursos e o acompanhamento contínuo de métricas de sucesso. Sem uma estrutura de gerenciamento de projetos robusta, a implementação do CoE pode sofrer com desafios como falta de governança, má comunicação entre equipes e resistência à mudança, comprometendo os resultados esperados.

Além disso, o gerenciamento de projetos desempenha um papel crucial na gestão das partes interessadas, que é vital para o sucesso do CoE. Engajar adequadamente os stakeholders, desde a alta administração até os usuários finais, ajuda a assegurar que os objetivos do CoE estejam alinhados com as expectativas da organização e que haja um suporte contínuo para a evolução do CoE. Isso é particularmente importante em projetos de RPA, onde a mudança cultural e a adaptação às novas tecnologias são tão críticas quanto a própria implementação técnica [PRASAD, 2023].

Como observado por Willcocks, Lacity e Craig [2015], a automação de processos é um dos pilares da transformação digital, e sua adoção bem-sucedida depende de uma abordagem cuidadosamente planejada e alinhada com os objetivos estratégicos da organização. Assim, ao comparar o caso da Ball Corporation com o referencial da FDC, este artigo pretende fornecer *insights* valiosos para outras organizações que estão considerando ou já estão em processo de implementação do RPA, contribuindo para a consolidação de um conhecimento mais aprofundado sobre o tema.

2 Referencial Teórico

2.1 Conceito de *Robotic Process Automation*

O *Robotic Process Automation* (RPA) é uma tecnologia que permite a automação de tarefas repetitivas e baseadas em regras por meio de robôs de software. Esses robôs interagem com sistemas e aplicações da mesma forma que os humanos, porém com maior eficiência e precisão, realizando atividades como inserção de dados, processamento de transações e resposta a consultas. O RPA se destaca por sua capacidade de operar em diferentes plataformas sem a necessidade de modificações profundas nos sistemas

existentes, o que o torna uma solução atraente para empresas que buscam aumentar sua produtividade sem grandes investimentos em infraestrutura tecnológica [WILLCOCKS, LACITY, CRAIG, 2015]. Além disso, o RPA oferece uma implementação rápida e eficaz, com retorno sobre o investimento (ROI) em curto prazo. Sua facilidade de integração com sistemas existentes e o impacto imediato na eficiência operacional explicam sua crescente adoção no ambiente corporativo [PAL, 2021].

2.2 Impactos do RPA nas Organizações

O RPA tem gerado impactos profundos nas organizações ao transformar a maneira como processos repetitivos são executados. Ao automatizar tarefas baseadas em regras, o RPA não apenas aumenta a eficiência operacional, mas também reduz os custos operacionais e melhora a precisão das atividades, eliminando erros humanos. Estudos mostram que empresas que adotam o RPA podem obter economias significativas e reduzir o tempo gasto em processos, permitindo que os funcionários se concentrem em tarefas mais estratégicas e criativas [OVERBY, 2020]. Além disso, o RPA também contribui para a conformidade regulatória, assegurando que os processos sigam padrões definidos, o que é crucial para setores altamente regulados [SHARMA, 2020].

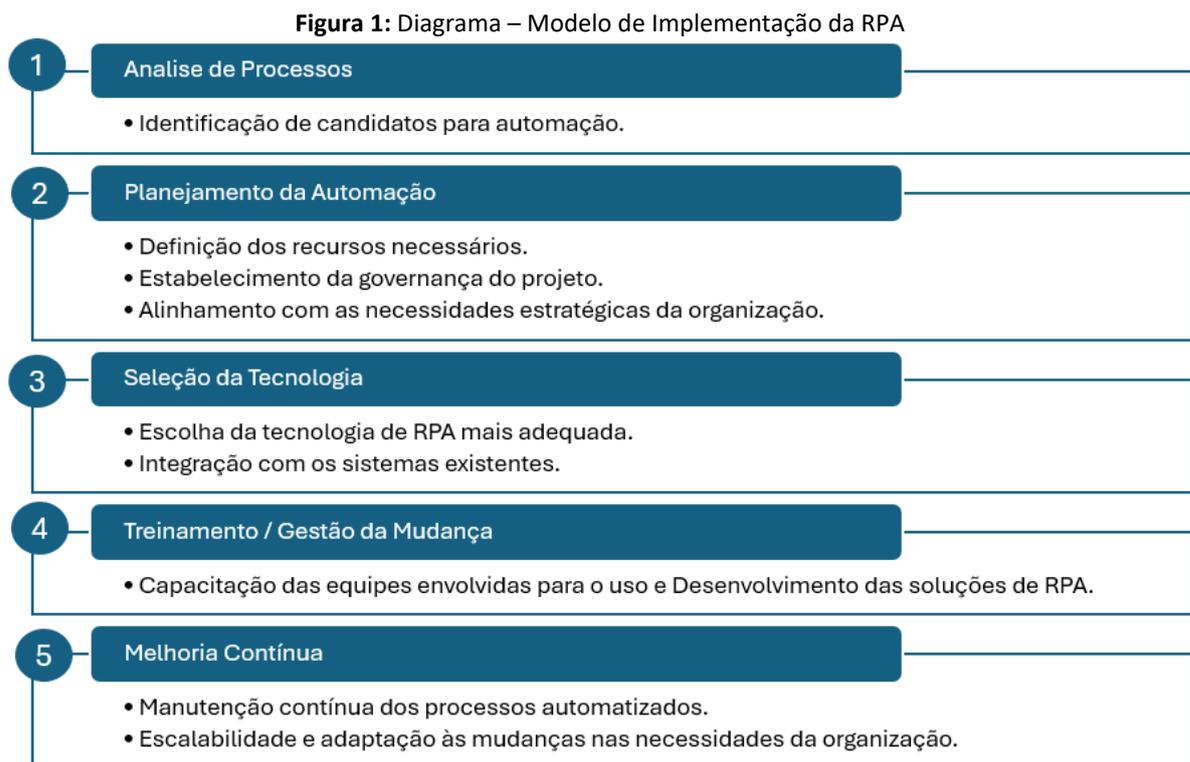
A implementação de RPA tem um impacto direto na redução de custos operacionais, uma vez que a automação de processos repetitivos e manuais elimina a necessidade de mão de obra para tarefas de baixo valor agregado. A substituição de atividades manuais por robôs de software reduz significativamente o tempo necessário para a execução de tarefas, ao mesmo tempo que minimiza erros humanos e retrabalho. Isso resulta em economias consideráveis, tanto em termos de salários quanto de recursos destinados à correção de falhas. Conforme Willcocks, Lacity e Craig [2015], empresas que adotaram RPA conseguiram economizar até 30% em suas despesas operacionais ao automatizar processos como entrada de dados, reconciliação financeira e gestão de conformidade.

Outro impacto positivo da automação é a melhoria no bem-estar dos empregados, que são liberados de tarefas repetitivas e cansativas, podendo concentrar seus esforços em atividades de maior valor agregado. Ao eliminar as tarefas rotineiras, o RPA permite que os colaboradores se dediquem a funções mais analíticas e estratégicas, que não apenas contribuem mais para os objetivos organizacionais, mas também proporcionam maior satisfação no trabalho. Em pesquisa realizada pela UiPath [2019] em parceria com a Forrester, 57% dos executivos afirmam que o RPA aumenta o engajamento dos empregados, já que estes podem focar em decisões complexas e criativas, que são mais valorizadas tanto pela empresa quanto pelos próprios trabalhadores.

Comparado a outras tecnologias de automação e transformação digital, o RPA apresenta um custo de implementação relativamente baixo. Isso se deve ao fato de que o RPA é uma solução não invasiva que pode ser integrada aos sistemas existentes sem a necessidade de grandes mudanças de infraestrutura. Ferramentas como UiPath e outras soluções de RPA oferecem tecnologias low-code/no-code, permitindo que as empresas configurem e implantem robôs com custos de desenvolvimento e manutenção significativamente menores em relação a soluções mais complexas, como sistemas de ERP ou Inteligência Artificial. Além disso, o rápido retorno sobre o investimento (ROI) torna o RPA uma opção financeiramente atrativa para empresas que buscam benefícios em curto prazo.

2.3 Modelo de Implementação de RPA segundo a FDC e ICOLABORA

O modelo de implementação de RPA descrito pela Fundação Dom Cabral (FDC) em parceria com a iColabora, segue uma abordagem estruturada e progressiva, dividida em várias etapas. O primeiro passo envolve a análise detalhada dos processos existentes, identificando aqueles que são candidatos ideais para automação, geralmente focados em tarefas repetitivas, baseadas em regras e que apresentam alto volume de execução. A partir dessa identificação, o planejamento da automação é desenvolvido, abordando desde a definição de recursos até a governança do projeto. Esse planejamento detalhado é essencial para garantir que a implementação do RPA esteja alinhada com as necessidades estratégicas da organização. Durante a fase de implementação, são observados aspectos críticos como a seleção da tecnologia mais adequada, a integração com os sistemas existentes e o treinamento das equipes envolvidas. A última etapa do modelo enfatiza a importância da manutenção contínua e da melhoria dos processos automatizados, garantindo que o RPA seja escalável e possa se adaptar às mudanças nas necessidades da organização. [SALUM; GARCIA, 2022]. O diagrama da Figura 1 sintetiza as etapas do modelo de implementação proposto no estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

3. Estudo de Caso: Implementação de RPA na Ball Corporation

3.1 Visão Geral da Ball Corporation

A *Ball Corporation* é uma empresa líder mundial na produção de embalagens de alumínio inovadoras e sustentáveis para bebidas, produtos de cuidados pessoais e domésticos. Fundada em 1880, a empresa emprega mais de 16.000 pessoas em todo o

mundo e está listada na Bolsa de Valores de Nova York sob o símbolo BALL. Além de suas soluções de embalagem, a Ball Corporation também oferece tecnologias e serviços para clientes comerciais e governamentais. A empresa é conhecida por seu compromisso com a sustentabilidade e integridade, buscando sempre causar um impacto positivo no futuro coletivo [BALL CORPORATION, 2024].

Com base nesse compromisso com a inovação e eficiência, a *Ball Corporation* adotou a *Robotic Process Automation* (RPA) como parte de sua transformação digital. A implementação de um Centro de Excelência (CoE) em RPA foi projetada para otimizar os processos de negócios, aumentar a produtividade e reduzir custos operacionais. A Ball utiliza o RPA em vários setores de suas operações, com ênfase na automação de tarefas repetitivas, com regras claras e bem definidas, padronizadas e de alto volume.

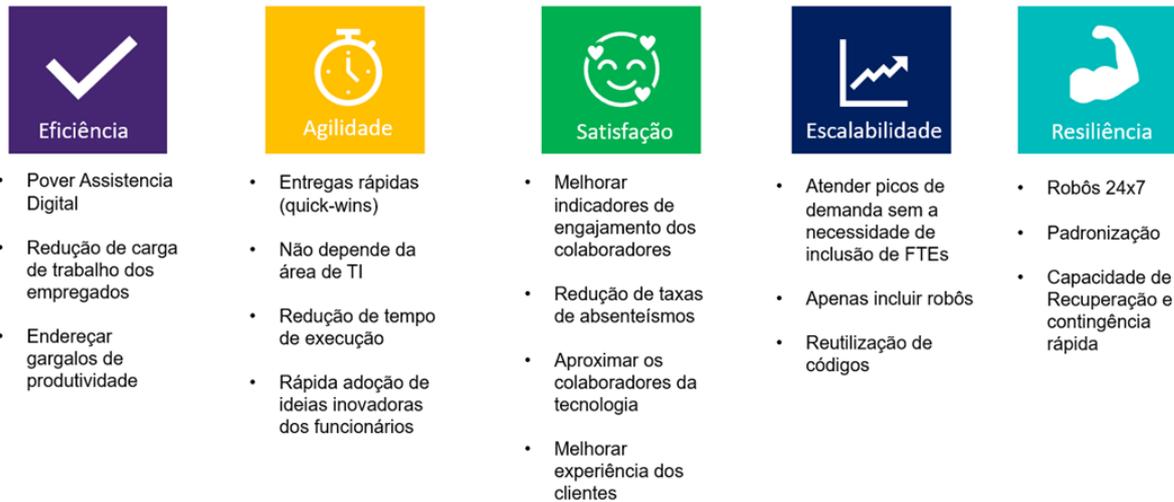
3.2 Objetivos e Motivação para Implementação do RPA

A decisão de implementar o RPA na Ball Corporation foi impulsionada por três objetivos principais: aumentar a produtividade e qualidade das rotinas administrativas, reduzir custos e causar um impacto positivo nas rotinas dos colaboradores. A Ball identificou que muitas das tarefas realizadas manualmente eram repetitivas, propensas a erros e consumiam tempo valioso de seus colaboradores, que poderiam ser alocados em atividades de maior valor agregado. Um exemplo disso foi a automação do processo de envio de faturas para um dos grandes clientes da empresa no México, onde o cliente exigia que as faturas fossem inseridas em seu portal de fornecedores. O processo realizado de forma manual era extremamente tedioso e repetitivo, onde o colaborador precisava efetuar o download da fatura no sistema da Ball e carregar manualmente no portal fornecido pelo cliente. Dado o grande volume de faturamento, eram cerca de 2 horas diárias dedicadas apenas a esta tarefa de não valor agregado, impactando a produtividade e também o engajamento do empregado, desmotivado em função da tarefa pouco desafiante. Além disso, a não realização deste processo ou eventuais erros poderiam ocasionar atrasos no pagamento destas faturas e impactos diretos na gestão de Caixa da empresa.

Outro fator motivador foi a busca por escalabilidade e padronização, essenciais para que a empresa consolidasse a operação do seu Centro de Serviços Compartilhados (CSC), conhecido na Ball Corporation como "*Global Business Services (GBS)*". Com operações em diferentes países, o CSC da Ball Corporation enfrentava desafios em manter a uniformidade dos processos em escala global. A adoção do RPA proporcionou à empresa uma forma de garantir que processos críticos fossem executados de forma consistente em todas as suas unidades, mantendo altos níveis de conformidade regulatória e eficiência operacional. Além disso, com empregados focados em tarefas de valor agregado, foi possível aumentar a produtividade dos centros de serviço sem incremento de *Head Count*.

A figura 2 destaca de forma resumida os principais motivadores para a implementação do programa de RPA na Ball Corporation, que vão além dos citados anteriormente:

Figura 2: Benefícios RPA



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

3.3 Metodologia de Implementação

A implementação do Centro de Excelência (CoE) em RPA na Ball Corporation seguiu um modelo estruturado, seguindo as boas práticas recomendadas pelas empresas de software de RPA como a UiPath e Automation Anywhere, e também por consultorias especializadas em jornadas de RPA e transformação digital. O primeiro passo foi a definição dos recursos necessários, nas perspectivas de pessoas, processos e tecnologia, para que o CoE tivesse uma base de operação consistente.

Na perspectiva de pessoas, foi definido uma estrutura mínima viável capaz de girar a operação, sendo formada uma equipe composta por:

- Analistas de Negócio: especialistas em processos responsáveis por identificar e avaliar oportunidades de automação, criar e refinar a documentação de processos, priorizar demandas e traduzir as necessidades das unidades de negócio para a equipe de desenvolvedores.
- Arquitetos de Soluções: *stakeholders* de TI responsáveis por definir a arquitetura de automação, aplicar sua expertise nas fases de desenvolvimento e implementação, selecionar as melhores ferramentas de automação e validar as oportunidades de automação considerando as limitações técnicas do RPA;
- Desenvolvedores de RPA: engenheiros de automação responsáveis por desenvolver, testar e suportar a implementação dos processos automatizados, trabalhando em colaboração com os analistas de negócios e arquitetos de solução.
- Líder de RPA: principal líder do CoE, com bom conhecimento de processos e da jornada de automação, que coordena os demais membros da equipe e garante a execução das demandas com um bom nível de satisfação dos clientes internos.

Além do componente pessoas, o CoE definiu uma infraestrutura técnica composta por computação em nuvem (*cloud-based*), oferecida pela AWS (*Amazon Web Service*) em parceria com a UiPath, software selecionado para o desenvolvimento de robôs. A UiPath foi

escolhida como a plataforma principal para o desenvolvimento dos robôs, devido à sua capacidade de integração e tecnologia no-code/low-code, permitindo que até mesmo colaboradores sem conhecimento técnico aprofundado pudessem criar e gerenciar automações, possibilitando assim a implementação de um programa de *Citizen Developer* (Desenvolvedor Cidadão), que consiste em empoderar os usuários das áreas de negócio a desenvolverem as suas próprias automações, porém respeitando as boas práticas e políticas determinadas pelo CoE.

Inicialmente, a equipe de RPA da Ball foi responsável por identificar os processos de negócios que mais se beneficiariam da automação. Para isso, foram realizadas oficinas com diferentes áreas funcionais da empresa, como finanças, recursos humanos e compras, para mapear os processos elegíveis a automação por RPA. Durante essas oficinas, foram abordados os conceitos de melhoria contínua pois automatizar um processo sem primeiro identificar e resolver as ineficiências existentes pode perpetuar ou até mesmo agravar problemas. Ao aprimorar os processos anteriormente, as organizações podem alcançar transições mais suaves, melhor desempenho e benefícios mais significativos de suas iniciativas de automação.

Após a identificação dos candidatos à automação, um formulário de captura de ideias foi desenvolvido para facilitar o envio de ideias de automação por parte dos colaboradores. Esse formulário incluía perguntas-chave para avaliar o esforço necessário para o desenvolvimento de robôs e garantir que os processos fossem adequados para o RPA. Os processos priorizados foram aqueles que apresentavam um retorno sobre o investimento mais rápido.

A Ball Corporation adotou uma abordagem ágil, implementando pilotos antes de expandir as automações para toda a organização e posteriormente implementar o programa de *Citizen Developers*. Durante essa fase, foi essencial a colaboração entre a equipe de TI e as áreas de negócios para garantir que a implementação fosse segura e estivesse em conformidade com as práticas de tecnologia da empresa.

3.4 Resultados e Impactos

A implementação do RPA na Ball Corporation trouxe resultados significativos, tanto em termos operacionais quanto financeiros. Um dos principais exemplos foi a automação do processo de contas a receber, que anteriormente consumia cerca de quatro horas diárias da equipe da equipe para extrair dados do sistema SAP e enviar e-mails de cobrança para os Clientes. Com a automação, esse processo passou a ser realizado de forma autônoma pelos robôs, liberando tempo para que a equipe se concentrasse em atividades mais estratégicas, como foco nas ações de cobrança e negociações com os clientes para buscar a recuperação de títulos vencidos.

Outro impacto importante foi a escalabilidade proporcionada pela centralização do CoE. Ao padronizar os processos e reutilizar componentes desenvolvidos para diferentes automações, a empresa conseguiu expandir suas iniciativas de RPA para outras áreas de negócio rapidamente. Esse modelo permitiu que a Ball Corporation alcançasse um retorno sobre o investimento (ROI) considerável em um curto espaço de tempo.

Além disso, a automação resultou em uma redução significativa dos erros humanos e aumentou a conformidade com as políticas internas e regulatórias, uma vez que os robôs

seguem estritamente os fluxos de trabalho programados. Do ponto de vista financeiro, a Ball Corporation relatou uma economia substancial em termos de horas de trabalho realizada por humanos. Apenas no ano 2023, os robôs desenvolvidos pelo CoE em RPA trabalharam o equivalente a 35 colaboradores. Um exemplo prático foi um robô desenvolvido para a equipe de Planejamento de Produção, para apoiar no processo de atualização de previsão de produção conforme as demandas dos clientes. O processo manual consistia em identificar os e-mails enviados pelos clientes com os dados de previsão de compras, efetuar a consolidação em uma planilha de controle e, posteriormente, efetuar a carga de dados no sistema de planejamento de produção. Este processo manual, com baixo valor agregado, consumia cerca de 1056 horas de trabalho por ano. Com o RPA foi possível automatizar todas as etapas do processo, representando uma economia de aproximadamente US\$50.000,00 no primeiro ano. Esta, e todas as outras iniciativas de automação somadas, representam uma economia de US\$2.660.000,00.

4 Discussão do Estudo de Caso

4.1 Similaridades na Implementação

Tanto a *Ball Corporation* quanto o modelo proposto pela FDC e iColabora compartilham uma abordagem estruturada e cuidadosa na implementação do RPA, começando pela identificação de processos ideais para automação. Em ambos os casos, houve uma análise detalhada de tarefas repetitivas e de alto volume, que apresentavam uma grande oportunidade para otimização através da automação. Essa fase inicial de identificação e priorização de processos é essencial para garantir o sucesso do projeto e maximizar o impacto da automação, como descrito nas boas práticas da FDC.

Além disso, a governança foi um ponto forte em ambas as abordagens. A Ball Corporation implementou um Centro de Excelência (CoE) centralizado para garantir que todas as iniciativas de RPA fossem padronizadas e alinhadas com as diretrizes organizacionais. Esse modelo reflete diretamente as recomendações da FDC, que também defende a criação de um CoE para gerenciar e monitorar a automação de forma centralizada, evitando duplicações de esforços e garantindo a consistência dos resultados. Outro ponto de convergência foi o uso de metodologias ágeis, que permitiram entregas rápidas e iterativas tanto na Ball quanto no modelo sugerido pela FDC, promovendo melhorias contínuas ao longo do tempo.

4.2 Divergências na Implementação

Embora as práticas sugeridas pela FDC e iColabora sejam amplamente aplicáveis, a implementação na Ball Corporation teve algumas diferenças importantes. A primeira está relacionada à ferramenta de automação utilizada. Enquanto o modelo da FDC sugere uma flexibilidade maior na escolha de ferramentas de automação, adaptando-as de acordo com as necessidades de cada processo, a Ball optou por um foco específico no UiPath, reconhecido como líder de mercado e que se apresentou como uma melhor relação custo x benefício se comparada aos seus principais competidores também avaliados no processo de escolha, as ferramentas Automation Anywhere e Blue Prism. Essa decisão permitiu uma padronização tecnológica maior, facilitando a governança e o reaproveitamento de

componentes, mas pode limitar a flexibilidade para atender a necessidades mais específicas de diferentes áreas da empresa.

Outra divergência diz respeito ao envolvimento dos *Citizen Developers*. Enquanto a abordagem da FDC recomenda que o CoE concentre o desenvolvimento e controle total das automações, na *Ball Corporation* foi promovido um programa para capacitar funcionários a desenvolverem suas próprias automações sob supervisão. Embora isso tenha acelerado a escalabilidade, apresentou desafios adicionais em termos de governança e manutenção da qualidade das automações, que necessitaram de reforço na padronização e na revisão dos robôs desenvolvidos por não-especialistas.

4.3 Análise Crítica

Ao comparar os dois modelos de implementação, fica claro que a *Ball Corporation* adaptou a estratégia às suas necessidades e contexto organizacional específicos. A centralização das operações de RPA no CoE foi uma estratégia acertada para garantir a governança, escalabilidade e alinhamento com as diretrizes da empresa. A seleção da ferramenta UiPath permitiu a introdução do programa de *Citizen Developers* o que aumentou a eficiência no curto prazo, mas também trouxeram desafios no que tange à flexibilidade e à governança, aspectos que o modelo da FDC aborda com maior ênfase.

O foco da FDC em garantir uma abordagem flexível para diferentes necessidades empresariais permite uma personalização mais profunda de cada automação, algo que poderia ser um diferencial para a Ball em processos mais complexos no futuro. Por outro lado, a abordagem da *Ball Corporation*, ao padronizar suas ferramentas, acelerou o processo de automação e mostrou-se altamente eficaz em atividades mais operacionais.

Por fim, o sucesso da implementação na *Ball Corporation* reflete a importância de uma adaptação estratégica das boas práticas de RPA ao contexto organizacional, equilibrando governança com flexibilidade, e garantindo que as automações atendam tanto às necessidades imediatas quanto aos objetivos estratégicos de longo prazo da empresa. A comparação com as diretrizes da FDC sugere que, embora haja variações nas práticas, o foco em governança e alinhamento estratégico é essencial para o sucesso de qualquer iniciativa de automação. O quadro 1 mostra uma síntese comparativa entre as soluções existentes.

Quadro 1: Etapas do Modelo FDC/iColabora & Abordagem da Ball Corporation

Etapas do Modelo FDC/iColabora	Abordagem da Ball Corporation
1. Análise de Processos	Identificou processos repetitivos e de alto volume, utilizando um formulário de <i>intake</i> para submeter candidaturas de automação.
2. Planejamento da Automação	Planejamento detalhado com foco em uma governança centralizada no Centro de Excelência (CoE) e priorização de processos.
3. Seleção da Tecnologia	Utilizou o UiPath como plataforma padrão de RPA, garantindo integração com sistemas existentes e rápida implementação.

4. Treinamento das Equipes	Implementou um programa de <i>Citizen Developers</i> , capacitando funcionários a desenvolver automações com supervisão do CoE.
5. Melhoria Contínua	Estabeleceu um processo de governança contínua no CoE, com foco na escalabilidade e reaproveitamento de componentes desenvolvidos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

5 Considerações Finais

A implementação de RPA na *Ball Corporation* demonstrou o impacto significativo que essa tecnologia pode trazer para a eficiência operacional e a transformação digital das empresas. Ao longo deste estudo, observou-se como o uso de um Centro de Excelência (CoE) foi fundamental para garantir a governança, escalabilidade e a padronização das automações. Comparando as práticas adotadas pela *Ball Corporation* com o modelo teórico da Fundação Dom Cabral (FDC) e da *iColabora*, percebe-se convergências em áreas como a priorização de processos para automação e a centralização da governança, ao mesmo tempo que divergências foram observadas em aspectos como a escolha da ferramenta de automação e o envolvimento de *Citizen Developers*.

Um ponto crucial que permeia ambas as abordagens é a importância das práticas de gerenciamento de projetos. Desde a fase de planejamento e definição de escopo, até a execução, monitoramento e controle das automações, a aplicação de metodologias estruturadas garantiu que os projetos de RPA fossem entregues dentro dos prazos e com a qualidade esperada. O gerenciamento de riscos, a alocação de recursos e o engajamento das partes interessadas também foram elementos fundamentais para o sucesso do RPA, tanto no contexto teórico quanto na prática da *Ball Corporation*. Esse estudo reforça a necessidade de alinhar a implementação de novas tecnologias com práticas robustas de gerenciamento de projetos, garantindo que as automações não apenas atendam às demandas imediatas, mas também contribuam para os objetivos estratégicos de longo prazo da organização.

O objetivo deste artigo foi analisar a implementação do *Robotic Process Automation* (RPA) na *Ball Corporation*, destacando os resultados positivos obtidos, como aumento da eficiência, redução de custos e melhorias nos processos. A análise demonstrou que a implementação estruturada de um Centro de Excelência (CoE) em RPA, alinhada às melhores práticas recomendadas, pode impulsionar o sucesso de automações em grande escala. No entanto, como limitação do método de pesquisa, cabe ressaltar que este estudo de caso é único e baseado nas especificidades da *Ball Corporation*, o que impede a generalização dos resultados para outras organizações e contextos. Estudos de caso adicionais seriam necessários para uma compreensão mais abrangente do impacto do RPA em diferentes cenários corporativos.

Para aprofundar o conhecimento sobre os impactos do RPA, sugere-se que futuras pesquisas explorem dados de um conjunto mais amplo de organizações, de diferentes portes e setores, e com variados tipos de processos. Um levantamento mais detalhado dos impactos do RPA em tipos específicos de processos – como processos de *back-office* em comparação a operações orientadas ao cliente – permitiria uma análise mais rica das

potenciais vantagens e desafios do RPA. Além disso, uma investigação sobre os diferentes resultados de automação em processos simples versus processos complexos seria valiosa para esclarecer como o RPA pode ser adaptado e otimizado para diferentes necessidades organizacionais.

6 Referências

- BALL CORPORATION, 2024. Disponível em: <https://www.ball.com/>. Acesso em: 6 Out. 24
- CAPGEMINI. **Center of Excellence & Operating Model: Why RPA Is More Than Just a Software**. 15 de Julho de 2019. Disponível em: <https://www.capgemini.com/us-en/insights/expert-perspectives/center-of-excellence-operating-models-why-rpa-is-more-than-just-a-software/> . Acesso em: 5 Set. 24
- HARMON, P. **Business Process Change: A Business Process Management Guide for Managers and Process Professionals (Fourth)**. Elsevier Inc, 2019.
- OVERBY, Stephanie (2020). **How Robotic Process Automation (RPA) and digital transformation work together**. 11 de Agosto de 2020. Disponível em: <https://enterpriseproject.com/article/2020/8/how-rpa-robotic-process-automation-and-digital-transformation-work> . Acesso em: 6 Out. 24
- PAL, Paul (2021). **A Primer on Digital Transformation: Pillars, Drivers and Critical Success Factors**. 7 de Abril de 2021. Disponível em: <https://www.institutefordigitaltransformation.org/a-primer-on-digital-transformation-pillars-drivers-and-critical-success-factors/>. Acesso em: 6 Out. 24
- PRASAD, S. **RPA Center of Excellence: Building and Sustaining Success**. 08 de Agosto de 2023. Disponível em: <https://rpabotsworld.com/rpa-center-of-excellence/>. Acesso em: 5 Set. 24
- SALUM, Fabian; GARCIA, Karina Coleta. **Entendendo e Desmistificando o RPA: uma trilogia**. Nova Lima, MG: Fundação Dom Cabral, 2022. Disponível em: <https://www.fdc.org.br/conhecimento/publicacoes/relatorio-de-pesquisa-35763> Acesso em: 5 Set. 24
- SHARMA, Saurabh (2020). **People, Process and Technology – three pillars for automation success. 30 de Setembro de 2020**. Disponível em: <https://blog.datamatics.com/people-process-and-technology-three-pillars-for-automation-success-with-rpa>. Acesso em: 6 Out. 24
- UIPATH. **The Impact of RPA on Employee Engagement, a Forrester Consulting Thought Leadership Paper**. 15 de Março de 2019. Disponível em: <https://www.uipath.com/blog/rpa/impact-of-rpa-on-employee-engagement-forrester>. Acesso em: 6 Out. 24
- WILLCOCK, L., LACITY, M., CRAIG, A. (2015). **The IT Function and Robotic Process Automation. The Outsourcing Unit Working Research Paper Series**. Disponível em: www.lse.ac.uk/management/research/outsourcingunit/. Acesso em: 5 Set. 24



Gestão & Gerenciamento

INDICADORES AMBIENTAIS COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA GESTÃO SUSTENTÁVEL: O CASO DA RESERVA ECOLÓGICA DE GUAPIAÇU (REGUA) - RJ

*ENVIRONMENTAL INDICATORS AS A TOOL FOR ASSESSING
SUSTAINABLE MANAGEMENT: THE CASE OF THE GUAPIAÇU
ECOLOGICAL RESERVE (REGUA) - RJ*

Micaela Locke

Mestranda; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

locke.micaela@gmail.com

Maria Fernanda Santos Quintela da Costa Nunes

Doutora; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

mfquintela@gmail.com

Resumo

A Reserva Ecológica de Guapiaçu-REGUA, em Cachoeiras de Macacu-RJ, tem como missão institucional a conservação dos remanescentes de Mata Atlântica na bacia do rio Guapiaçu. O objetivo deste estudo foi propor um conjunto de indicadores de sustentabilidade capazes de analisar e mensurar a sustentabilidade da REGUA. O terceiro setor se diferencia das empresas e do governo pela singularidade de seu trabalho e frequentemente enfrenta desafios relacionados à sua gestão. O uso de indicadores de sustentabilidade permite a construção de uma visão multidisciplinar capaz de avaliar resultados e posicionar a organização em termos de sua sustentabilidade. Sendo assim, os indicadores de sustentabilidade são capazes de apontar para a sustentabilidade da REGUA? A hipótese é de que os indicadores sejam capazes de mensurar a sustentabilidade da organização, auxiliando o seu processo de gestão. O método M.A.I.S foi adotado para buscar formas de visualização da posição da organização em relação à sustentabilidade, através do somatório da pontuação de diferentes indicadores agrupados nas dimensões ambiental, econômica e social. Observou-se que a dimensão econômica obteve a melhor pontuação, seguida das dimensões ambiental e social. Os resultados mostraram que o método adotado foi eficaz, de fácil aplicação, demonstrando que a REGUA é uma organização sustentável.

Palavras chave: Indicadores de Sustentabilidade; Gestão ambiental; Método M.A.I.S.

Abstract

The Guapiaçu Ecological Reserve, known as REGUA, is located in Cachoeiras de Macacu and has the mission to conserve and protect the remaining Atlantic Forest in the Guapiaçu watershed. The third sector is different from the private sector and the government, due to the unique nature of its activities and often encounters challenges related to the lack of well-established management mechanisms. In this context, the use of sustainability indicators enables the creation of a multidisciplinary perspective capable of evaluating outcomes and positioning the organisation in terms of its sustainability. Therefore, the aim of this study was to propose a set of sustainable development indicators capable of analysing and measuring the sustainability of REGUA. Consequently, the following research question was posed: Are sustainability indicators capable of indicating the sustainability of REGUA? The methodology employed was the M.A.I.S method, which seeks ways to visualise the organisation's position in relation to sustainability through the scoring of indicators grouped by environmental, economic, and social dimensions. The results demonstrated that the adopted method was effective, easy to apply and understand, showing that REGUA qualifies as a sustainable organisation. However, the Economic Dimension scored the highest, followed by the Environmental and Social Dimensions.

Keywords: Sustainability Indicators; Environmental Management; M.A.I.S. Method

1. Introdução

A sustentabilidade é um desafio para o modelo de produção atual e para várias organizações (TANNURI, 2013). Inicialmente considerados opostos, o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental surgem como respostas aceitáveis às demandas de diversos grupos (SOARES, 2004). Faucheux e Noël (1995) alertam que a busca pelo desenvolvimento sustentável pode ser ineficaz sem uma base sólida e critérios claros de gestão, ressaltando a necessidade de um processo sistêmico e viável de sustentabilidade.

Indicadores de sustentabilidade são ferramentas que fornecem informações capazes de analisar ambientes complexos, avaliar impactos e propor soluções. Para que se tornem

ferramentas de alcance para o desenvolvimento sustentável é preciso que eles sejam capazes de mensurar diferentes dimensões, e evidenciar a complexidade de fenômenos ambientais, econômicos e sociais, além de comunicar tendências para subsidiar o processo de tomada de decisões e relacionar variáveis, considerando que a realidade não é linear nem unidimensional (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009).

No Brasil, a avaliação da sustentabilidade no terceiro setor, especificamente nas Organizações Não Governamentais (ONG) é pouco explorada. Tenório (2015) observa que as ONGs, são caracterizadas por não pertencerem à iniciativa privada, não apresentarem fins lucrativos e atenderem a questões importantes que contribuem para o desenvolvimento da sociedade. Assim, enfrentam desafios únicos relacionados à sua complexa gestão, uma vez que muitas vezes são movidas por um forte senso de idealismo, dinamismo e flexibilidade. Para equilibrar trabalho flexível e competitivo ao desenvolvimento econômico, promoção social e conservação ambiental, as ONGs devem adotar medidas gerenciais eficientes.

No âmbito da sustentabilidade, Cachoeiras de Macacu-RJ, é um município de médio porte localizado no estado Rio de Janeiro. Sua economia é baseada na agricultura familiar e pecuária. É um importante fornecedor de alimentos, ainda com 56% de seu território de Mata Atlântica, em bom estado de conservação, com destaque para uma área significativa de remanescente desta floresta, sendo considerado como produtor regional de água (TCERJ, 2016; CACHOEIRAS DE MACACU, 2019; KUNZE, 2019). Situação que lhe confere possibilidades de uma gestão ambiental dos recursos naturais e um desenvolvimento econômico sustentável, inclusive com serviços ambientais essenciais em relação a manutenção e produção de recursos hídricos.

Este estudo foca na ONG REGUA, situada em Cachoeiras de Macacu que gere a Reserva Ecológica de Guapiaçu com aproximadamente 8.000 hectares, tem parte do território inserido no Parque Estadual dos Três Picos (PETP), a maior unidade de proteção integral do estado do Rio de Janeiro. A REGUA tem como missão a conservação da Mata Atlântica na bacia do rio Guapiaçu, e a cumpre através de programas de restauração ecológica, ampliação de seu território, programas robustos de educação ambiental, apoio à pesquisa científica e reintrodução de fauna localmente extinta, além do turismo ecológico (INEA, 2015; INEA, 2021; MOREIRA *et al.*, 2020).

Ao levar em consideração a sua missão institucional, o objetivo deste trabalho é analisar e propor um conjunto de indicadores de sustentabilidade capazes de mensurar a gestão sustentável da REGUA, através de uma metodologia de fácil aplicação.

2. Referencial Teórico

Em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, conhecida como Comissão Brundtland, introduziu o termo desenvolvimento sustentável para o discurso público (TANNURI, 2013). O relatório não foi capaz, a princípio, de formular um novo *modus operandi*, específico para um estilo de produção e consumo mais equilibrado, mas introduziu um novo conceito de produção, uma quebra de paradigma, capaz de firmar um contrato entre as gerações (IPIRANGA *et al.*, 2011). O Relatório Brundtland define desenvolvimento sustentável como:

“[...] um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a

direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas” (BRUNDTLAND, 1991).

Em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio 92 ou Cúpula da Terra) destacou a sustentabilidade na agenda pública global e introduziu a Agenda 21, promovendo programas para práticas sustentáveis em escala local, inclusive no Brasil, aplicada aos municípios. Este evento enfatizou questões ambientais e sociais, como desmatamento, poluição, e pobreza, e empoderou diversos grupos sociais (ONU, 2020). Um dos principais legados foi a criação da Convenção da ONU sobre a Diversidade Biológica (CDB), criada para orientar países signatários, inclusive o Brasil, que permitiu que diversas instituições e organizações comesçassem a planejar a gestão da biodiversidade em seus territórios e estabeleceu normas para a conservação e uso sustentável da biodiversidade.

Ao longo dos anos, o conceito de desenvolvimento sustentável passou por diversas interpretações e métodos de implementação (BARBIERI, 2000). Num primeiro momento, este conceito estaria mais voltado à degradação ambiental; já num segundo momento, a uma percepção mundial da problemática, onde todos, sem restrição aos limites territoriais, fazem parte da problemática, e num terceiro momento, um direcionamento mais a nível nação, fazendo da degradação um problema planetário que prejudica a todos. Este conceito também inclui diferentes dimensões, que podem ser caracterizadas pelas dimensões ambiental, econômica e social, que devem estar equilibradas para se alcançar a sustentabilidade (SACHS, 2009 *apud* STOFFEL; COLOGNESE, 2015).

Um modelo de desenvolvimento sustentável precisa de dados representativos para equilibrar produção e capacidade dos sistemas naturais (COUTO, 2007). Para tanto, os indicadores sustentáveis são essenciais para avaliar resultados em relação às metas de sustentabilidade e apoiar os processos decisórios (MALHEIROS *et al.*, 2008). A nível local e regional, medir a sustentabilidade pode ser desafiador devido à falta de dados, o que torna os estudos empíricos importantes para auxiliar este processo (BRAGA *et al.*, 2004). Tais indicadores ajudam a avaliar tendências, progresso e eficácia das políticas (EEA, 2014). Eles são variáveis mensuráveis que monitoram progresso e podem ser quantitativos ou qualitativos (DONNELLY *et al.*, 2007; QUIROGA, 2001). Eles também funcionam como variáveis mensuráveis de projetos, ambientes ou sociedades, usadas para acompanhar seu progresso ou direção (DONNELLY *et al.*, 2007). Geralmente, é feito um recorte temporal, onde os indicadores assumem valores que refletem uma situação específica.

A urgência em promover o desenvolvimento econômico e a necessidade de estimular a consciência ecológica promoveram intensos debates que culminaram na adoção do termo desenvolvimento sustentável pela Organização das Nações Unidas (ONU). Este conceito foi politicamente, economicamente, socialmente e ambientalmente institucionalizado, de modo que o desenvolvimento sustentável passou a englobar o crescimento econômico em múltiplas dimensões (MOLINA, 2019). O conceito de sustentabilidade alinhado ao objeto de estudo deste trabalho faz referência à Sachs (2009), que destaca a relevância da conservação da biodiversidade como condição necessária para o desenvolvimento sustentável, fato reconhecido também durante a Convenção da ONU sobre a Diversidade Biológica.

3. Metodologia

Utilizou-se como metodologia a pesquisa qualitativa de caráter descritivo, onde em geral, trabalham-se dados e interesses locais (FANTINATO, 2015), com enfoque indutivo e múltiplos focos de interesse, que se alinham no decorrer da análise. Além disso, realizou-se um corte temporal-espacial do fenômeno explorado (MANNING, 1979 apud NEVES, 1996).

A coleta, seleção e análise dos dados e informações ocorreu em 21 meses, nas etapas: a) levantamento bibliográfico sobre o conceito de desenvolvimento sustentável, em especial seu histórico e diferentes abordagens, assim como os indicadores de sustentabilidade. Foi consultada a base de dados científica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), *Proxy*, assim como a base de dados científica Google Acadêmico e como critério de escolha as palavras-chave indicadores de sustentabilidade, organizações do terceiro setor e sustentabilidade. b) levantamento de documentação da Organização REGUA e da Unidade de Conservação, e estabeleceu-se o critério documentos internos e externos com conteúdo de descrição de atividades desenvolvidas nas diferentes dimensões, inclusive divulgados em web.

Na análise da gestão utilizou-se a metodologia M. A. I. S - Método para Avaliação de Indicadores de Sustentabilidade Organizacional, Oliveira (2002) propõe uma correlação entre o desenvolvimento sustentável e suas dimensões, definidos por Sachs, os instrumentos de valoração de resultados organizacionais praticados pelo Prêmio Nacional de Qualidade. É baseado no Modelo de Excelência da Gestão®, uma metodologia de avaliação, autoavaliação e reconhecimento das boas práticas de gestão (FNQ, 2018) e pelos indicadores de sustentabilidade praticados pelo grupo Dow Jones (*Dow Jones Sustainability Group Index - DJSGI*), usados para quantificar o desempenho focado na busca da oportunidade de sustentabilidade das companhias, considerado o primeiro índice global capaz de avaliar o desempenho das companhias líderes em relação ao desenvolvimento sustentável, sendo reconhecido internacionalmente (OLIVEIRA, 2002 apud DJSGI, 2000). Desta forma, este método é salientado como aquele que:

Busca possibilitar formas de visualização da posição da organização em relação às dimensões propostas e seus indicadores, como forma de potencializar a busca de oportunidades de melhoramento continuado para que uma organização produtiva alcance uma relação de “cumplicidade” com a sociedade que garante não apenas sua sobrevivência, mas sim, a maior longevidade para seu negócio (OLIVEIRA, 2002, p. 154).

3.1 Descrição da Aplicação do método M.A.I.S na REGUA

Durante a análise de aplicação do método verificou-se na seleção das dimensões que a dimensão econômica busca incluir desenvolvimento econômico intersectorial equilibrado e geração de renda, enquanto a dimensão social busca o comprometimento e capacidade de implementação de projetos, políticas e parcerias que beneficiem o bem-estar da sociedade, e a dimensão ambiental enfatiza ecossistemas saudáveis, a preservação dos serviços ecossistêmicos e uso adequado de recursos (SACHS, 2009).

O quadro 1 apresenta os indicadores selecionados para mensurar e analisar a sustentabilidade da REGUA, divididos em três dimensões: ambiental, econômica e social.

Cada indicador está associado a resultados esperados e possui a pontuação máxima de 3 pontos, que reflete o nível de cumprimento dos critérios estabelecidos. Os critérios selecionados foram a elaboração ou existência do indicador (E), o grau de implementação da atividade (I) e o processo de verificação ou controle do indicador (V). A nota final, de cada indicador, se deu através do somatório das notas dos três critérios, onde a máxima pontuação foi de 9 pontos. Essa estrutura permite uma análise integrada da sustentabilidade da REGUA.

Quadro 1 – Dimensões e Indicadores de Sustentabilidade: Resultados Esperados, Critérios de Avaliação e Pontuação Máxima.

Dimensão	Indicadores	Resultados esperados	Pontuação máxima	Critérios		
				E	I	V
Ambiental	Número de mudas nativas plantadas	Restauração de habitats degradados	9	-	-	-
	Área restaurada		9	-	-	-
	Biodiversidade	Proteção de remanescentes da Mata Atlântica	9	-	-	-
	Qualidade de água	Assegurar a qualidade e disponibilidade de água potável	9	-	-	-
Econômica	Captação de recursos	Busca por independência financeira	9	-	-	-
	Número de empregos criados	Desenvolvimento de competências e valorização da mão-de-obra local	9	-	-	-
	Controle Gerencial	Cumprimento de metas para alcançar os resultados propostos	9	-	-	-
	Transparência	Imagem da organização	9	-	-	-
Social	Programas e ações de educação ambiental	Participação de stakeholders e diálogo com a comunidade	9	-	-	-
	Parcerias político-institucionais	Busca por parcerias estratégicas que permitam o desenvolvimento de ações conjuntas	9	-	-	-
	Nível de divulgação das atividades	Engajamento com a comunidade e criação de sentimento de pertencimento junto à organização	9	-	-	-
	Artigos científicos publicados	Compartilhamento de dados sobre a biodiversidade local e outros resultados de pesquisas	9	-	-	-
Total			108			

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A pontuação máxima para cada indicador foi 9, num total de 36 pontos acumulados para cada dimensão. Desta maneira, foi possível criar uma faixa de sustentabilidade através da pontuação obtida pelo somatório das três dimensões analisadas, onde a organização pode alcançar o máximo de 108 pontos. A classificação *insustentável* reflete a pontuação obtida de 0 a 36 pontos, *em busca de sustentabilidade* se dá de 37 a 73 pontos e a categoria *sustentável* compreende a pontuação de 74 a 108 pontos, conforme o quadro 2. A

pontuação e a faixa de sustentabilidade, propostas neste trabalho, não são definitivas e poderão ser reavaliadas e aprimoradas de acordo com o desenvolvimento e mudanças estruturais que ocorrerem dentro da organização. Sendo assim, foi definido:

Quadro 2 – Faixas de sustentabilidade

Faixas de sustentabilidade	Pontuação correspondente
Insustentável	0 a 36
Em busca de sustentabilidade	37 a 73
Sustentável	74 a 108

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Insustentável: a organização está concentrando esforços em somente algumas dimensões, e não em outras, demonstrando não haver um equilíbrio entre todas elas, que se mostram, para esta instituição, importantes ferramentas para alcançar a sustentabilidade. Este pode ser um risco para a organização, que deve diversificar suas atividades para garantir seu êxito ao longo do tempo.

Em busca de sustentabilidade: são organizações que estão num processo de transição, na busca da diversificação de suas atividades ao integrar seus sistemas e gestão a uma lógica mais sustentável, com o objetivo da sobrevivência e fortalecimento de sua imagem e convivência harmônica com a sociedade e seus *stakeholders*.

Sustentável: a organização aponta para a saúde do sistema, seja através do baixo impacto antrópico, da integração com as comunidades vizinhas, do estabelecimento de parcerias político-institucionais, de condições de trabalho apropriadas, bem como de um ambiente construído saudável e seguro. O sistema também mantém baixos níveis de externalidades negativas sobre outras regiões, sobretudo ao formar relações com o entorno, e numa escala global, através de ações que tem impacto sobre questões globais, como o efeito estufa e os impactos agregados sobre o planeta.

Desta maneira, realizou-se uma análise da organização baseada no somatório do valor acumulado em cada dimensão para que, então, fosse medida a sua sustentabilidade. Esta abordagem permitiu comparar o total obtido com as faixas de pontuação propostas pelo método de análise e classificar a organização quanto à sua sustentabilidade e levantar questionamentos sobre quais ações estão de fato alinhadas ao desenvolvimento sustentável e quais podem ser priorizadas para que este processo possa ser concretizado.

4. Resultados e Discussão

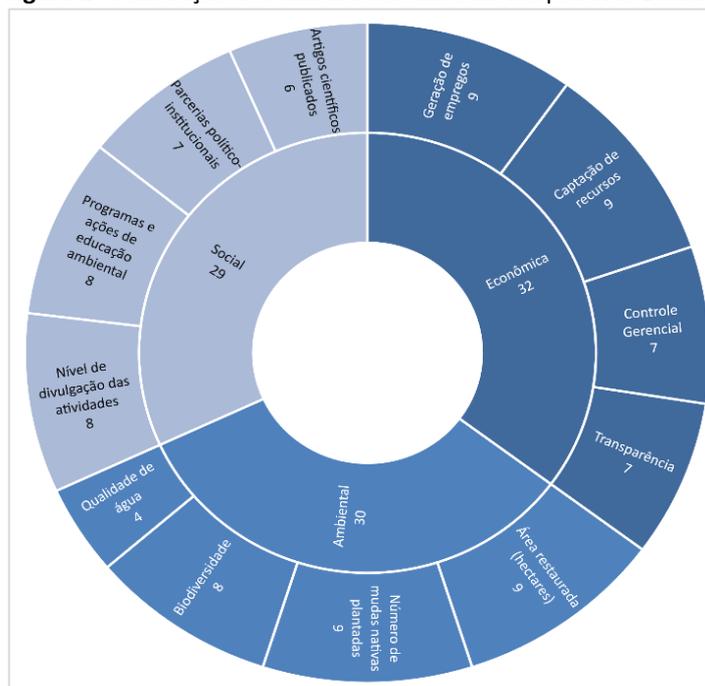
Os resultados revelaram que a REGUA foi classificada como uma organização sustentável, pois acumulou 91 pontos dentro de suas respectivas dimensões. Esta abordagem permitiu comparar o total obtido com os valores propostos na faixa de sustentabilidade, conforme os parâmetros definidos (faixa de pontuação entre 73 e 108 pontos), apontando para uma organização sustentável.

Esta análise também permitiu visualizar a posição da organização em cada uma das três dimensões de sustentabilidade propostas, conforme pode ser observado na Figura 1.

As dimensões econômica, ambiental e social apresentaram resultados bastante

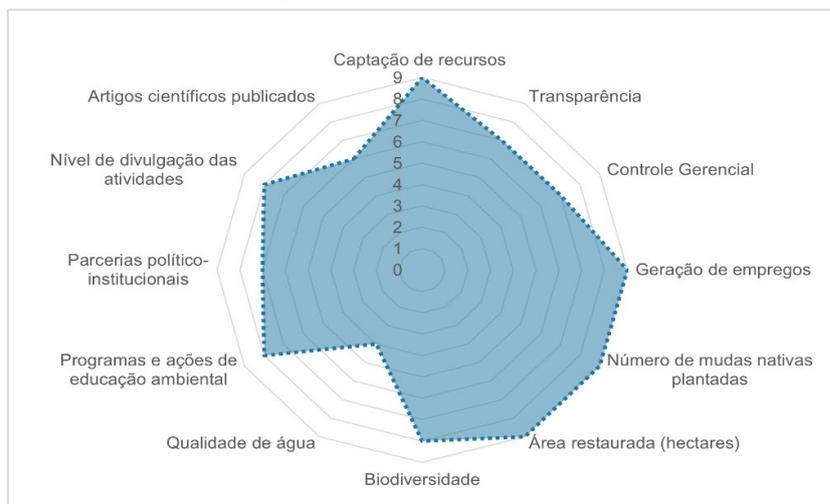
uniformes por meio da pontuação de seus indicadores. Observou-se que a dimensão econômica obteve a melhor pontuação, seguida das dimensões ambiental e social. A dimensão social apresentou menor pontuação, o que pode levar a organização a refletir sobre oportunidades de melhorias e investimentos. Na figura 2, é possível notar os pontos fortes e as áreas que necessitam maior atenção na gestão da sustentabilidade da REGUA, facilitando a identificação de prioridades para futuras ações e intervenções.

Figura 1 - Pontuação dos Indicadores em suas Respectivas Dimensões.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 2 - Localização da organização a partir da pontuação dos seus indicadores.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.1 Dimensão Econômica

A dimensão econômica é representada pelos indicadores Captação de Recursos,

Transparência, Controle Gerencial e Geração de Emprego, e obteve a maior pontuação dentre as dimensões, somando 32 pontos. Os recursos financeiros são captados por meio de doações, patrocínios, parcerias institucionais e acordos de cooperação técnica com destaque para o apoio financeiro de instituições internacionais.

O ecoturismo, focado em *birdwatching*, representa uma importante fonte de receita, cobrindo 60% dos custos operacionais (KUNZE, 2019). Os investimentos são direcionados principalmente para o programa de expansão da REGUA, projetos de restauração ecológica, pagamento de salários de colaboradores, despesas operacionais, suporte a programas de educação ambiental e pesquisa e manutenção da infraestrutura.

Estes resultados evidenciam que a REGUA possui capacidade em atrair fundos significativos, tanto de fontes nacionais quanto internacionais, que impactam diretamente na execução e manutenção de todos os seus programas e projetos. A organização também impulsiona o desenvolvimento local, priorizando contratações e compras de insumos na região. O foco na capacitação e valorização da mão-de-obra regional fortalece as ações de sustentabilidade e impacto positivo na comunidade.

Os indicadores Captação de Recursos e Geração de Emprego obtiveram nota máxima, 9 pontos, pelo fato de ambos existirem e estarem bem implementados. O indicador Controle Gerencial obteve pontuação 7, evidenciando pontos de melhoria, especialmente no critério de Implementação. Este fato indica que a organização poderá fortalecer a cultura de relatórios sistemáticos. Observou-se a existência de relatórios, com destaque para os financeiros que estão disponibilizados no website da organização. No entanto, é possível que a avaliação de outros resultados de atividades praticadas na organização, provenientes de projetos específicos, seja reportada devido às demandas desses projetos, e não como uma prática difundida na cultura organizacional. Como enfatizado por Tenório (2015), um dos principais desafios enfrentados pelas organizações é garantir um controle eficiente da gestão, caracterizado pela sistematização da coleta de dados desde a fase de planejamento até a execução. Por fim, o indicador Transparência recebeu 7 pontos com pontuação mais alta nos critérios Implementação e Verificação, revelando a disponibilidade de documentos internos como relatórios e balanços financeiros, atas de assembleias, estatutos atualizados e divulgação das principais atividades realizadas na REGUA, no entanto, apontou para a necessidade de aprimorar a prática de reportar atividades de forma sistemática. De acordo com Rangel e Melo (2017), ferramentas como transparência na divulgação de resultados, estatutos, fontes de financiamento e relatórios financeiros são essenciais para demonstrar a legitimidade da organização, sua relevância para o público beneficiário e sua habilidade na gestão de recursos.

4.2 Dimensão Ambiental

A dimensão ambiental representada pelos indicadores Áreas Restauradas, Número de Mudanças Plantadas, Biodiversidade e Qualidade de água, recebeu 30 pontos e foi a segunda dimensão mais bem pontuada, com 9 pontos, o que evidencia as atividades centrais da organização que são fundamentais para a captação de recursos e aprovação de projetos. O programa de restauração florestal, iniciado em 2004, atualmente abrange uma área de 520 hectares, com o plantio de aproximadamente 800.000 mudas de espécies nativas da Mata Atlântica (REGUA, 2023). Os recursos financeiros captados junto a diversas instituições são destinados à aquisição de novas áreas situadas na bacia do Rio Guapiaçu, que são

incorporadas à área de preservação da REGUA. Em paralelo, é implementado um programa de restauração florestal que utiliza metodologias específicas para o plantio de mudas nativas da Mata Atlântica, produzidas em viveiro próprio. Esses plantios são realizados pela equipe de campo, que segue todas as etapas da cadeia da restauração florestal. O processo inicia-se com a coleta de sementes, seguida pela produção de mudas no viveiro, plantio, manutenção das áreas e monitoramento de longo prazo das áreas restauradas. As etapas do processo e os resultados alcançados são sistematicamente documentados em relatórios internos e divulgados em redes sociais.

O indicador Biodiversidade, recebeu 8 pontos, e o critério Elaboração recebeu nota média, indicando a presença formal do indicador, embora a sua prática diária na organização seja limitada, já que não existem colaboradores que se dediquem exclusivamente a realizar pesquisas na organização. Existem diversos projetos de pesquisas que resultaram em listas de ocorrência de espécies com destaque para: insetos, aracnídeos, aves, mamíferos, répteis, anfíbios e algumas famílias de vegetais, em especial epífitas e palmeiras (DINGAIN; TRUST, 2020). Desta maneira, a REGUA conta com um programa sólido de apoio à pesquisa científica, disponibiliza dados que contribuem para as pesquisas de terceiros e recebe diversos alunos de disciplinas de campo de diferentes universidades, assim como pesquisadores em seu território. A REGUA também se destaca em projetos de reintrodução de espécies como as antas, o que evidencia sua capacidade como local de reintrodução de uma espécie localmente extinta (GOMES; GALLIEZ, 2022).

É importante ressaltar que a restauração florestal visa criar corredores ecológicos essenciais para conectar unidades de conservação, o que contribui para o fluxo gênico, movimentação da biota, deslocamento e recolonização de espécies de fauna e flora, especialmente aquelas que dependem de extensas áreas para sobrevivência (BRASIL, 2000). A coleta de dados de campo e inventários de espécies é essencial para que as unidades de conservação possam conhecer a sua fauna local, seu grau de endemismo e estado de conservação, possibilitando, assim, planejar ações de monitoramento e conservação das espécies, não apenas localmente, mas também a nível nacional (VERDADE *et al.*, 2012). Dados de pesquisa são de extrema importância para a geração de conhecimento, para trabalhar a educação ambiental e poder justificar, diante os financiadores e stakeholders, o valor intrínseco da biodiversidade local.

Por último, a Qualidade de água foi o indicador que obteve a pontuação mais baixa, 4 pontos e que se deve ao fato da ausência de um programa de monitoramento contínuo elaborado pela própria organização. Este tipo de atividade ocorre periodicamente em projetos específicos e pontuais. A inexistência de implementação desse programa na REGUA refletiu-se em uma pontuação nula no critério Implementação. Rodrigues *et al.* (2009), destaca o fato de que muitos dos remanescentes florestais bem preservados e com alta riqueza e diversidade de espécies, encontram-se em propriedades privadas, como é o caso da REGUA. A proteção destes remanescentes de Mata Atlântica contribuiu, historicamente, para a manutenção dos recursos naturais, em especial, os recursos hídricos. Pesquisas evidenciam que as áreas florestadas protegidas pela REGUA contribuem para a preservação da qualidade da água, que apresentam índices de excelência.

4.3 Dimensão Social

A dimensão Social, representada pelos indicadores Programas e ações de educação ambiental, Parcerias político-institucionais, Divulgação das atividades e Artigos científicos publicados, revelou-se a dimensão com a menor pontuação global, somando 29 pontos, o que sugere que a organização possa aprimorar sua atuação estratégica e a captação/destinação de recursos. O indicador Programas e ações de educação ambiental foi bem avaliado, totalizando 8 pontos, exceto pelo critério de verificação, devido à falta de divulgação dos resultados mais recentes em relatórios de atividades no site da REGUA.

Observou-se que a organização possui um programa diversificado e inclusivo de educação ambiental para diversos públicos, com idades variadas. O programa de educação ambiental na REGUA foi estabelecido há quase duas décadas e é focado na sensibilização e mudança de comportamento de crianças e adolescentes das comunidades próximas à bacia do rio Guapiaçu. O objetivo é promover conscientização, conhecimento, habilidades práticas, compromissos e ações coletivas para proteger e melhorar o meio ambiente e a qualidade de vida, tanto para as gerações atuais quanto futuras (UNESCO/UNEP, 1985).

As atividades incluem visitas escolares às instalações da REGUA, o programa Jovem-guarda, o programa Bebê Natureza e o Sou(L) (REGUA, 2023). O indicador Divulgação das atividades também foi bem pontuado e obteve 8 pontos, com exceção da perda de pontos no critério Implementação devido à ausência de contas ativas nas redes sociais *TikTok* ou *Flickr*, de acordo com o Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.BR, 2023). Para os demais canais de comunicação como a página *web*, *Facebook*, *Whatsapp*, *Instagram*, *Youtube* e boletim/*newsletter*, a Instituição mantém contas ativas. Oliveira e Balonas (2012) enfatizam que organizações sem fins lucrativos utilizam seus canais de comunicação para atrair diferentes públicos, influenciar a opinião pública e construir confiança (OLIVEIRA, 2011; BALONAS, 2012). Balonas (2012) observa que o Terceiro Setor tem melhorado seus processos de gestão e comunicação por meio de estratégias de *marketing*, além de adotar princípios de responsabilidade e prestação de contas, impulsionados pela competitividade crescente entre essas organizações, o que pode ser entendido como parte de uma estratégia organizacional.

O indicador Parcerias político-institucionais perdeu pontos, obtendo 7 pontos, especialmente nos critérios Implementação e Verificação, devido à falta de registros documentados de algumas das parcerias estabelecidas. Perret *et al.* (2009) enfatizam a importância das parcerias e redes colaborativas entre Estado, sociedade civil e setor privado para implementar a gestão de políticas sociais públicas, conhecida como gestão social. A constituição dessas redes facilita a descentralização do poder, a articulação e a busca por transformações que promovam a inclusão social. Parcerias são cruciais para a competência organizacional e relações interorganizacionais eficazes, especialmente entre empresas privadas e organizações do terceiro setor, contribuindo para sua legitimidade e imagem como empresas cidadãs (MONTE; CARVALHO, 2005). A REGUA demonstra possuir uma sólida interação interorganizacional, tendo estabelecido diversas parcerias no passado, mantendo-as no presente enquanto busca novas colaborações. A REGUA também desempenha um papel fundamental na promoção de pesquisas científicas, através de diferentes parcerias com 14 instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais, sobretudo nas áreas de biodiversidade, conservação e restauração de ecossistemas. No

entanto, para maximizar esses esforços, é crucial o estabelecimento de instrumentos de cooperação eficazes que impulsionem a pesquisa, ampliando as oportunidades de colaboração e garantindo um fluxo contínuo de conhecimento e recursos. Esses instrumentos de cooperação também possibilitam o fortalecimento da capacidade de pesquisa da organização.

A comunicação ativa com a comunidade e a divulgação dos resultados das pesquisas são fundamentais para engajar o público, compartilhar conhecimento sobre a biodiversidade local, além de reforçar a missão institucional da REGUA. Diante do exposto, para o indicador Artigos científicos publicados, que recebeu a menor pontuação, 6 pontos, este apresentou pontuação mínima no critério Elaboração, já que a REGUA não gera publicações científicas sistematicamente, apesar de já ter produzido guias de campo e livros sobre a fauna local no passado. Contudo, o critério Implementação foi bem avaliado, o que indica que a pesquisa científica é desenvolvida na organização. Como consequência, os pesquisadores que realizam projetos de pesquisa no território disponibilizam os seus resultados e publicações, que são divulgados na página web da organização, garantindo que o conhecimento gerado esteja acessível ao público. Também se verifica que em muitas publicações nas redes sociais da organização são apresentadas as pesquisas em andamento na REGUA, além de existirem muitos artigos científicos disponibilizados na base de dados científica Google acadêmico. O critério Verificação recebeu uma nota média e este resultado sugere que os trabalhos acadêmicos poderiam ser mais bem aproveitados como suporte para ações estratégicas futuras da organização.

5. Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo demonstrar, por meio de uma metodologia de fácil aplicação, a visualização da sustentabilidade da organização, o que evidencia que é uma metodologia também aplicável em outras ONGs. A metodologia M.A.I.S não apenas permite essa visualização, mas também destaca a importância de documentar processos e atividades dentro da organização, uma prática que muitas vezes é informal, especialmente no contexto do terceiro setor. É importante notar que os diferentes projetos em andamento na instituição desempenham um papel crucial, principalmente na geração de dados e no compartilhamento de resultados. Essa cultura de documentação e transparência pode ser adotada por toda a organização, e não se restringir apenas a projetos específicos.

A soma dos valores em cada dimensão resultou na classificação da REGUA como uma organização sustentável. A hipótese de que os indicadores sejam capazes de apontar para a sustentabilidade da organização, e assim auxiliar a sua gestão sustentável, foi confirmada neste estudo. Utilizando o método M.A.I.S, foi possível visualizar a posição da organização, destacar seus pontos fortes e identificar indicadores que podem mostrar melhor desempenho no futuro, o que reflete a saúde do sistema, caracterizada pelo baixo impacto antrópico, integração com as comunidades locais, estabelecimento de parcerias institucionais, condições de trabalho adequadas e um ambiente seguro e saudável. Além disso, evidenciou-se um baixo impacto sobre outras regiões, especialmente através de relações positivas com o entorno através das iniciativas de restauração florestal. Kunze (2019) destaca a relevância da restauração ecológica bem conduzida, exemplificada pela REGUA, na promoção de serviços ecossistêmicos que geram benefícios econômicos

significativos, como a renda derivada do ecoturismo e a melhoria na produção de água. Ademais, essas iniciativas desempenham um papel fundamental na mitigação das mudanças climáticas em escala global.

Embora a organização tenha obtido a melhor pontuação na dimensão Econômica, através dos resultados em áreas como geração de emprego e diversificação das fontes de financiamento, é crucial continuar na busca de novas fontes de financiamento e parcerias, com transparência na gestão dos recursos para atrair mais investidores. A diversificação das fontes de receita pode proteger a organização das flutuações econômicas e garantir a continuidade dos projetos. Também é importante investir em programas de capacitação e criação de empregos para a comunidade local, o que contribui para o desenvolvimento socioeconômico regional.

Na dimensão ambiental, destaca-se o compromisso da organização com a restauração florestal e a preservação da biodiversidade, refletindo sua eficácia na captação de recursos e o impacto positivo a partir dessas ações. No entanto, constatou-se que para a qualidade de água, poderiam ser planejados programas de monitoramento de qualidade, já que a região é considerada área estratégica para a produção e fornecimento de água de excelente qualidade. Fortalecer programas de educação ambiental através do monitoramento contínuo da qualidade da água podem ser medidas importantes para a área e região circundante.

A dimensão social apresentou a pontuação mais baixa, no entanto, os programas de educação ambiental estão consolidados e bastante inclusivos, evidenciando o compromisso com as comunidades vizinhas à REGUA. As parcerias políticas e institucionais que a REGUA mantém, também mostram o quanto ela é capaz de realizar articulações e trabalhar junto a outras organizações.

Com base nos resultados obtidos, a Reserva Ecológica de Guapiaçu foi classificada como uma organização sustentável, ao obter 91 pontos através da pontuação de seus indicadores. O uso de indicadores de sustentabilidade revelou-se uma ferramenta eficaz, capaz de monitorar e avaliar o progresso da REGUA, além de fornecer dados concretos capazes de orientar decisões estratégicas. É recomendável que a organização reveja a área de excelência destacada neste estudo, representada pela dimensão ambiental, e trate de maneira proativa as deficiências identificadas, mais aplicáveis à dimensão social, com o objetivo de reforçar o seu compromisso com a sustentabilidade.

6. Referências

- BALONAS, S. **O fator comunicação na profissionalização do terceiro setor**. Braga: Universidade do Minho, 2012.
- BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento sustentável: as estratégias de mudanças da agenda 21**. Petrópolis: Vozes, 2000.
- BRAGA, T. M.; FREITAS, A. P. G. de; DUARTE, G. de S.; CAREPA-SOUZA, J. **Índice de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar**. Nova Economia, 14 (3), 2004, p. 11-33,
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, **lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. 5. ed. Brasília: MMA/SBF, 2000. 56 p.

BRUNDTLAND, G. H. **Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento**. Nosso futuro comum, v. 2, 1991.

CACHOEIRAS DE MACACU. **Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA)**, 1. ed., 2019. 84 p.

COUTO, O. F. V. **Geração de um índice de sustentabilidade ambiental para bacias hidrográficas em áreas urbanas através do emprego de técnicas integradas de geoprocessamento**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007, 173 p.

CGI.BR - Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas organizações sem fins lucrativos brasileiras: TIC Organizações Sem Fins Lucrativos 2022** [livro eletrônico]. Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR. -- 1. ed. -- São Paulo, 2023.

DINGAIN, L; TRUST, W. L. **Professional and Citizen Scientists Reveal a Rich Biodiversity at REGUA**. Disponível em: <https://www.worldlandtrust.org/news/2020/05/professional-and-citizen-scientists-reveal-a-rich-biodiversity-at-regua/>. Acesso em: 8 nov. 2023.

DONNELLY, A. et al. **Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment**. Environmental Impact Assessment Review, v. 27, n. 2, p. 161-175, 2007

DJSJI. Dow Jones Sustainability Group Indexes. **Guide to the Dow Jones Sustainability Group Indexes**, 2000. Disponível em: <http://www.sustainability-index.com.methodology>. Acesso em: 7 abr. 2023.

EEA. European Environmental Agency. **Digest of EEA indicators 2014**. Technical Report, 8/2014, European Environment Agency. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/about>. Acesso em: 16 jun. 2022.

FANTINATO, M. **Métodos de pesquisa**. São Paulo: USP, 2015.

FAUCHEUX, S.; NOËL, J. F. **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

FNQ. Fundação Nacional da Qualidade. **Sobre a FNQ**. 2018. Disponível em: <https://adm.fnq.org.br/sobre-a-fnq>. Acesso em: 03 set. 2022.

GOMES, L. F.; GALLIEZ, M. **Padrão espacial por anta tapirus terrestres reintroduzidas na mata atlântica do Rio de Janeiro**. Seminário Regional Sobre Gestão de Recursos Hídricos, 2022.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. **Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade**. Ambiente & Sociedade, v. 12, n. 2, p. 307-323, 2009.

HANSEN, J. W. **Is agricultural sustainability a useful concept?** Agricultural Systems, v. 50, n. 2, p. 117-143, 1996.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Parque Estadual dos Três Picos**. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/BIODIVERSIDADEEAREASPROTEGIDAS/UnidadesdeConservacao/INEA_008598,2015. Acesso em: 11 nov. 2021.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **RPPN reconhecidas pelo estado do RJ**. [S. l.], 2021. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/biodiversidade-territorio/o-que-e-rppn/>. Acesso em: 4 fev. 2022.

- IPIRANGA, A. S. R.; GODOY, A. S.; BRUNSTEIN, J. Introdução RAM, **Revista de Administração Mackenzie** (Online), São Paulo, v. 12, n. 3, p. 13-20, June 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-69712011000300002&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 7 fev. 2021.
- KUNZE. **Economic valuation of ecosystem services in a restoration project in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro. The Case of The Ecological Reserve of Guapiaçu (REGUA)**. Dissertação de Mestrado, 2020, 116 p.
- MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR., A.; COUTINHO, S. M. V. **Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro**. Revista Saúde e Sociedade, São Paulo, v. 17, n. 1, mar., 2008, p. 7-20.
- MOLINA, M. C. G. **Desenvolvimento sustentável: do conceito de desenvolvimento aos indicadores de sustentabilidade**. Revista Metropolitana de Governança Corporativa, v. 4, n. 1, p. 75-93, 2019. ISSN 2447-8024.
- MONTE, T.; CARVALHO, C. A. **Poder e relações de parceria no terceiro setor**. Revista de Ciências da Administração, v.7, n.14, jul./dez. 2005.
- MOREIRA, G.; ANDRADE, L.; COPELLO, A.; DAMASCENO, A. **Plano de Manejo Reserva Ecológica de GUAPIAÇU - REGUA I, II E III**, 2020. 76 p.
- NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades**. Caderno de pesquisas em administração, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.
- OLIVEIRA, J. H. R. de. **M.A.I.S.: Método para Avaliação de Indicadores de Sustentabilidade Organizacional**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa e Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002. 217p.
- OLIVEIRA, E. **Comunicação Estratégica Integrada para a Participação Cívica, Ativismo, Campanhas para Mudanças em Organizações Sem Fins Lucrativos: Greenpeace, Amnisitia e Ser+ em Portugal**, Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação). Braga: Universidade do Minho, 2011.
- ONU. Organização das Nações Unidas. **A ONU e o Meio Ambiente**, 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 03 set. 2022.
- PERRET, N. *et al.* **Gestão de parcerias e redes sociais: em busca da gestão social eficaz**. In: XII SEMEAD Empreendedorismo e Inovação. Anais. 15 f, 2009.
- RANGEL, A.; MELO, M. E. **Transparência através da WEB: mecanismos e indicadores para o fortalecimento institucional de ONGs**. Rio de Janeiro, Biblioteca da ABONG. Disponível em: <http://www.abong.org.br/final/download/ttransparencia2.Pdf>. Acesso em, v. 20, 2017.
- REGUA. Reserva Ecológica do Guapiaçu. **Educação Ambiental**, 2023a. Disponível em: <https://www.regua.org.br/educaçãambiental>. Acesso em: 7 abr. 2024.
- REGUA. Reserva Ecológica do Guapiaçu. **Restauração Florestal**. 2023b. Disponível em: <https://www.regua.org.br/restauraçãoflorestal>. Acesso em: 7 jun. 2024.
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo, LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 2. ed. Rio de Janeiro: GARAMOND, 2009.

SOARES, B. E. C. **Desenvolvimento Sustentável e biodiversidade**. Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, v. 33, p. 73, 2004.

STOFFEL, J. A.; COLOGNESE, S. A. **O desenvolvimento sustentável sob a ótica da sustentabilidade multidimensional**. Revista da FAE, v. 18, n. 2, p. 18-37, 2015.

TANNURI, G. **Indicadores de desempenho ambiental evidenciados nos relatórios de sustentabilidade: Uma análise à luz de atributos de qualidade**. Florianópolis, SC. 2013. 232p. (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

TCE.RJ. Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro. **Estudos Socioeconômicos dos Municípios** – Cachoeiras de Macacu, 2016. Disponível em: <http://www.tce.rj.gov.br>.

UNESCO/UNEP. **A Guide on Environmental Values. Education**. IEEP Environmental Education Series, v. 13, 1985.

VERDADE, V. K., *et al.* **Um salto adiante: o plano de ação para a conservação dos anfíbios brasileiros**. Alytes. 29 (1-4), p. 28-43, 2012.



Gestão & Gerenciamento

AVANÇOS E DESAFIOS NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL: COMPARAÇÃO ENTRE AS EXPERIÊNCIAS DOS PAÍSES EUROPEUS NA GERAÇÃO EÓLICA *OFFSHORE* E A SITUAÇÃO DO BRASIL

*ADVANCES AND CHALLENGES IN
ENVIRONMENTAL LICENSING: COMPARISON BETWEEN THE
EXPERIENCES OF EUROPEAN COUNTRIES IN OFFSHORE WIND
GENERATION AND THE SITUATION IN BRAZIL*

Eugenia França Freire

Engenheira Ambiental; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

eugenia.freire@poli.ufrj.br

Maria Fernanda Santos Quintela da Costa Nunes

Doutora em Ecologia e Recursos Naturais; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

mfquintela@gmail.com

Resumo

Este trabalho consiste na análise das experiências de três países europeus na implantação de complexos eólicos *offshore*, em face dos avanços alcançados e a *expertise* nesta temática, com o intuito de avaliar as oportunidades e desafios no contexto da emissão das licenças ambientais para parques eólicos alto mar no Brasil. Assim, verifica-se que os países europeus apresentam algumas diferenças quanto ao tipo de modalidade aplicada, seja por concurso ou pelo procedimento de portas abertas, os tipos de licenças e os órgãos licenciadores. Por outro lado, em todos os três casos, constatou-se investimento em políticas voltadas para o Planejamento Espacial Marinho (PEM) e o uso da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) durante a etapa de planejamento. Ao avaliar o cenário brasileiro, verifica-se interesse internacional em explorar o potencial eólico *offshore* e o aumento de processos abertos junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Destaca-se a publicação do Decreto nº 10.946/2022 e suas respectivas Portarias a fim de solucionar o imbróglio existente relativo ao uso privativo dos prismas e o Projeto de Lei nº 576/2021 que deu origem a Lei nº 15.097 sancionada em janeiro de 2025, um marco importante para a geração eólica *offshore* no Brasil, ainda que existam muitos pontos a serem discutidos. A análise destes obstáculos indica a necessidade de detalhamento infralegal, definição de processos, além de medidas voltadas para o melhor planejamento do uso do espaço marinho a fim de reduzir os conflitos e minimizar os impactos ambientais.

Palavras-chaves: Energia Eólica *Offshore*; Licenciamento Ambiental; Brasil.

Abstract

This paper analyzes the experiences of three European countries in implementing offshore wind farms, given the progress they have made and their expertise in this area, in order to assess the opportunities and challenges in the context of issuing environmental permits for offshore wind farms in Brazil. As a result, it emerged that the European countries differ in terms of the type of modality applied, whether by tender or through the open-door procedure, the types of licenses and the licensing bodies. On the other hand, in all three cases, there was investment in policies aimed at Marine Spatial Planning (MSP) and the use of Strategic Environmental Assessment (SEA) during the planning stage. In assessing the Brazilian scenario, there has been international interest in exploring offshore wind potential and an increase in the number of cases opened with the Brazilian Institute for the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA). Of particular note is the publication of Decree No. 10,946/2022 and its respective Ordinances in order to resolve the existing imbroglio regarding the private use of prisms and Bill No. 576/2021, which gave rise to Law No. 15,097 sanctioned in January 2025, an important milestone for offshore wind generation in Brazil, although there are many points to be discussed. Analysis of these obstacles indicates the need for detailed infra-legal provisions, definition of processes, as well as measures aimed at better planning the use of marine space in order to reduce conflicts and minimize environmental impacts.

Keywords: *Offshore Wind Energy; Environmental Licensing; Brazil.*

1 Introdução

Em 2023, a geração eólica *offshore* no âmbito mundial, apresentou um acréscimo de 10,8 GW, o que elevou a capacidade para 75,2 GW. Esse aumento foi 24% maior do que os acréscimos registrados em 2022, e assim o ano de 2023 tornou-se o segundo ano com a maior capacidade eólica *offshore* mundial. Dentro desse contexto, a China liderou o setor

pelo sexto ano consecutivo e contribuiu com 6,3 GW em 2023, equivalente a 58% dos acréscimos no cenário mundial, atingindo a capacidade instalada de 38 GW (GWEC, c2024).

Em relação ao continente europeu, em 2023, registrou-se o recorde de 3,8 GW de nova capacidade instalada, portanto, elevou a capacidade instalada total europeia para 34 GW com participação de 43% ao Reino Unido e 24 % à Alemanha (GWEC, c2024).

Apesar do crescimento significativo da China nos últimos dois anos e a Europa perder o título de maior mercado do mundo neste setor em 2022, o continente europeu continua como líder mundial na geração eólica *offshore* (GWEC, c2024).

Nos últimos anos, o Brasil despertou interesse dos países europeus, como por exemplo da Alemanha, motivados pela guerra entre a Rússia e a Ucrânia, o que acelerou o processo de transição energética e intensificou o investimento em fontes renováveis, com destaque na geração eólica *offshore* e produção de hidrogênio verde. No Brasil destaca-se o movimento de diversas instituições na discussão da geração eólica *offshore*, bem como na elaboração de documentos sobre tecnologias existentes e aspectos legais e regulatórios. No entanto, Pereira (2017) explica que para haver no Brasil a implantação efetiva dos parques eólicos marítimos, existem condicionantes que precisam ser atendidas, como a capacidade tecnológica, instituição empreendedora, questões financeiras, condições sociopolíticas e segurança jurídica. Em relação à última, Pereira (2017) esclarece que o ordenamento jurídico brasileiro deve garantir as condições necessárias que permitam a estabilidade e a garantia dos negócios.

Este estudo tem como finalidade avaliar e contrastar as experiências de três países europeus na implantação de parques eólicos *offshore* com o contexto brasileiro, identificar pontos em comum e diferenças.

Para tanto, foi realizada uma pesquisa exploratória dos marcos regulatórios e processuais do licenciamento de parques eólicos *offshore* de três países europeus, Reino Unido, Alemanha e Dinamarca, em comparação com a situação do Brasil.

2 Situação da geração eólica *offshore* no âmbito internacional

2.1 Reino Unido

O órgão que possui o controle do fundo marinho das águas territoriais e do direito de exploração dos recursos em toda a plataforma continental, inclusive da Zona Econômica Exclusiva (ZEE), chama-se *The Crown Estate* (CE), (NATIONAL ENERGY ADMINISTRATION OF CHINA AND WORLD BANK, 2010).

Este órgão foi responsável pela criação de um quadro regulatório viável que foi implementado, em duas rodadas sucessivas, 2000 e 2003, para a concessão de áreas, (NATIONAL ENERGY ADMINISTRATION OF CHINA AND WORLD BANK, 2010), que estão apresentadas resumidas no Quadro 1.

Quadro 1 - Características da Rodada 1 e da Rodada 2

Características	Rodada 1 (2000)	Rodada 2 (2003)
Característica principal	Consistiu em uma rodada demonstrativa.	Uma zona de exclusão de 8-13 km da costa foi definida por meio da AAE para mitigar o impacto ambiental visual e sobre a avifauna.
Tipos de projetos	Projetos com até 30 turbinas eólicas. Projetos próximos à costa, profundidade máxima de 20 metros e distância de 12 km da costa.	A Rodada 2 foi mais ambiciosa que a anterior, não houve limite de tamanho para os projetos.
Localização	No interior das águas territoriais britânicas a uma distância menor que 12 milhas náuticas.	Projetos fora das águas territoriais.
Área	Área de até 10 km ²	Limite máximo de uma área de 250 km ² .
Capacidade mínima instalada	20 MW	Não foi definida.

Fonte: As autoras, adaptado de National Energy Administration of China and World Bank (2010).

Segundo GL Gerard Hassan (2013), o *The Crown Estate* em 2008, optou por investir em um programa adicional para entregar o Plano de Governo direcionado à geração eólica *offshore* de 25 GW até 2020, chamado de Rodada 3 e em 2019, lançou a Rodada 4 que ofereceu novas oportunidades de concessão do fundo marinho na Inglaterra e no País de Gales. Nesta última, ao longo de 18 meses, o Governo e demais partes interessadas discutiram a escala, localização e a tipologia (THE CROWN ESTATE, 2020).

A consulta a todas as partes interessadas importantes para avaliar o impacto potencial do empreendimento proposto, faz parte do processo de consentimento, e Projetos com mais de 100 MW devem receber o consentimento da Inspeção de Planejamento (*Planning Inspectorate*). Os projetos menores são apresentados ao *Marine Management Organisation* (MMO) na Inglaterra e ao *Natural Resources Wales* no País de Gales (THE CROWN ESTATE, 2017).

Os pedidos incluem detalhes da concepção do projeto e, caso necessário, a Avaliação de Impacto Ambiental, além da evidência da consulta às partes interessadas (THE CROWN ESTATE, 2017).

Na Escócia, a gestão é realizada pelo *The Crown Estate Scotland*, cabe a esse órgão o desenvolvimento da geração eólica marítima. Em 2021, havia 17 projetos, seis deles estavam em operação com uma capacidade instalada de 896 MW (CROWN ESTATE SCOTLAND, 2022).

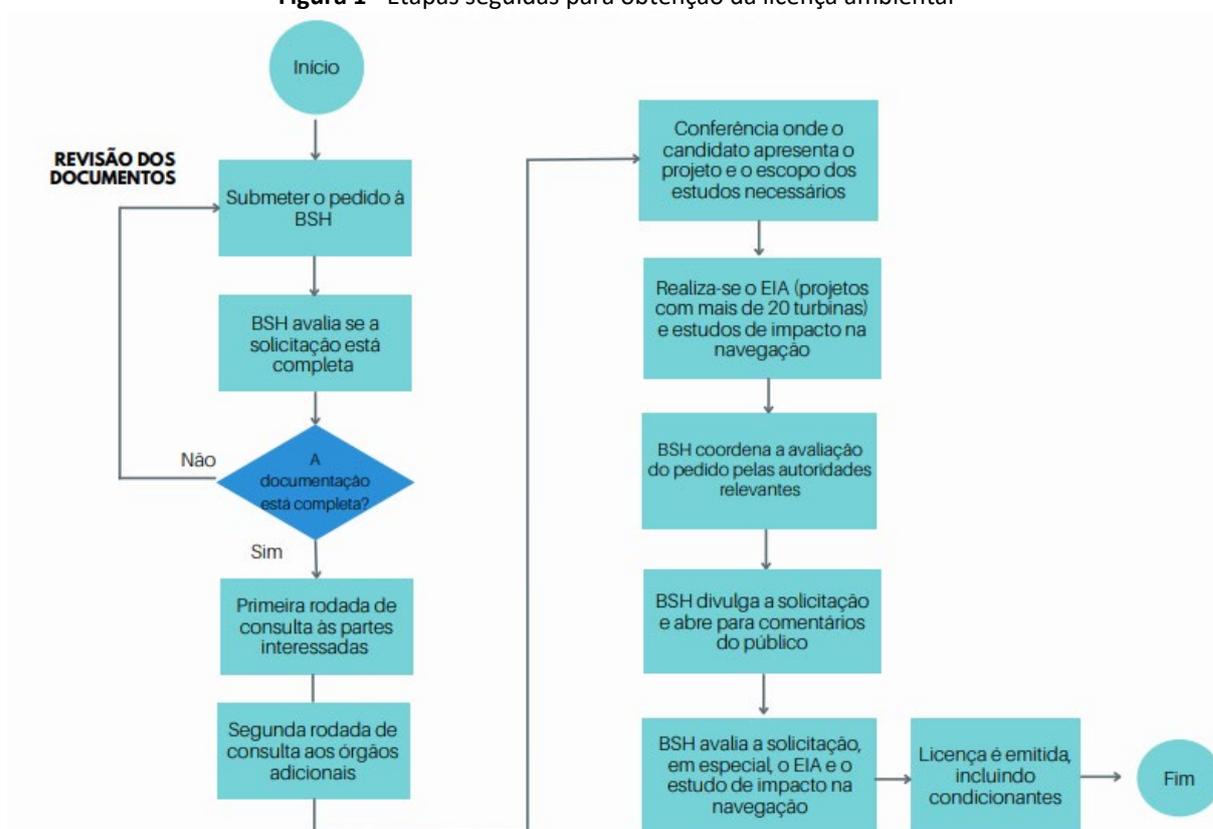
2.2 Alemanha

O licenciamento de projetos localizados no mar territorial é realizado pelas autoridades regionais baseado no licenciamento de parques eólicos *onshore*. Os projetos situados na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) são realizados pelas autoridades federais, liderado pela Agência Federal de Rede da Alemanha, cujo nome alemão é *Bundesnetzagentur* (BSH). Esta agência recebe os pedidos completos para a reivindicação inicial de um determinado local para implantação que são processados em várias etapas

iniciadas quando o pedido se encontra em conformidade e com toda a documentação necessária. Destaca-se que estes são processados ao passo que aceitos no sistema e isso pode não corresponder a ordem em que são recebidos. Portanto, caso a solicitação não esteja completa ou seja avaliada como não conforme, serão solicitadas informações adicionais e outros requerentes poderão solicitar pela mesma área e ganhar prioridade (NATIONAL ENERGY ADMINISTRATION OF CHINA AND WORLD BANK, 2010).

Ademais, a autorização fundamental para a implantação de um parque eólico marítimo na ZEE é a Seeanlagenverordnung (SeeAnIV), a Portaria relativa às instalações marítimas que também exige o cumprimento dos requisitos da Seeaufgabengesetz (SeeAufgG), deste modo, envolve todas as etapas apresentadas na Figura 1 (NATIONAL ENERGY ADMINISTRATION OF CHINA AND WORLD BANK, 2010).

Figura 1 - Etapas seguidas para obtenção da licença ambiental



Fonte: As autoras, baseado no National Energy Administration of China and World Bank (2010).

A figura 2 representa o fluxo das etapas decisórias necessárias para os parques eólicos *offshore* na Alemanha.

Figura 2 – Passo a passo de todas as etapas, desde a seleção do local até o descomissionamento, de parques eólicos *offshore* na Alemanha



Fonte: UFRN (2019) apud Vasconcelos (2019).

Na Alemanha, o processo de autorização ambiental dos parques marítimos inclui a emissão de três licenças ambientais: uma voltada para a turbina eólica, outra para os cabos elétricos e a terceira para os cabos nas águas territoriais. O quadro 2 apresenta um resumo das licenças e autorizações necessárias.

Quadro 2 – Resumo das permissões e licenças exigidas para os parques eólicos marítimos na Alemanha.

Procedimento	Tempo	Órgão Responsável
Concessão na ZEE (maior que 12 milhas náuticas)	25 anos e prorrogáveis por mais 5 anos (leilão)	BSH
Concessão no mar territorial (até 12 milhas náuticas)	25 anos e prorrogáveis por mais 5 anos (leilão)	Estado costeiro
Licença para instalação e exploração da turbina eólica	Dois anos e meio até 3 anos	BSH
Licença para instalação dos cabos de eletricidade (ZEE)	Dois anos e meio até 3 anos	BSH
Licença para instalação dos cabos nas águas territoriais	Dois anos e meio até 3 anos	Estado costeiro

Fonte: Adaptado de Vasconcelos (2019).

Em conformidade com a Seção 4 da *Offshore Wind Energy Act*, a BSH é responsável por elaborar um Plano de Desenvolvimento Local, de acordo com a Agência Federal da Rede e em coordenação com a Agência Federal para Conservação da Natureza e os estados do litoral. O Plano foi criado mediante a avaliação ambiental e com base na Lei de Avaliação de Impacto Ambiental (UVP), chamada Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) (BSH, 2019).

É válido destacar que, de acordo com o art. 1º da Diretiva AAE 2001/42/CE, a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) tem como objetivo garantir um alto nível de proteção do meio ambiente, a promoção do desenvolvimento sustentável e também assegurar que as questões ambientais sejam levadas em consideração antes da etapa de planejamento dos

projetos, momento no qual os planos são elaborados e adotados. Posto isto, a AAE tem como objetivo identificar, caracterizar e avaliar os impactos ambientais significativos associados à execução do plano (BSH, 2019).

Assim, o Plano de Desenvolvimento Local consiste em uma ferramenta de controle da expansão ordenada da energia eólica *offshore* formada por várias fases. Portanto, o Planejamento do Espaço Marinho consiste em um instrumento voltado para o futuro que promove a gestão de diversos interesses como economia, ciência, investigação e proteção ambiental. Neste contexto, a AAE é realizada quando o Plano Espacial está compilado (BSH, 2019).

O nível seguinte consiste no Plano de Desenvolvimento Local, um planejamento setorial cujo objetivo é planejar o uso da energia eólica *offshore* de forma orientativa e otimizada em conformidade com o Planejamento Espacial Marinho por meio da definição de áreas, bem como localização, rotas para conexões com a rede e interconectores. Destaca-se, portanto, que a AAE é realizada em paralelo à elaboração do Plano de Desenvolvimento Local (BSH, 2019).

Na etapa seguinte, os locais estabelecidos pelo Plano de Desenvolvimento Local para as turbinas eólicas *offshore* são alvo de uma investigação preliminar que será seguida por uma determinação da área para a construção e operação das turbinas de acordo com a *Offshore Wind Energy Act*. Pontua-se que durante essa etapa também é realizada a AAE (BSH, 2019).

Caso o local seja considerado adequado para a geração eólica *offshore*, a área é alvo de uma licitação e o licitante vencedor pode solicitar a aprovação para construção e operação das turbinas eólicas *offshore*. Destaca-se que, como parte do processo do plano de aprovação, é realizada uma avaliação de impacto ambiental se forem identificadas condições para isso (BSH, 2019).

Em 2009, entraram em vigência os Planos Espaciais para as ZEEs do Mar do Norte e do Mar Báltico. É válido pontuar que estes foram os primeiros planos elaborados e as determinações e as condicionantes espaciais foram muito alteradas, pois os parques cresceram muito mais rápido que o esperado, à medida que as demandas pelos usos tradicionais do espaço marinho (transporte marítimo e pesca) não diminuíram. Em 2019, iniciou-se a revisão dos planos de gerenciamento do espaço marinho e o novo Plano Espacial Marinho entrou em vigor em 2021 (BSH, c2024).

2.3 Dinamarca

A Lei de Promoção de Energias Renováveis (*Promotion of Renewable Energy Act*) estabelece as condições para o desenvolvimento de parques eólicos *offshore* e define que o direito de explorar a energia proveniente da água e dos ventos dentro das águas territoriais e na Zona Econômica Exclusiva (ZEE) (até 200 milhas náuticas) é do governo da Dinamarca (DANISH ENERGY AGENCY, c2024). O quadro 3 apresenta os tipos de licenças emitidas pela DEA dentro do processo de licenciamento ambiental de parques eólicos *offshore*.

Quadro 3 – Tipos de licenças concedidas pela DEA

Primeira Licença	Segunda Licença	Terceira Licença
Licença para realização das investigações preliminares	Licença para a instalação das turbinas eólicas <i>offshore</i>	Licença de exploração da energia eólica durante um certo número anos e autorização para geração de energia

Fonte: Criado e adaptado pelas autoras de Danish Energy Agency (c2024).

Na Dinamarca utiliza-se o procedimento chamado de “balcão único” (*one-stop-shop*), e a DEA funciona como um único ponto de contato dentro do governo para tratar de todas as questões de consentimento e é responsável pela comunicação com os demais órgãos interessados envolvidos. A concessão das áreas para instalação de parques eólicos marítimos ocorre de duas formas distintas: por meio do processo de concurso realizado pela DEA e por meio do princípio de porta aberta (*open-door*). (NATIONAL ENERGY ADMINISTRATION OF CHINA AND WORLD BANK, 2010). O quadro 4 apresenta as diferenças entre a modalidade concurso e porta aberta.

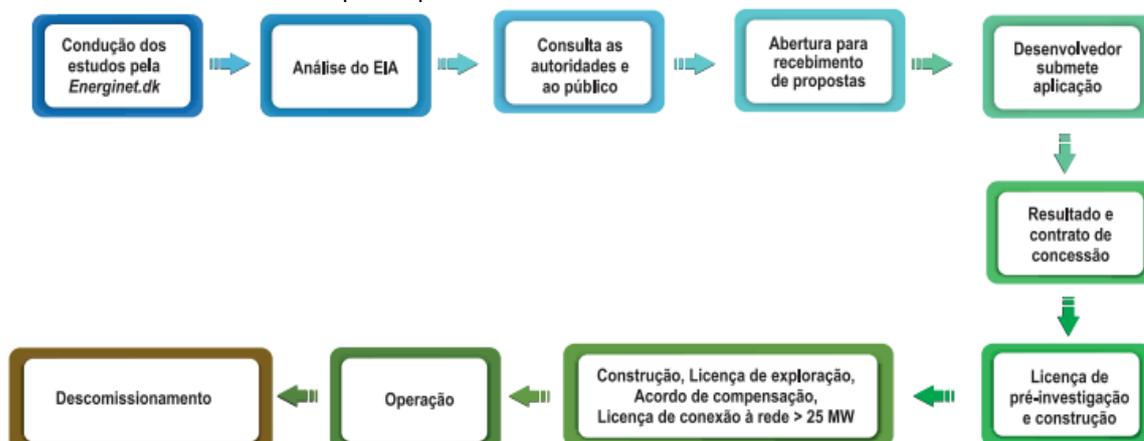
Quadro 4 – Diferenças entre a modalidade concurso e a modalidade porta aberta (*open-door*)

Características	Concurso	Porta aberta (<i>open-door</i>)
Característica principal	O empreendedor realiza a inscrição no concurso emitido pela DEA	O empreendedor apresenta interesse por uma determinada área. Após a DEA estiver aberta ao interesse demonstrado, é definida uma proposta

Fonte: Adaptação pelas autoras de National Energy Administration of China and World Bank (2010).

A figura 3 apresenta o fluxo das etapas decisórias necessárias do processo de concurso na Dinamarca.

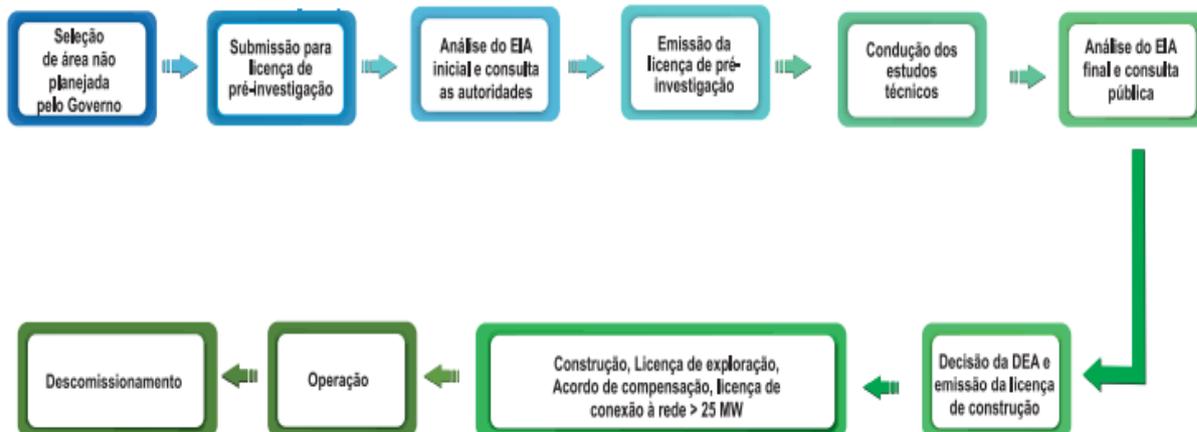
Figura 3 – Passo a passo de todas as etapas, desde a escolha do local até o descomissionamento, de parques para o processo de concurso na Dinamarca



Fonte: UFRN (2019) *apud* Vasconcelos (2019).

A figura 4 apresenta o fluxo das etapas decisórias necessárias do processo de *open-door* na Dinamarca.

Figura 4 - Passo a passo de todas as etapas, desde a escolha do local até o descomissionamento, de parques para o processo *open-door* na Dinamarca



Fonte: UFRN (2019) *apud* Vasconcelos (2019).

Destaca-se que a Dinamarca investe no Planejamento Espacial Marinho desde 1995, quando foi criado o Comitê de Planejamento Espacial voltado para a geração eólica marítima, dirigido pela DEA e composto por autoridades do governo encarregadas pelas temáticas como meio ambiente, segurança marinha, navegação, entre outros. O Comitê avalia de forma regular a localização dos parques eólicos *offshore* em relação aos outros interesses do mar com o objetivo de identificar locais propícios para a implantação desta tipologia de empreendimento onde os impactos em relação ao meio ambiente e às outras atividades sejam menores. Quando estes locais são identificados, são reservados para a instalação de parques eólicos *offshore* (DANISH ENERGY AGENCY, 2017).

Desde então, foram realizadas inúmeras ações voltadas para a instalação de parques eólicos *offshore* no intuito de identificar e selecionar os locais mais adequados técnica e ambientalmente.

O Plano Espacial Marinho foi publicado, em 2021, elaborado com a participação de 17 autoridades cujas atividades e responsabilidades estão associadas ao mar ou à linha de costa, com o objetivo formar a base para o gerenciamento dos diferentes usos da zona marítima na Dinamarca e apoiar o desenvolvimento sustentável da Dinamarca Azul. Diante disso, o Plano Espacial Marinho define quais são as áreas que podem ser usadas para geração de energia, transporte marítimo, pesca, aquicultura, exploração dos fundos marinhos e proteção ambiental até 2030. Desta forma, cria-se um ambiente de maior segurança para as empresas e uma melhor previsão dos usos do mar e do impacto ambiental (DANISH MARITIME AUTHORITY, c2024).

Pontua-se que o Plano Espacial Marinho da Dinamarca está subordinado à Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) de acordo com a Lei de Avaliação Ambiental dinamarquesa (cf. § 8(1.1) of the Act) (DANISH MARITIME AUTHORITY, 2020).

3 Situação da política sobre energia eólica *offshore* no Brasil

Em 2019, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) promoveu o *workshop* “Energia Eólica Marítima” que apresentou os resultados preliminares dos estudos do potencial eólico marítimo que fazem parte do *Roadmap* para identificar desafios e oportunidades de modo que a geração eólica *offshore* seja competitiva perante outras fontes de energia (EPE, 2024).

No mesmo ano, IBAMA realizou um *workshop* sobre a análise dos impactos ambientais causadas por parques eólicos *offshore* em conjunto com especialistas brasileiros e europeus que discutiram e aperfeiçoaram o conhecimento técnico sobre o licenciamento federal desta tipologia de empreendimento (IBAMA, 2024).

Também em 2019, o IBAMA lançou o estudo “Complexos eólicos *offshore*: estudo sobre avaliação de impactos” e, em 2020, emitiu o Termo de Referência (TR) para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) (IBAMA, 2024).

A publicação do Termo de Referência ofereceu maior agilidade e qualidade nas análises ambientais, diminuiu as indefinições e a insegurança jurídica, assegurou a chegada de mais investidores e contribuiu para a maior proteção do meio ambiente. Posto isto, houve um aumento da abertura de processos de licenciamento ambiental (IBAMA, 2024).

Destaca-se que em dezembro de 2019 havia aproximadamente dez processos de licenciamento ambiental abertos no IBAMA e em outubro de 2024 havia 98 processos abertos, um aumento de cerca de 880% ao longo dos cinco anos.

Conforme o art. 4º da Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997 (BRASIL, 1997), cabe ao IBAMA conduzir o licenciamento dos empreendimentos e atividades situados ou concebidos no mar territorial, na plataforma continental e na ZEE. Destaca-se que esta definição é reforçada pelo art. 7º da Lei Complementar nº 140/2011 (BRASIL, 2011).

Em 2022, foi publicado o que aborda sobre a definição de contratos administrativos para o uso dos espaços físicos (prismas) para o aproveitamento dos recursos naturais pela geração eólica *offshore* nas águas interiores, no mar territorial, na ZEE e na plataforma continental e define que caberá ao Ministério de Minas e Energia tais atribuições (MME) (BRASIL, 2022a).

O art. 5º define dois tipos de contrato: oneroso e gratuito. O primeiro refere-se à exploração por meio de uma central de geração e o segundo é destinado para a pesquisa e o aprimoramento tecnológico (BRASIL, 2022a).

O art. 9º define que a cessão de uso poderá ocorrer por meio de uma cessão planejada ou independente. A primeira corresponde à oferta de prismas delimitados previamente pelo MME por meio de um processo licitatório, de acordo com o Planejamento Espacial da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), e a segunda refere-se à cessão de prismas requeridos pelos interessados em explorá-los (BRASIL, 2022a).

O art. 10 requisita a emissão da Declaração de Interferência Prévia (DIP) em ambos os casos e a consulta a nove órgãos e instituições (BRASIL, 2022a).

Para a cessão planejada, o art. 12 § 1º e § 2º definem que, previamente à formação dos prismas, a instituição definida pelo MME deverá solicitar as DIPs e o MME poderá realizar uma consulta com o intuito de obter as demonstrações de interesse de possíveis

desenvolvedores. Após a definição das áreas *offshore* reservadas aos prismas, a licitação pública poderá ser realizada pelo MME (BRASIL, 2022a).

Sobre a cessão independente, os desenvolvedores poderão apresentar a solicitação ao MME para firmar o contrato. O art. 15 indica que posteriormente ao receber a solicitação de cessão de uso, o MME averiguará se a área requerida é coincidente com outra já solicitada previamente, ou com prismas que já tenham sido concedidos ou em processo de avaliação (BRASIL, 2022a). Caso haja sobreposição, o MME irá notificar o interessado para que realize as mudanças necessárias em 90 dias (BRASIL, 2022a).

Salienta-se que o art. 5º § 3º define que o contrato de cessão de uso não implica no direito de exploração de energia elétrica e, portanto, será necessário obter autorização outorgada pela ANEEL (BRASIL, 2022a). Schor (2023) pontua que, segundo os art. 18, 19 e 24, é obrigatório a realização de análises da capacidade energética *offshore* que por sua vez serão disponibilizados pela ANEEL em seu site após a emissão da autorização. Ademais, conforme o art.18, a EPE poderá ser responsável pela elaboração destes estudos, principalmente, no caso da cessão de uso planejada.

Após a emissão do Decreto nº 10.946/2022, emitiram-se as Portarias nº 52/GM/MME, e Portaria Interministerial MME/MMA nº 3, ambas de 19 de outubro de 2022. A Portaria Normativa nº 52/GM/MME define as diretrizes e processos referentes à cessão de uso onerosa para a geração eólica *offshore* (BRASIL, 2022c).

A Portaria Interministerial MME/MMA nº 3 é voltada para o desenvolvimento de um Portal Único destinado ao gerenciamento da utilização dos prismas *offshore* para a geração de energia, chamado de PUG-*Offshore* a fim de adotar o modelo de *one-stop-shop* (balcão único de atendimento) (BRASIL, 2022b).

O art. 3º da Portaria Normativa nº 52/2022 estabelece que será de responsabilidade da ANEEL instituir os contratos e executar os procedimentos necessários para sua formalização (BRASIL, 2022c). Ademais, conforme art. 4º § 1º, por meio da celebração de um contrato de cessão de uso será possível que o empreendedor solicite as licenças e demais autorizações necessárias aos órgãos e entidades envolvidas no processo de instalação do projeto (BRASIL, 2022c).

Schor (2023) pontua que a definição prevista na Portaria modifica o processo que acontece por parte dos empreendedores interessados que já deram entrada ao pedido de licença para projetos de geração eólica *offshore*, mesmo sem obter a cessão de área. Neste âmbito, o art. 10 da Portaria estabelece que oficialização por meio de um contrato será requisito fundamental para dar prosseguimento ao licenciamento junto ao IBAMA. Portanto, Schor (2023) explica que os projetos que aguardam o pronunciamento do IBAMA continuarão sobrepostos até que seja realizado o procedimento de cessão de uso das áreas *offshore*. O IBAMA só poderá analisar os processos dos selecionados como concessionários dos prismas.

Sobre a cessão de uso planejada, o art. 13 da Portaria Normativa nº 52/2022 define que caberá a EPE, por própria motivação ou solicitado pelo MME, a identificação dos prismas que serão ofertados com base em alguns critérios, como disponibilidade de área, ligação e capacidade de escoamento da futura rede, distância da costa e existência ou planejamento de uma estrutura portuária. Destaca-se que o § 1º deste artigo estabelece a necessidade de

que as áreas selecionadas estejam de acordo com o Planejamento Espacial Marinho (PEM), quando existente (BRASIL, 2022c).

Ademais, os art. 14 e 15 definem que a EPE será responsável por solicitar as DIPs das áreas e apresentar uma análise para aprovação do MME (BRASIL, 2022c). Portanto, com base nestas informações caberá ao MME a definição final dos prismas que serão ofertados nas licitações de cessão planejada (BRASIL, 2022c).

O quadro 5 apresenta as principais diferenças entre a cessão de uso planejada e a independente, de acordo com o Decreto nº 10.946/2022 e as Portarias nº 52 e nº 3/2022.

Quadro 5 – Diferenças entre a cessão de uso planejada e independente com base no Decreto nº 10.946/2022 e na Portaria Normativa nº 52/GM/MME/2022

	Cessão de Uso Planejada	Cessão de Uso Independente
Cessão de uso	Oferecimento de prismas demarcados de forma prévia pelo MME aos possíveis empreendedores que tenham interesse por meio de um procedimento licitatório de acordo com o Planejamento Espacial Marinho (PEM).	Corresponde aos prismas solicitados por meio da iniciativa dos próprios empreendedores interessados em explorar determinada área.
Procedimento	A identificação das áreas será realizada por decisão própria da EPE ou em atendimento ao pedido do MME, levando em conta o Planejamento Espacial Marinho (PEM) quando estiver existente.	Apresentação de requerimento por parte dos interessados por meio do Portal Único (PUG- <i>Offshore</i>).
Disponibilidade das áreas	EPE deverá solicitar as DIP's que serão oferecidos para verificar a disponibilidade das áreas. Em seguida, encaminhará ao MME relatório com sua avaliação para aprovação. MME definirá os prismas que serão licitados.	Caberá ao interessado a solicitação das DIP's que deverão ser enviadas à ANEEL por meio do Portal Único quando estiver disponível.
Crítérios	Área disponível, utilização dos recursos naturais, disponibilidade e capacidade de escoamento, concorrência em relação às outras fontes, previsão das exigências técnicas mínimas, avaliação sobre a estrutura dos portos, preservação das atividades humanas realizadas no espaço marinho e a proteção do meio ambiente.	Finalidade da cessão de uso, informações referentes aos limites e coordenadas geográficas do prisma requerido, os estudos que atestam a área selecionada, a estimativa do potencial preliminar de produção de energia (MWh/ano), disponibilidade de conectar e a capacidade de escoar a energia por meio da rede futura, credenciais técnicas, econômicas e financeiras.

Fonte: Elaboração pelas autoras baseado no Decreto nº 10.946/2022 e na Portaria Normativa nº 52/GM/MME/2022.

Em janeiro de 2025, foi sancionada a Lei nº 15.097 que trata sobre o aproveitamento de potencial energético *offshore* oriundo do Projeto de Lei (PL) nº 576/2021 do ex-senador Jean Paul Prates. Trata-se de um marco muito importante para a geração eólica *offshore* no Brasil. Embora a publicação do Decreto nº 10.946/2022 e suas respectivas Portarias tenham grande relevância e a própria Lei nº 15.097/2025 apresente pontos similares com estes

instrumentos jurídicos havia grande expectativa do setor que esta lei fosse sancionada a fim de garantir maior segurança jurídica.

É válido pontuar que durante o processo de tramitação do PL 576/2021 foram incluídas emendas que não mantinham relação com a temática principal, associadas a incentivos à geração termelétrica a carvão e gás natural, por exemplo. Estas emendas também chamadas de “jabutis” foram vetadas pelo presidente Lula.

Em relação à Lei nº 15.097/2025, o art.5º define que a cessão de uso acontecerá por meio de dois procedimentos, sendo eles: oferta permanente e oferta planejada. A oferta permanente consiste no processo no qual o poder concedente define os prisms por meio da solicitação daqueles que tiverem interesse (BRASIL, 2025).

Segundo o art.7º os parágrafos § 2º, § 3º, § 4º e § 5º estabelecem os procedimentos que serão realizados após o recebimento de interesse por um determinado prisma. Será realizada uma chamada pública, no período mínimo de 120 dias, para verificar se há outros interessados. Caso exista apenas um único interessado, o prisma será decidido pelo poder concedente desde que sejam cumpridos todos os requisitos de qualificação obrigatórios. Contudo, se houver mais de um interessado, o poder concedente poderá realizar um arranjo entre os interessados ou alterar a área do prisma. Caso estas alternativas não funcionem, o prisma será concedido por meio da oferta planejada (BRASIL, 2025).

O art.5º inciso II estabelece que a oferta planejada consiste no processo no qual são oferecidos prisms pré-estabelecidos pelo poder concedente para exploração por meio de processo licitatório. Conforme previsto no art.9º parágrafo § 1º o poder concedente será responsável por elaborar os estudos ambientais para a definição dos prisms assim como deverá considerar as políticas, planos e programas ambientais pertinentes (BRASIL, 2025).

É válido pontuar que ambas as modalidades de cessão de uso, permanente ou planejada, o art.11 prevê que o contrato da cessão de uso apresentará duas etapas: etapa de avaliação e etapa de execução. A primeira refere-se à realização dos estudos necessários para verificar a viabilidade técnica, econômica e ambiental dos projetos. A segunda etapa corresponde às etapas de implantação e operação dos parques eólicos em alto mar (BRASIL, 2025).

Outro ponto importante é que a Lei nº 15.097/2025 assim como o Decreto nº 10.946/2022 estabelece no art.10 § 2º que a outorga de direito de uso do prisma não significa outorga de geração, ou seja, o interessado não terá o direito à geração de energia elétrica e esta deverá ser autorizada pela ANEEL de acordo com a Lei nº 9.074/1995 (BRASIL, 2022a, 2025).

O quadro 6 apresenta um resumo das principais diferenças entre o Decreto nº 10.946/2022 e a Lei nº 15.097/2025.

Quadro 6 – Principais diferenças entre o Decreto nº 10.946/2022 e a Lei nº 15.097/2025.

	Decreto nº 10.946/2022	Lei nº 15.097/2025
Outorga	Cessão de uso de prisma <i>offshore</i> , desassociado da outorga da central geradora	Cessão de uso de prisma <i>offshore</i> não está associado à outorga de geração (necessidade de solicitação junto à ANEEL)

	Decreto nº 10.946/2022	Lei nº 15.097/2025
	(necessidade de solicitação junto à ANEEL).	
Definição de <i>offshore</i>	Águas interiores de domínio da União, mar territorial, zona econômica exclusiva e plataforma continental.	Águas interiores de domínio da União, no mar territorial, na zona econômica exclusiva e na plataforma continental
Formação de prismas	Cessão planejada: poder concedente. Cessão independente: interessado.	Oferta planejada: poder concedente Oferta permanente: interessado
Regime de seleção	Cessão planejada: maior retorno econômico. Cessão independente: a esclarecer.	Oferta planejada: procedimento licitatório (leilão). A seleção será feita com base no maior valor ofertado e em outros critérios definidos no edital do leilão. Oferta permanente: Será realizada uma chamada pública, no período mínimo de 120 dias, após a apresentação de manifestação de interesse. Caso exista um único interessado, o poder concedente irá firmar um contrato/autorização do uso do prisma. Caso existam outros interessados, o poder público poderá buscar a composição ou redefinição do prisma. Caso negativo, será seguida a modalidade de cessão planejada.
Participações governamentais	Bônus de assinatura; e Participação proporcional de 1,5% na energia gerada e comercializada.	Bônus de assinatura; Taxa de ocupação da área (R\$/km ²); Participação proporcional paga mensalmente referente ao valor da energia gerada da data de início da operação comercial do parque
Obtenção da cessão de uso da área <i>offshore</i>	Contrato de cessão de uso, mantida a necessidade de requerer outorga para a central de geração junto à ANEEL.	Contrato de cessão de uso garante a outorga do direito de uso do prisma, contudo não assegura o direito a exploração da geração de energia. A outorga de geração deverá ser obtida junto à ANEEL.

Fonte: Adaptado pelas autoras de Schor (2023) e baseado na Lei nº 15.097/2025.

4 Resultados e discussão

A partir das experiências europeias apresentadas e o *status* atual do Brasil em relação à geração eólica *offshore*, identificam-se pontos de avanços e desafios futuros.

Os países europeus apresentam diferentes modalidades de condução do processo de outorga de concessão dos prismas, pode ocorrer por meio da realização de leilões ou pela manifestação de interesse do desenvolvedor.

Schor (2023) elucida que, devido ao interesse dos empreendedores em investir na geração eólica *offshore* e da presença de uma lacuna jurídica sobre a escolha do titular para exploração do potencial eólico *offshore*, optou-se por regularizar a cessão da área marítima por meio do Decreto nº 10.946/2022. Contudo, o Decreto trata somente sobre a cessão da

área e não aborda outros temas, como a outorga de instalação e a exploração de empreendimento de geração e, portanto, não houve um esclarecimento sobre todos os aspectos que envolvem o tema.

Ainda nesta temática, Schor (2023) complementa que as Portarias nº 52 e nº 3/2022 regulamentam parcialmente o Decreto, pois a Portaria nº MME 52/2022 estabelece que para ambas as modalidades de cessão de uso, planejada ou independente, será necessário realizar uma licitação para definir o titular, porém ainda não há política pública orientada para realizar as licitações.

Dentro deste contexto, destaca-se a Lei nº 15.097/2025 que foi sancionada em janeiro deste ano e representa um grande passo para a geração eólica *offshore*. Segundo Marcelo Cabral (2025), diretor de Novos Negócios da ABEEólica, em entrevista ao Canal Energia explicou que existe a expectativa de ainda este ano ocorra o primeiro leilão de cessão de área que poderá ocorrer por meio da modalidade permanente ou planejada. Cabral (2025) destaca a importância desta lei para o desenvolvimento de estudos técnicos e ambientais que avaliem a viabilidade de implantação destes projetos.

Além disso, Cabral (2025) reforça que a geração eólica *offshore* representa um novo mercado e, portanto, representa uma oportunidade de desenvolvimento de novos mercados como fabricação de turbinas, cabos submarinos, transporte marítimo, ou seja, representará um grande crescimento para toda a cadeia de suprimentos. Além disso, pontua que a geração eólica em alto mar será fundamental para a geração de hidrogênio, fornecimento de energia para data centers e para a descarbonização de indústrias como a metalurgia e siderurgia.

Nesta mesma entrevista ao Canal Energia, Wagner Ferreira (2025) aborda sobre os trechos da lei que não tinham pertinência com a temática, uma vez que vão contra a transição energética e a importância de os vetos aos “jabutis” serem mantidos pelo Congresso, uma vez que a lei ainda não foi publicada.

Diante do cenário atual, a cessão de uso acontecerá por meio de uma cessão planejada ou permanente, assemelha-se em partes ao procedimento conduzido na Dinamarca em que a concessão de outorga ocorre por meio da modalidade de concurso (leilão) e da modalidade portas abertas (*open door*). Assim, a modalidade concurso (leilão) equivale à cessão planejada e a modalidade portas abertas (*open door*) corresponde à cessão independente. A principal diferença é que, na Dinamarca, o órgão responsável por conduzir o planejamento, o licenciamento e o comissionamento é a DEA e, por isso, este processo é denominado balcão único (*one-stop-shop*).

O Reino Unido também utiliza o sistema do balcão único, o órgão *The Crown State* é o responsável por conduzir os processos de permissão e licenciamento dos projetos.

No Brasil, os procedimentos de permissão e licenciamento de empreendimentos eólicos *offshore* envolvem a participação do MME, ANEEL, EPE, SPU, IBAMA e diversos outros órgãos. O Portal Único (PUG-*offshore*) funcionará apenas como um balcão único para o gerenciamento da utilização do bem público e também do desenvolvimento dos empreendimentos, contudo ainda não foi disponibilizado.

Barbosa (2018) destaca entre suas recomendações a definição de zonas adequadas para o desenvolvimento de projetos eólicos *offshore* na ZEE baseados na Avaliação

Ambiental Estratégica (AAE), bem como o estabelecimento de critérios para o disciplinamento dos usos e atividades no mar territorial e na ZEE. Barbosa (2018) complementa que, assim como é feito para o setor de petróleo e gás brasileiro, é necessário o mapeamento, análise dos recursos eólicos e divulgação dos dados para os desenvolvedores com o intuito de mitigar as assimetrias. Ademais, reforça a importância da elaboração de estudos em conjunto com a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) para garantir que o marco regulatório esteja de acordo com as políticas, normas e diretrizes associadas ao uso compartilhado do mar.

Conforme verificado nas experiências dos países europeus, a AAE e o Planejamento Espacial Marinho (PEM) são dois instrumentos capazes de prever possíveis conflitos pelo uso do espaço marinho e garantir o desenvolvimento de diversas atividades econômicas simultaneamente.

Segundo Bastos (2010), a AAE atribui à Avaliação Ambiental um papel de instrumento de planejamento e suporte ao processo decisório, garante que a variável ambiental seja avaliada antes da definição de ações concretas durante a etapa de planejamento e oferece incentivos para a tomada de decisão em diferentes níveis. No caso da gestão ambiental realizada no Brasil, existe uma complementaridade importante entre a AAE e a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) de projetos, pois a primeira pode auxiliar na identificação preliminar de oportunidades (impactos positivos), riscos (impactos negativos) e alternativas, converter a AIA dos empreendimentos em uma etapa mais barata, rápida e eficiente.

Diante disso, o Plano Espacial Marinho (PEM), por sua vez, cumpre um papel muito importante de garantir o uso sustentável do espaço marinho e considera as diferentes atividades econômicas desempenhadas, como transporte, aquicultura, pesca, turismo entre outras.

Em 2019, o Decreto nº 9.858, de 25 de junho de 2019 (BRASIL, 2019), estabeleceu que cabe à CIRM a coordenação das ações referentes à Política Nacional para os Recursos do Mar (PNMR), inclusive das discussões sobre o Planejamento Espacial Marinho (PEM). Salienta-se que, embora o PEM ainda esteja em fase de elaboração, a Portaria Normativa nº 52/GM/MME prevê que a definição dos prismas ofertados na cessão planejada deverá estar de acordo com o PEM.

Em 2004, foi publicado o Decreto nº 5.300 (BRASIL, 2004) que estabelece, entre os seus instrumentos, o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC) que busca direcionar o ordenamento territorial e, portanto, trata-se de um instrumento importante para a garantia da sustentabilidade no desenvolvimento da zona costeira em conformidade com os procedimentos previstos pelo Zoneamento Ecológico-Econômico do território nacional e auxilia os processos de monitoramento, licenciamento, fiscalização e gestão.

Conforme a Avaliação dos Zoneamentos Ecológico-Econômico Costeiros elaborados no Brasil (MMA, 2017), os estados brasileiros apresentam diferentes estágios de maturidade em relação ao processo de elaboração e implementação do ZEEC. Além disso, dos estados analisados, somente Santa Catarina e São Paulo possuem de fato um zoneamento destinado a zona marinha.

5 Considerações finais

A transição energética e o potencial do Brasil para a geração eólica *impulsionaram* a discussão e o interesse na geração eólica *offshore*. Ainda há questionamentos e desafios a serem enfrentados sob diversos aspectos tanto do ponto de vista regulatório quanto ambiental.

Diante das lacunas normativas identificadas e da insegurança jurídica existente, capazes de afastar os investidores, houve um movimento para saná-las e culminou na publicação do Decreto nº 10.946/2022, bem como suas respectivas Portarias, e na Lei nº 15.097/2025 sancionada em janeiro de 2025.

O marco regulatório da geração eólica *offshore* encontra-se em construção com questionamentos que exigem respostas e procedimentos estabelecidos, evidencia-se pela experiência dos países europeus a importância do investimento em instrumentos como o Planejamento Espacial Marinho (PEM) e a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE).

O espaço marinho brasileiro apresenta inúmeras atividades econômicas inclusive desenvolvidas por populações tradicionais e a chegada de novos empreendimentos aumentará a pressão por esse espaço já disputado, o que torna ainda mais urgente o desenvolvimento do Plano Espacial Marinho (PEM) brasileiro.

Neste âmbito, Schiavetti (2020) elucida que o desenvolvimento do PEM como uma extensão do gerenciamento costeiro proporcionaria benefícios, como: o aproveitamento da estrutura já desenvolvida pela CIRM e a *expertise* dos seus membros; apoio no entendimento dos riscos existentes referentes às atividades atuais e futuras ao redor das Unidades de Conservação (UCs) e das áreas prioritárias para a biodiversidade marinha. Portanto, para a autora, o uso dos dados do gerenciamento costeiro teria como objetivo utilizar ferramentas de gestão juridicamente instituídas no país e que contribuiriam para a melhoria da gestão ambiental do ambiente marinho.

Contudo, Schiavetti (2020) ressalta que a extensão do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) para a ZEE poderia implicar em uma adaptação simples que não fosse capaz de identificar as peculiaridades do espaço marinho, principalmente, em áreas mais profundas e distantes do dia a dia da maioria da população, vista por alguns como um tema insignificante, mas que poderia comprometer a participação da população e a garantia de um processo participativo.

Apesar disto, os dados provenientes do ZEEC não deveriam ser desprezados nas tomadas de decisão, pois representam um ponto de partida importante. Ademais, podem ser utilizados como base para o desenvolvimento do PEM, a fim de conferir maior agilidade ao processamento decisório e fornecer informações acerca da biodiversidade brasileira e sobre os possíveis impactos socioambientais.

Quanto antes o Brasil investir em ferramentas que permitam conhecer melhor o espaço marinho, mais cedo poderá definir, prever e reduzir os impactos negativos e os conflitos, bem como trazer para os processos de concessão, seja na modalidade planejada ou independente, empreendimentos mais sustentáveis, econômicos e seguros.

Referências

BARBOSA, Robson. **Inserção da energia eólica offshore no Brasil: análise de princípios e experiências regulatórias**. Doutorado em Ciência. Programa de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. 281 f. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-10042019-150844/pt-br.php>. Acesso em: 11 dez. 2024.

BASTOS, Diego do Nascimento. **A avaliação ambiental estratégica como subsídio para o planejamento do setor de turismo no Brasil: Uma análise do caso da costa norte**. Mestrado em Planejamento Energético e Ambiental. COPPE, UFRJ, 2010. 187 f.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília: Conama, 1997. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237. Acesso em: 11 dez. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 10.946**, de 25 de janeiro de 2022. Dispõe sobre a cessão de uso de espaços físicos e o aproveitamento dos recursos naturais [...] 2022a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d10946.htm.

BRASIL. **Decreto nº 5.300**, de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC [...]. Brasília: Presidência da República, 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em: 11 dez. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 9.858, de 25 de junho de 2019**. Dispõe sobre a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Brasília: Presidência da República, 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9858.htm. Acesso em: 11 dez. 2024.

BRASIL. **Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011**. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal [...]. Brasília: Presidência da República, 2011. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp140.htm. Acesso em: 11 dez. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria Interministerial MME/MMA Nº 3, de 19 de outubro de 2022**. Brasília: MME; MMA, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-interministeriais/portaria-interministerial-mme-mma-n-3-2022.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria Normativa nº 52/GM/MME/2022**. Estabelece as normas e procedimentos complementares relativos à cessão de uso onerosa para exploração de central geradora de energia elétrica offshore [...]. Brasília: MME, 2022c. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias/2022/portaria-normativa-n-52-gm-mme-2022.pdf/view>. Acesso em: 11 dez. 2024.

BRASIL. Senado Federal. **Projeto de Lei nº 576/2021**. Disciplina a outorga de autorizações para aproveitamento de potencial energético offshore. Brasília: SF, 2021. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=8930696&ts=1723135480551&disposition=inline>. Acesso em: 11 dez. 2024.

BRASIL. **Lei nº 15.097, de 10 de janeiro de 2025**. Disciplina o aproveitamento de potencial energético offshore [...]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2023-2026/2025/lei/L15097.htm. Acesso em: 25 jan.2025.

BRASIL. **Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995**. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9074cons.htm. Acesso em: 25 jan. 2025.

BSH. Bundesamt Für Seeschifffahrt und Hydrographie. **Environmental report for the site development plan 2019 for the German North Sea**: unofficial translation. Hamburg: BSH, 2019. Disponível em: <https://www.bsh.de/DE/PUBLIKATIONEN/Anlagen/Downloads/Offshore/FEP/EN-Flaechenentwicklungsplan2019-Umweltbericht-Nordsee.html?nn=2862044>. Acesso em: 11 dez. 2024.

BSH. Bundesamt Für Seeschifffahrt und Hydrographie. **Maritime spatial plan 2021**. Hamburg, c2024. Disponível em: https://www.bsh.de/EN/TOPICS/Offshore/Maritime_spatial_planning/Maritime_Spatial_Plan_2021/maritime-spatial-plan-2021_node.html. Acesso em: 11 dez. 2024.

CABRAL, M. CanalEnergia Live 13/01 - **Eólica offshore é sancionada com vetos**. 2025. 1 vídeo (58:58). Publicado pelo TV Canal Energia. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PI7qCPD28ts&t=133s>. Acesso em: 25 jan.2025.

CROWN ESTATE SCOTLAND. **Offshore wind asset profile**. Edinburgh: Crown State Scotland, 2022. Disponível em: https://www.crownstatescotland.com/sites/default/files/2023-07/asset-profile-offshore-wind_0.pdf. Acesso em: 11 dez. 2024.

DANISH ENERGY AGENCY. **Danish experiences from offshore wind development**. Denmark: Danish Energy Agency, 2017. Disponível em: https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/offshore_wind_development_0.pdf. Acesso em: 11 dez. 2024.

DANISH ENERGY AGENCY. **Procedures and permits for offshore wind parks**. Denmark, c2024. Disponível em: <https://ens.dk/en/our-responsibilities/offshore-wind-power/offshore-procedures-permits>. Acesso em: 11 dez. 2024.

DANISH MARITIME AUTHORITY. **Maritime Spatial Plan**. Denmark, c2024. Disponível em: <https://www.dma.dk/growth-and-framework-conditions/maritime-spatial-plan>. Acesso em: 11 dez. 2024.

DANISH MARITIME AUTHORITY. **Strategic environmental assessment of Denmark's First Maritime spatial plan**. Denmark: COWI, 2020. Disponível em: <https://havplan.dk/content/api/latest/files/04c93b74-c9b0-443d-b266-12cb0cbd3ac3/file>. Acesso em: 11 dez. 2024.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **EPE realiza workshop: Energia Eólica Marítima**. 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/epe-realiza-workshop-energia-eolica-maritima>. Acesso em: 11 dez. 2024.

FERREIRA, W. CanalEnergia Live 13/01 - **Eólica offshore é sancionada com vetos**, 2025. 1 vídeo (58:58). Publicado pelo TV Canal Energia. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PI7qCPD28ts&t=133s>. Acesso em: 25 jan.2025.

GL GERARD HASSAN. **A guide to UK offshore wind operations and maintenance**. Europe; Scotland: Scottish Enterprise; The Crown State, 2013. Disponível em: <http://csmres.co.uk/cs.public.upd/article-downloads/Offshore-wind-guide-June-2013-updated.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2024.

GWEC. Global Wind Energy Council. **Global Wind Report**. Bruxelles, c2024. Disponível em: <https://gwec.net/global-wind-report-2024/>. Acesso em: 11 dez. 2024.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Mapas de projetos em licenciamento - Complexos eólicos offshore**. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/laf/consultas/mapas-de-projetos-em-licenciamento-complexos-eolicos-offshore>. Acesso em: 11 dez. 2024.

MMA. Ministério do Meio Ambiente; FURG. Universidade Federal do Rio Grande; UNIVALI. Universidade do Vale do Itajaí; USP. Universidade de São Paulo. **Avaliação dos Zoneamentos Ecológico-Econômicos Costeiros Elaborados no Brasil – Relatório Final**. [s. l.]: Programa ZEE Brasil, 2017. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial/outras-iniciativas/item/10450-indicadores-de-monitoramento-e-avalia%C3%A7%C3%A3o-do-zee.html>. Acesso em: 11 dez. 2024.

NATIONAL ENERGY ADMINISTRATION OF CHINA AND WORLD BANK. **China: meeting the challenges of offshore and large-scale wind power: regulatory review of offshore wind in five european countries**. Washington: National Energy Administration of China and the World Bank, 2010. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/122991468032969418/pdf/547450ESWOP1131shore0Wind0in0Europe.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2024.

PEREIRA, Felipe. **Análise do arcabouço legal associado ao desenvolvimento de parques eólicos offshore no Brasil**. 2017. 195 f., il. Mestrado em Políticas Públicas. Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Escola de Administração Pública (ENAP), Brasília, 2017. Disponível em: https://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2018/07/felipe_pereira-1.pdf. Acesso em: 11 dez. 2024.

SCHIAVETTI, Mariana Bruck de Moraes Ponna. **Direito, cartografia e planejamento espacial marinho à luz das competências em matéria do mar**. 2020. 129 f., il. Tese (Mestrado em Direito Político) — Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Direito Político e Econômico, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2020. Disponível em: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=9811572. Acesso em: 11 dez. 2024.

SCHOR, Juliana Melcop de Castro. **Desenvolvimento do mercado de energia eólica offshore: cenário jurídico-regulatório atual e perspectivas futuras**. 2023. 196 f, il. Tese (Doutorado em Direito) - Programa de Pós-graduação em Direito do Centro de Ciências Jurídicas, Faculdade de Direito do Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/51833>. Acesso em: 11 dez. 2024.

THE CROWN ESTATE. **Integrated annual report and accounts 2019/20**. [S. l.]: The Crown State, 2020. Disponível em: <https://www.thecrownestate.co.uk/media/3561/the-crown-estate-ar-2020.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2024.

THE CROWN ESTATE. **The Crown State: Energy Minerals and Infrastructure Portfolio**. The Crown State's role in the development of offshore Renewable Energy. [S. l.]: The Crown State, 2017. Disponível em: <https://www.thecrownestate.co.uk/media/1792/tce-role-and-responsibility-in-offshore-developments-final-may-2017.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2024.

VASCONCELOS, Rafael Monteiro de. **Complexos eólicos offshore: estudo sobre avaliação de impactos: mapeamento de modelos decisórios ambientais aplicados na Europa para empreendimentos eólicos offshore**. Brasília: IBAMA, 2019. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/phocadownload/licenciamento/publicacoes/2019-Ibama-UE-Estudo-Eolicas-Offshore.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2024.



Revista Gestão & Gerenciamento

Expediente

Supervisão Editorial:

Eduardo Linhares Qualharini

Comitê Editorial:

Ana Carolina Badalotti Passuelo, UFRGS

Bruno Barzellay, UFRJ/Macaé

Carlos Alberto Pereira Soares, UFF

Clara Rocha da Silva, NPPG/UFRJ

Elaine Garrido Vazquez, POLI/UFRJ

Isabeth da Silva Mello, NPPG/UFRJ

Liane Flemming, UNIASALLE, Brasil

Maria Alice Ferruccio, POLI/UFRJ

Maurini Elizardo Brito, NPPG/UFRJ

Nikiforos Joannis Philyppis Jr, FACC/UFRJ

Assistente de Supervisão Editorial:

Luiz Henrique da Costa Oscar

Jornalista Responsável:

Denise S. Mello Lacerda _ SRTE/RJ 33887

Edição e Diagramação:

Amanda Vieira Guimarães

Periodicidade da Publicação:

Bimestral

Contato:

Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão – NPPG

Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Bloco D, sala D207

Cidade Universitária – Rio de Janeiro – CEP: 21941-909

revistagestaoegerenciamento@poli.ufrj.br

(21) 3938-7965