



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

EVERTON BARROS DA SILVA

**PRIORIZAÇÃO ESTRATÉGICA DE ATIVOS FÍSICOS NUMA INDÚSTRIA DE
ACUMULADORES ELÉTRICOS**

Recife
2024

EVERTON BARROS DA SILVA

**PRIORIZAÇÃO ESTRATÉGICA DE ATIVOS FÍSICOS NUMA INDÚSTRIA DE
ACUMULADORES ELÉTRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de
Produção da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro de
Produção.

Orientador (a): Ana Paula Cabral Seixas Costa

Recife

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Everton Barros da.

Priorização estratégica de ativos físicos numa indústria de acumuladores elétricos / Everton Barros da Silva. - Recife, 2024.

57 p. : il., tab.

Orientador(a): Ana Paula Cabral Seixas Costa

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia de Produção - Bacharelado, 2024.

1. Gestão estratégica de ativos. 2. Ativos físicos. 3. Estratégia de negócio. 4. Priorização. 5. Sistema de gestão de ativos. I. Costa, Ana Paula Cabral Seixas. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

EVERTON BARROS DA SILVA

**PRIORIZAÇÃO ESTRATÉGICA DE ATIVOS FÍSICOS NUMA INDÚSTRIA DE
ACUMULADORES ELÉTRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de
Produção da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro de
Produção.

Aprovado em: 19/03/2024

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ana Paula Cabral Seixas Costa (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Eduarda Asfora Frej (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Rodrigo José Pires Ferreira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho a todos aqueles que têm fome e sede de conhecimento e a quem esta pesquisa possa ajudar de alguma forma.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me presenteado com essa oportunidade única e tornar possível a realização desta jornada que chamo de vida.

Gostaria de deixar registrado meus profundos agradecimentos a minha família que com muito esforço e dedicação tornou meu caminho possível para que eu pudesse chegar até aqui. Meus pais e minha irmã são peças fundamentais para tudo o que conquistei, possibilitaram me tornar a primeira pessoa da minha família a entrar numa universidade pública, essa conquista eu divido com eles.

Meus mais sinceros agradecimentos à professora Ana Paula Cabral pela sua tão disposta orientação, pelos seus ensinamentos e conselhos, e principalmente por ser um exemplo de profissional em que me inspiro. Aproveito também para agradecer ao meu time IMPACTUS com quem dispus de bons períodos, principalmente nas pessoas de Gabrielle Rosa, Gabriel Hermínio e Roberta Barbosa que foram bons companheiros de jornada. Agradeço também aos órgãos de fomento científico CNPq e FACEPE, que também disponibilizaram bolsas neste período.

Gostaria de expressar minha gratidão também para meus amigos de jornada da família CDSID que me marcaram profundamente, principalmente nas pessoas de Manoel Ribeiro e Yara Ginane, que guardo em minhas memórias e coração e levo-os para vida.

Também gostaria de deixar meus agradecimentos a todos os amigos construídos nessa jornada que levarei pra vida e no coração, transformando minha experiência na universidade.

Gostaria de deixar registrado também meus agradecimentos aos meus animais de estimação que deram conforto ao meu coração durante todo o período de desenvolvimento deste trabalho, em especial Bobby, Hope e Sirius.

RESUMO

As evoluções tecnológicas e a complexidade crescente dos sistemas de produção têm impulsionado as organizações a desenvolver abordagens integrativas visando gerar vantagem competitiva e agregar valor. No levantamento do estado da arte, a gestão estratégica de ativos emerge como um tema relevante na indústria e na pesquisa científica, especialmente em setores intensivos em ativos, onde tem sido notada a necessidade da priorização deles em prol da melhor utilização dos recursos que são limitados e escassos. Neste contexto, este trabalho apresenta a utilização de um modelo com uma abordagem multidisciplinar para relacionar os ativos físicos e a estratégia de negócio, e a partir disso, classificar os ativos em classes de prioridade à luz dos objetivos organizacionais, que contribui na redução da lacuna existente no tema. A aplicação do modelo em uma indústria de acumuladores elétricos teve como resultado a classificação dos ativos em níveis de prioridade, orientados de forma estratégica. A classificação resultante dos ativos permite uma percepção estratégica para o decisor que dá maior embasamento ao processo de tomada de decisão, por exemplo, alocando recursos para ativos antes não vistos como críticos mas que têm contribuição considerável na estratégia de negócio. Em comparação com o modelo utilizado pela empresa, o modelo sugerido neste trabalho ajudou a destacar a importância da consideração dos aspectos estratégicos do negócio na priorização dos ativos, fornecendo uma visão completa do impacto dos ativos no negócio. Através do modelo também foi possível permitir uma gestão estratégica de ativos, observando-se assim benefícios gerados pela aplicação deste trabalho.

Palavras-chave: Gestão Estratégica de Ativos; Ativos Físicos; Estratégia de Negócio; Priorização; Sistema de Gestão de Ativos.

ABSTRACT

Technological advancements and the increasing complexity of production systems have driven organizations to develop integrative approaches aimed at generating competitive advantage and adding value. The state of the art shows that strategic asset management emerges as a relevant topic in both industry and scientific research, especially in asset-intensive sectors, where the need for prioritizing assets in order to optimize limited and scarce resources has been recognized. Within this context, this study presents the utilization of a multidisciplinary approach model to relate physical assets to business strategy and, based on this, to classify assets into priority classes aligned with organizational objectives, thereby addressing existing gaps in the field. The application of the model in an electric accumulator industry resulted in the classification of assets into strategically oriented priority levels. The resulting asset classification provides decision-makers with a strategic insight, enhancing the decision-making process by, for instance, allocating resources to assets previously not seen as critical but which have a significant contribution to the business strategy. Compared to the company's existing model, the model proposed in this study helped underscore the importance of considering strategic business aspects in asset prioritization, providing a comprehensive view of asset impact on the business. Through the model, strategic asset management was facilitated, thereby observing benefits generated by the application of this study.

Keywords: Strategic Asset Management; Physical Assets; Business Strategies; Prioritization; Asset Management System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação entre ativos, processos e diretrizes.....	29
Figura 2 – Tela Inicial IMPACTUS.....	40
Figura 3 – Avaliação das relações dos ativos e processos no IMPACTUS.....	42
Figura 4 – Avaliação das relações dos processos e diretrizes no IMPACTUS.....	44
Figura 5 – Tela dos parâmetros da simulação no IMPACTUS.....	46
Figura 6 – Tela de resultados do modelo no IMPACTUS.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações técnicas dos ativos.....	37
Tabela 2 – Avaliação das relações dos ativos com os processos.....	43
Tabela 3 – Avaliação das relações dos processos com as diretrizes.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Escala Ativos Físicos x Processos Organizacionais.....	30
Quadro 2 - Escala Processos Organizacionais x Diretrizes Estratégicas.....	31
Quadro 3 - Unidade de Negócio e Diretrizes Estratégicas.....	35
Quadro 4 - Processos Organizacionais.....	35
Quadro 5 - Relações entre os processos e as diretrizes estratégicas.....	36
Quadro 6 - Relações entre os ativos físicos e os processos.....	38
Quadro 7 - Diretrizes Estratégicas ordenadas.....	41
Quadro 8 - Ativos de Alta Prioridade.....	48
Quadro 9 - Ativos de Média Prioridade.....	48
Quadro 10 - Ativos de Baixa Prioridade.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GA	Gestão de Ativos
IMPACTUS	Impact of Asset on Business and Processes Strategies
MTTR	Mean Time To Repair
MTBF	Mean Time Between Failures
SGA	Sistema de Gestão de Ativos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	14
1.2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	16
1.3. OBJETIVO GERAL.....	17
1.4. METODOLOGIA.....	17
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2. BASE CONCEITUAL E REVISÃO DA LITERATURA.....	20
2.1. BASE CONCEITUAL.....	20
2.2. REVISÃO DA LITERATURA.....	22
2.3. SÍNTESE DO ESTADO DA ARTE E POSICIONAMENTO DO TRABALHO.....	26
3. MODELO DE IMPACTO DO ATIVO NO NEGÓCIO.....	28
3.1. IMPACTO DO ATIVO NO PROCESSO.....	30
3.2. IMPACTO DO PROCESSO NA DIRETRIZ.....	31
3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS ATIVOS E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	32
4. APLICAÇÃO DO MODELO NUMA INDÚSTRIA DE ACUMULADORES ELÉTRICOS... 	34
4.1. MAPEAMENTO E LEVANTAMENTO DOS DADOS.....	34
4.2. SISTEMA IMPACTUS.....	39
4.3. RESULTADOS, ANÁLISES E DISCUSSÕES.....	47
5. CONCLUSÕES.....	52
5.1. LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	53
REFERÊNCIAS.....	54

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho conduz um estudo do impacto dos ativos físicos na estratégia de negócio de uma indústria intensiva em ativos, abordando o tema que dá ênfase à gestão estratégica de ativos físicos. Essa temática é relevante, dada a necessidade das empresas de agregar valor aos seus negócios e gerar vantagem estratégica competitiva, principalmente em cenários de sistemas produtivos complexos através do apoio dos ativos físicos à estratégia organizacional.

O estudo em questão se baseia no conceito da gestão estratégica de ativos físicos a fim de explorar mais a relação dos ativos com as diretrizes estratégicas organizacionais. O estudo foi realizado em uma empresa produtora de acumuladores elétricos que é intensiva em ativos e reconhece a importância do direcionamento de recursos e priorização para aqueles que têm maior impacto na estratégia de negócio.

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Dentro das mais variadas indústrias, compreende-se que há a existência de um conceito em comum: os ativos. Com o termo surgindo em meados da década de 90, como uma forma de dar mais atenção a modernização das plantas industriais e a necessidade de integração das mudanças recorrentes, a gestão de ativos (GA) surgiu como uma forma de extrair uma melhor usabilidade dos ativos dentro de uma organização durante seu ciclo de vida (Maletič *et al.*, 2022), levando em consideração aspectos das áreas correlatas existentes dentro das empresas, contribuindo para a tomada de decisões e melhoria das atividades realizadas pela organização.

Adshirinpour *et al.* (2021) contextualiza que a gestão de ativos é uma área que vem recebendo bastante reconhecimento nos últimos anos, principalmente na atuação com relação aos ativos físicos e nas empresas que são orientadas por ativos. Porém, é perceptível que apesar dessa disciplina ter evoluído bastante no quesito operacional, o desenvolvimento dela considerando uma necessidade de associação desses ativos nos objetivos estratégicos das organizações se mostra como uma lacuna de grande potencial de estudo, pois ainda que a gestão de ativos busque formas de melhorar o desempenho desses ativos durante o seu ciclo de

vida, ainda há a falta de relacionar esses ativos e considerar seus impactos nas diretrizes estratégicas das organizações. E a partir disso possibilitar uma gestão estratégica desses ativos, de forma a melhorar o desempenho do negócio.

Esse é um tema emergente que tem demonstrado ser uma parcela fundamental na gestão das organizações, visto que os ativos fazem parte e são pilares para atingir as metas organizacionais, então eles se tornam componentes do ciclo de geração de valor para as organizações. Com base nesse ponto de vista, vale destacar que ao tratar de assuntos como a manutenção ou falha de um equipamento, pode-se ter grandes impactos (Aghabegloo *et al.*, 2023), visto que pode haver paradas na planta de produção, pode haver consequências negativas, entre outros. Atualmente tem se acentuado o tempo como um fator crítico na vantagem competitiva da empresa, então, visualizar a gestão estratégica de ativos como uma prática adotada e utilizada dentro das organizações, contribui para essa competitividade, além de promover uma gestão de ativos mais inteligente, que visa contribuir na estratégia global do negócio.

De acordo com Maletic, D. *et al.* (2020), a gestão de ativos físicos (ou tangíveis) é reconhecida como uma das áreas de maior importância dentro das organizações, atuando principalmente na vantagem competitiva e no reconhecimento da geração de valor proveniente desses ativos. Principalmente em empresas intensivas em ativos físicos, que possuem uma quantidade significativa de ativos em seu balanço patrimonial. Esses ativos podem incluir instalações industriais, equipamentos, maquinários, veículos, propriedades, entre outros. Essas empresas geralmente exigem investimentos substanciais em ativos para operar e gerar receita. Além disso, a gestão eficaz desses ativos é fundamental para o desempenho e sucesso da empresa.

No contexto da gestão de ativos, é perceptível que com o crescimento da utilização de tecnologias, a expansão da quantidade de processos e ativos necessários, e o aumento da complexidade na forma de lidar com os ativos são alguns dos fatores mais críticos. No cenário da saúde, por exemplo, tem-se uma quantidade considerável de ativos a serem geridos, e isso precisa ser apoiado estrategicamente pela organização e gestão. Considerando esse cenário, há medidas a serem estudadas, analisadas e implementadas através de frameworks que visam ranquear os ativos de forma a melhorar a gestão não só do ponto de vista da manutenção, mas também de outras perspectivas como a financeira, já que os

recursos de forma geral precisam ser alocados estrategicamente a fim de se obter os melhores resultados possíveis aos menores custos (SALEM & ELWAKIL, 2021).

A fim de reduzir a lacuna existente nessa área, é importante realizar estudos e análises que vinculem a gestão de ativos com as diretrizes estratégicas do negócio. A partir dessa perspectiva é possível perceber a necessidade da implementação de um modelo de priorização de ativos dentro das organizações, de forma a disseminar e ampliar o reconhecimento da importância da gestão estratégica de ativos. As atividades de gestão comumente são altamente afetadas pelas muitas restrições de recursos que impactam diretamente ou indiretamente a forma com que se irá lidar com esses ativos. Logo, é necessário ter uma forma de melhorar o gerenciamento desses ativos, e com isso apoiar estrategicamente a organização, através de métodos que facilitem e guiem a gestão de forma estratégica, visando ter melhorias não só na gestão de ativos, mas na organização como um todo.

1.2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Na ordem teórica, esse tema é de alta relevância dado que a gestão de ativos tem crescido de forma considerável durante os anos, e isso tem demonstrado a necessidade de levar as perspectivas organizacionais para extrair eficiência corporativa para além da melhoria operacional, mas visando também ir além com a estratégia organizacional. Em concordância com essa visão, é ainda notado que não há muito conteúdo publicado na literatura que aborda essa relação entre ativos físicos e estratégias organizacionais, fazendo com que seja pertinente o desenvolvimento do tema abordado. É observado que com o passar do tempo, o processo de tomada de decisão vem se tornando mais complexo dada a exigência de atendimento da relação oferta-demanda, e por conta disso não somente as abordagens existentes deveriam ser melhoradas mas também outras abordagens que gerem valor organizacional de forma global deveriam ser construídas (ARIF, BAYRAKTAR & CHOWDHURY, 2016).

A proposta deste estudo em analisar o cenário de uma indústria intensiva em ativos contribui na replicação das soluções que atendem a excelência operacional, mas focam na eficiência estratégica organizacional através da gestão estratégica de ativos físicos. A unidade de análise utilizada para o estudo do fenômeno tem uma

alta demanda de recursos voltados para os seus ativos, e isso se torna um problema considerável na prática pois a excelência operacional exercida atualmente em diversas plantas industriais não necessariamente contribui para aquilo que a unidade de negócio se direciona. Logo, além de expandir o conteúdo ainda não muito disseminado nessa área, ainda pode-se utilizar de forma prática as soluções obtidas para se agregar valor organizacional de forma estratégica. Atrelado a isso, pode-se ainda afirmar que a mensuração e gerenciamento dos ativos tem contribuição ativa na sustentabilidade e produtividade dos processos, influenciando no valor agregado à organização, e demonstrando necessidade de melhoria da confiabilidade e performance dos ativos, observado que eles afetam a eficiência organizacional (PARIDA, 2016).

1.3. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo principal contribuir com a gestão estratégica de ativos físicos, em uma empresa intensiva em ativos, a partir da classificação desses ativos em níveis de prioridade. A fim de alcançar o objetivo do trabalho, são estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Levantamento e síntese do estado da arte no que tange a disciplina de gestão de ativos físicos.
- Mapeamento das lacunas de gestão de ativos físicos na empresa sob estudo.
- Contribuir com a gestão estratégica de ativos físicos através da priorização de ativos.
- Estabelecer a contribuição de cada ativo com as diretrizes estratégicas organizacionais.
- Alocar os ativos físicos em classes de prioridade de acordo com o impacto nas diretrizes estratégicas.

1.4. METODOLOGIA

O trabalho desenvolvido foi elaborado através do método fenomenológico, pois trata-se da realização de uma análise a partir dos fenômenos decorrentes da gestão de ativos que ocorrem dentro de uma organização em cenários realísticos,

implicando no posicionamento daquilo que é visualizado como objeto de estudo e permitindo a sua posterior compreensão com relação a suas especificidades, elementos envolvidos e relacionamentos (GIL, 2008).

De acordo com Gil (2008) o tipo de pesquisa quanto a sua finalidade corresponde à pesquisa aplicada, pois se utiliza de conhecimentos já existentes e bem estabelecidos com interesse na aplicação prática voltada para analisar situações recorrentes da realidade.

Quanto ao objetivo, o projeto de pesquisa se enquadra como exploratório porque há uma preocupação de se analisar como os ativos se relacionam com as diretrizes estratégicas da organização. E para além disso, deseja-se tornar o assunto mais familiar trazendo-o à tona de forma que possibilite o aperfeiçoamento de ideias ao mesmo tempo em que o deixa em maior evidência (GIL, 2002).

Como apontado por Cauchick (2012) com relação a natureza, o tipo de pesquisa é classificado como quantitativo qualitativo, pois o corpo central da pesquisa está voltado à mensuração, que é uma das principais preocupações dessa abordagem, mas não se limitando apenas a ela, ao englobar por exemplo a natureza subjetiva associada à percepção do avaliador. Outras preocupações dessa abordagem também são visualizadas neste trabalho, como a generalização e a replicação, embora que quando isoladas não possam caracterizar a natureza de uma pesquisa como quantitativa, mas o conjunto completo contribui na definição da natureza (BRYMAN, 1989).

Os dados utilizados no trabalho em questão são provenientes de um estudo de caso único holístico, se caracterizando por uma exploração mais aprofundada de situações reais com flexibilidade atribuída, descrevendo o cenário em que está o objeto de estudo com base na generalização analítica, e gerando contribuição na ampliação da teoria vigente (GIL, 2002).

A técnica de pesquisa para o problema levantado é a documentação direta, que utiliza a pesquisa de campo para coleta de dados, tendo contato com a unidade de negócio que atua como objeto de estudo (GIL, 2002).

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho está organizada em 5 capítulos que compreendem a introdução, a base conceitual e revisão da literatura, o modelo de impacto do ativo

no negócio, a aplicação do modelo, e as conclusões. O capítulo 1 contém o tópico de introdução e aborda as considerações iniciais do trabalho, a justificativa e relevância da pesquisa, bem como seus objetivos e metodologia. O capítulo 2 diz respeito a base conceitual e revisão da literatura e contextualiza a base conceitual utilizada como referência teórica que se mostrou necessária para o desenvolvimento do trabalho, assim como fontes científicas que contribuem através da revisão da literatura possibilitando o desenvolvimento do estudo neste trabalho. Ativos físicos, gestão de ativos, gestão estratégica de ativos são alguns dos conceitos definidos neste capítulo. No capítulo 3 contém o tópico do modelo de impacto do ativo no negócio onde é apresentado o modelo utilizado para a priorização dos ativos físicos a partir da estratégia do negócio, assim como o estabelecimento de relações entre os ativos físicos, os processos e as diretrizes estratégicas. No quarto capítulo, é realizada a aplicação do modelo no contexto explorado, caracterizando propriamente a pesquisa como um estudo de caso, contendo os tópicos a respeito do mapeamento e levantamento dos dados, o sistema IMPACTUS e por fim a análise e discussão dos resultados. Por fim, o capítulo cinco os tópicos que apresentam as conclusões obtidas no estudo de caso, bem como as limitações e sugestões de trabalhos futuros.

Concluindo este capítulo, foi estabelecido um fundamento prévio e sólido para a compreensão do tema abordado neste trabalho. Através da introdução, considerações iniciais, justificativa e relevância, objetivo geral, metodologia e estrutura do trabalho, foi possível delinear de forma clara e abrangente o contexto em que esta pesquisa se insere. O estabelecimento desses elementos fornecerá uma base sólida para os capítulos posteriores que de forma resumida incluem o modelo de impacto do ativo no negócio, a aplicação do modelo numa indústria de acumuladores elétricos, e a análise e discussão dos resultados, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada do tema e para o alcance dos objetivos propostos.

2. BASE CONCEITUAL E REVISÃO DA LITERATURA

Dada a importância e contexto da problemática apresentada, é interessante que se aborde alguns conceitos utilizados como referência nesse tema, a fim de que haja um alinhamento de definições que atuam como base para o trabalho em questão e que auxiliam no entendimento dele de forma fundamental. Com esta seção também servindo como uma introdução prévia aos conteúdos discutidos neste trabalho.

2.1. BASE CONCEITUAL

De acordo com a ISO 55000 (2014), o ativo corresponde a um bem de uma empresa ou organização que possui um determinado valor atrelado a sua existência, seja esse valor real ou potencial. Essa percepção do range de valores atribuídos a esses bens varia por organização, também podendo ser considerado como tangível ou não tangível. O valor do ativo pode se modificar durante seu ciclo de vida, e não necessariamente ele ficará seu ciclo de vida inteiramente numa organização apenas. Ao optar por gerenciar os ativos como um grupo, a empresa pode desenvolver benefícios que não seriam possíveis se essa gestão fosse feita de forma individualizada. O gerenciamento pode ser feito de três maneiras principais que são: família de ativos, sistemas de ativos e portfólio de ativos.

Como observado na ISO 55000 (2014), é importante que a organização desde seu nível estratégico até o nível operacional se preocupe com a implantação de planejamento para o gerenciamento dos ativos, considerando políticas específicas voltadas para o tema e técnicas de monitoramento e controle. Não se limitando a isso, deve-se estabelecer métodos e técnicas para identificar possíveis riscos e oportunidades, sempre visando o equilíbrio empresarial. A gestão de ativos atua como peça-chave dentro da organização, pois ao permitir o balanceamento entre custos e desempenho dos ativos, ela contribui para que os objetivos organizacionais sejam alcançados. No gerenciamento de ativos o fator tempo também é considerado, dado que os ativos têm seus ciclos de vida e muitas vezes precisa-se ter um planejamento adequado para o período considerado a fim de ser efetiva a utilização do ativo. É nítido o impacto dos ativos dentro da organização, pois eles são a base que possibilita que os negócios sejam viáveis.

Com relação às estratégias empresariais, Oliveira (2001) pontua que são elas que dão estrutura ao direcionamento do negócio de forma a alcançar os objetivos organizacionais através de medidas aplicadas via programas de ação. Ainda é acrescentado que esse conceito tem relação com como ocorre a interação das empresas com o ambiente em que estão inseridas, de forma a alcançar aquilo que foi definido como diretrizes estratégicas. Outra perspectiva de análise é que a estratégia é a forma de integração entre a visão e missão estratégicas das empresas de forma a definir diretrizes estratégicas, permitindo alcançar resultados mensuráveis e consideráveis a partir de um planejamento estratégico assertivo, se desdobrando em formulação, implantação e controle (WRIGHT, 2000).

Como definido por Groover (2010), a disponibilidade é uma métrica crucial de confiabilidade do sistema, definida como a fração do tempo em que o sistema está operacional e pronto para uso, em comparação com as horas normais de um turno de trabalho. Incidentes como falhas e mau funcionamento do equipamento resultam em períodos de inatividade. As causas do tempo de inatividade podem incluir falhas no computador, problemas mecânicos, congestionamentos de carga, manutenção corretiva e procedimentos inadequados por parte dos operadores do sistema. Para aumentar a confiabilidade do sistema, é fundamental seguir práticas eficazes de manutenção preventiva e garantir a disponibilidade de peças de reposição para os componentes críticos. Além disso, os procedimentos de substituição devem ser planejados de forma a minimizar o impacto do tempo de inatividade no sistema.

Groover (2010) também estabelece que a disponibilidade pode ser compreendida como um indicador referente à confiabilidade de um equipamento, é especialmente relevante para equipamentos de produção automatizada. Essa métrica é derivada de dois conceitos fundamentais de confiabilidade: o tempo médio entre falhas (MTBF) e o tempo médio de reparo (MTTR). O MTBF representa o intervalo médio de tempo em que um equipamento opera sem apresentar falhas, enquanto o MTTR indica o tempo médio necessário para reparar o equipamento e restaurá-lo à operação após uma falha. A disponibilidade é frequentemente expressa como uma porcentagem e é influenciada pelo ciclo de vida do equipamento. Inicialmente, quando um equipamento é novo e está passando por depuração, sua disponibilidade pode ser menor. Conforme o equipamento envelhece, é natural que sua disponibilidade diminua gradualmente devido ao desgaste e à degradação dos componentes. Esses conceitos são essenciais para avaliar e otimizar a

confiabilidade e o desempenho de equipamentos industriais e sistemas automatizados.

2.2. REVISÃO DA LITERATURA

Acerbi *et al.* (2020) aponta que a gestão de ativos pode ser descrita como os esforços combinados de uma organização através de suas atividades para se obter valor através dos ativos. Estando recentemente em maior evidência, o tema tem sido bastante discutido na literatura e tem raízes que cresceram a partir da gestão da manutenção. Apesar de não ser limitada por, a gestão de ativos tem uma relação próxima com abordagens como a “Total Productive Maintenance (TPM)” e com a “Reliability Centered Maintenance (RCM)”. A gestão de ativos é considerada como uma das principais funções por conta da sua atuação voltada para sustentabilidade do processo, através da promoção da confiabilidade e disponibilidade dos ativos durante seu ciclo de vida e uso por parte da organização. Entretanto, a gestão de ativos vai além do que aquilo que se propõe a gestão da manutenção, pois a primeira busca integrar metodologias que visam o melhor planejamento durante o ciclo de vida do ativo, além de agregar outras orientações que guiam os ativos além da operacional, como a orientação para riscos, sistemas, entre outros.

Como observado por Lima, McMahon & Costa (2021), a fim de se alcançar as metas organizacionais, a efetividade da gestão de ativos demonstra ter um papel fundamental e devido a isso as indústrias que são dirigidas a ativos têm investido montantes monetários de proporções consideráveis. É esperado que as melhorias alcançadas através da gestão de ativos impliquem em uma melhoria global para a organização em termos de performance e maturidade para gerir os ativos. A indústria tem consumido e adquirido muitas tecnologias com o intuito de atender a demanda pertinente por produtos e serviços oferecidos, isso levou a uma ampliação dos estudos envolvendo a gestão de ativos com os mais diversos interesses. Por conta disso, o objeto de estudo deixou de apenas englobar características da performance operacional voltada para operações de reparo e começou a abordar também a otimização de sistemas complexos de múltiplos ativos (PETCHROMPO & PARLIKAD, 2019).

A gestão de ativos não é uma nova disciplina (Chang *et al.*, 2022), o termo surgiu no setor financeiro, mas só ganhou forças com relação ao gerenciamento de

ativos físicos a partir de 1980 no setor público e privado. Desde então, os conceitos relacionados ao tema só evoluíram, gerando fundamentos e princípios complexos para maximizar o potencial dos ativos nos mais diferenciados setores. A gestão de ativos físicos não é um assunto novo, indústrias intensivas de ativos se utilizam desde 1960 da terotecnologia que é a maximização do valor obtido através de portfólios de ativos no período que compreende o seu ciclo de vida. Porém, nessa época o tema não impunha como requisito uma especialização adicional para tratar do assunto, dado que havia o desenvolvimento de outras abordagens referentes a manutenção, logística, engenharia, entre outras. No entanto, as abordagens não integravam os requisitos e necessidades impostos pelo mercado e as partes interessadas, logo a gestão de ativos emergiu devido à crescente natureza técnica complexa que envolveu as indústrias e organizações (GAVRIKOVA, VOLKOVA & BURDA, 2020).

Petchrompo & Parlikad (2019) também pontuam que as empresas exploram cada vez mais maneiras efetivas dentro de grupos de ativos, como um portfólio, de priorizar o direcionamento de recursos financeiros de forma segura. No contexto da manutenção, há critérios comumente utilizados pelos gestores de ativos no processo de priorização dos ativos em que se nota influência direta nos valores percebidos pelos stakeholders, como por exemplo a segurança, os serviços, os custos, a sustentabilidade e a reputação. Essa necessidade de priorização, surge principalmente dentro de sistemas onde os ativos contribuem de forma não igualitária, havendo assim uma desproporção do impacto da performance do ativo no sistema produtivo de maneira global e na agregação de valor. Esse tipo de classificação dos ativos atua principalmente no direcionamento dos recursos e da atenção para os ativos de maior criticidade, objetivando atingir a excelência operacional. Ainda é notado que a gestão de ativos físicos em alguns cenários em termos de tecnologia é gerida de forma retroativa, ou seja, gerando um espaço entre o tempo de ação e a efetividade da gestão de ativos (HENG & XIN, 2020).

Sandu, Varganova & Samii (2022) abordam que alcançar a excelência operacional implica diretamente na gestão sistemática e na criação de valor através de alocação de recursos nos ativos físicos. O conceito de ativo físicos é visualizado como algo que vai além da compensação dos seus custos ou na agregação de valor diferencial que contribua para o bem-estar organizacional e a sustentabilidade dos processos, é pontuado que qualquer produto (incluindo maquinário, equipamentos,

ferramentas, entre outros) é visto como ativo quando se trata de excelência operacional. Inicialmente notada nos setores intensivos de ativos, a importância do estabelecimento de uma abordagem integrativa a partir de uma perspectiva estratégica na gestão de ativos físicos foi reconhecida como uma das partes importantes para o considerável aumento nos estudos relacionados ao tema. Mas apesar do grande aumento de pesquisas e estudos envolvendo o tema, ainda é notada uma especialização considerável nos objetos de estudo, fazendo com que haja uma defasagem em abordagens mais generalizadas e replicáveis em outros cenários.

Boadi & Amekudzi (2013) indicam que através da consideração simultânea de vários ativos em conjunto com múltiplos objetivos de investimento para alocação de recursos é possível alcançar melhorias no sistema produtivo de forma geral, entretanto, devido ao conjunto de restrições operantes é necessário se analisar a sinergia entre os sistemas, processos e operações, a fim de se alcançar esse resultado. Na busca pela eficiência operacional, as organizações têm visado maneiras de lidar com a escassez de recursos e direcioná-los a seus ativos da melhor forma e por conta desta situação, é observada a necessidade de aprimorar o processo de tomada de decisão através da utilização de critérios de prioridade a fim de obter um balanceamento entre riscos, custos e performance, e através disso alcançar resultados consideráveis com o intuito de que todas as partes envolvidas sejam satisfeitas durante o ciclo de vida do ativo físico (MALETIČ *et al.*, 2022).

Enquanto a maioria das pesquisas realizadas até então enfatizam contextos operacionais mais generalistas e não abordam necessariamente uma visão estratégica, recentemente tem despertado o interesse acadêmico e industrial no estudo da gestão estratégica de ativos. O aumento da competitividade, da pressão externa e dos avanços tecnológicos fazem com que os negócios intensivos de ativos desenvolvam novas estratégias que permitam a sobrevivência organizacional. Apesar do considerável crescimento de estudos na literatura envolvendo os aspectos estratégicos, ainda há uma defasagem presente no tema devido a falta de coerência do entendimento do fenômeno através de uma perspectiva holística por conta da origem dessa função que é voltada para prática orientada que enfatiza os aspectos técnicos dos ativos (GAVRIKOVA, VOLKOVA & BURDA, 2020).

A gestão de ativos na engenharia, ou em outros termos, a gestão dos ativos físicos, é posicionada como uma das disciplinas fundamentais para o sucesso

organizacional. Contribuindo para essa perspectiva, a gestão de ativos em termos de estrutura sistemática desempenha um papel chave na estratégia organizacional. A relação entre ativos e estratégias organizacionais ainda não é amplamente discutida, porém já se observa que a performance dos ativos afeta as estratégias organizacionais mesmo em cenários onde as empresas possuem grande experiência, havendo uma lacuna considerável atrelada ao desenvolvimento no tema que aborda essa relação (EL-AKRUTI, DWIGHT & ZHANG, 2013; EL-AKRUTI, KIRIDENA & DWIGHT, 2018).

Como observado por Lima & Costa (2019) as organizações estão tendo maiores dificuldades na agregação de valor a partir de seus produtos, se tornando um cenário mais crítico quando se tratando de sistemas com múltiplos ativos. Por conta dessa complexidade envolvida, é requerida uma gestão de ativos eficiente seguindo quatro fundamentos principais, sendo eles: Foco na agregação de valor organizacional gerada pelo ativo; o alinhamento estratégico traduzido em termos de decisão para as áreas técnicas, financeiras e econômicas; Implementar a gestão de ativos em todos os níveis empresariais de forma engajada; E ter confiança no fato de que os ativos cumprirão com os seus objetivos essenciais de forma garantida.

Gavrikova, Volkova & Burda (2020) destacam que decisões relacionadas à alocação de recursos no contexto da gestão de ativos tem predisposição a se desdobrar em questões de desenvolvimento estratégico organizacional. A priorização dos recursos e sua alocação aos ativos levam a questionamentos pertinentes dentro da organização, fazendo-a refletir suas próprias estratégias e modificá-las, caso seja necessário, por exemplo: “É interessante investir uma fatia considerável de recursos em um conjunto de ativos que fazem parte de um processo com importância relativa ou seria mais prudente comprar os outputs deste processo de outra organização através de uma co-produção e obter resultados similares ou até melhores na produção geral?”.

Os sistemas produtivos, principalmente aqueles com múltiplos ativos, têm encontrado cada vez maior dificuldade na maneira de alocação dos recursos devido à complexidade desses sistemas. A agregação de valor do gerenciamento de ativos só é possibilitada e potencializada quando feita de forma eficiente, onde se direciona os recursos através da criticidade do ativo. Como o processo de gerenciamento de ativos é composto por processos chaves que envolvem processos de gestão e partes técnicas para suporte e controle dos ativos, fica claro que o investimento na

gestão de ativos significa priorizar os processos chaves que apoiam as diretrizes estratégicas da organização (LIMA, MCMAHON & COSTA, 2021).

Silva, Costa & De Almeida (2022) apresentam um modelo a fim de suprir a lacuna existente na gestão estratégica de ativos através da identificação dos ativos em classes de prioridade, integrando uma abordagem estratégica por meio da relação entre ativos, processos e diretrizes estratégicas. Um método aditivo é utilizado para classificação desses ativos em níveis de prioridade, a depender de sua criticidade, que é baseada em informações técnicas e subjetivas (interpretação da realidade na perspectiva do gestor de ativos, com relação às respostas numa escala construída pré-definida de avaliação das relações), obtendo como resultado uma classificação baseada no impacto dos ativos nas diretrizes estratégicas. Esse modelo consiste na alocação dos ativos em classes, considerando a perspectiva estratégica, além da perspectiva técnica e operacional já bem estabelecida e conhecida na literatura, de forma a direcionar os recursos organizacionais de forma coesa com aquilo que é esperado de forma estratégica da unidade de negócio (SILVA, COSTA & DE ALMEIDA, 2020; SILVA, COSTA & DE ALMEIDA, 2021).

2.3. SÍNTESE DO ESTADO DA ARTE E POSICIONAMENTO DO TRABALHO

É notável que de acordo com o apresentado ao decorrer do trabalho, o tema em estudo se mostra como um fator crítico no desempenho das organizações tanto com relação a sua excelência operacional, quanto com relação ao alcance da estratégia de negócio. A análise do estado da arte demonstra que a gestão estratégica de ativos é uma disciplina em ascensão que visa ampliar a forma de gestão de ativos físicos já conhecida pelas empresas, principalmente as que são intensivas em ativos. A lacuna existente nesse tema se mostra como um fator potencial para exploração dele a fim de contribuir com a gestão estratégica de ativos físicos nas organizações, mas além disso, também ajuda na compreensão da contribuição desses ativos com relação a estratégia de negócio, possibilitando uma visão complementar que visa melhorar, por exemplo, a gestão de recursos, promovendo uma alocação estratégica desses recursos a fim de se obter resultados organizacionais melhores. Este trabalho busca ampliar a exploração e estruturação dessa disciplina de forma aplicada, contribuindo com a melhoria da performance atrelada aos ativos físicos através de uma gestão estratégica de ativos.

Em síntese, este capítulo estabeleceu uma sólida base conceitual e apresentou uma revisão abrangente da literatura, oferecendo uma visão clara do estado atual do conhecimento no campo de estudo. Além disso, foi realizada uma análise criteriosa do estado da arte, destacando lacunas, tendências e áreas para desenvolvimento futuro. Por fim, o posicionamento do trabalho foi delineado, ressaltando sua contribuição para o avanço do conhecimento e destacando sua relevância e originalidade dentro do contexto investigado.

3. MODELO DE IMPACTO DO ATIVO NO NEGÓCIO

A gestão de ativos tem se mostrado uma disciplina fundamental para o desenvolvimento de atividades em processos produtivos, principalmente quando se tratando de indústrias intensivas em ativos. Conforme demonstrado durante todo o trabalho é percebido o impacto desse tipo de gestão na organização de uma forma global. É dessa perspectiva que surge a necessidade de relacionar os ativos e a forma com que eles impactam o negócio, a partir disso a possibilidade de estabelecer uma conexão que visa priorizar aqueles ativos que atuam de uma forma mais estratégica para a organização.

As organizações muitas vezes gerenciam seus ativos através de caminhos muito operacionais, ocasionando o fato de realmente não ter uma priorização efetiva dos ativos físicos que geram valor de uma forma estratégica para o negócio. Uma maneira de se trabalhar esse tipo de atuação é justamente entender a relação que os ativos físicos possuem com os processos, e os processos possuem com as diretrizes estratégicas do negócio, e a partir disso é possível relacionar indiretamente os ativos físicos com as diretrizes estratégicas organizacionais, assim como mostra a figura 1. Essa abordagem denominada gestão estratégica de ativos possibilita uma visão ampliada da situação, evitando que a priorização de ativos físicos ocorra em um nível micro e passa a ser analisada em um nível macro condizente com o real impacto dos ativos no negócio. O objetivo aqui é não apenas obter a excelência operacional através dos processos, mas também potencializar o desempenho dos ativos com relação aquilo que eles podem entregar ao negócio.

Com o grande crescimento das atividades relacionadas ao sistema de gestão de ativos, a priorização deles se torna uma tarefa que representa um papel chave nessa área. Esse processo de priorização tem impacto considerável nas organizações, sabendo-se que mesmo naquelas mais sucedidas os recursos ainda tendem a ser limitados. Esses recursos podem ser financeiros, humanos ou de qualquer outra natureza que esteja associada à performance das atividades relativas aos ativos. É a partir desse momento no processo natural da gestão de ativos que se mostra necessário uma abordagem mais estratégica com relação a essa priorização de ativos, demonstrando a importância de considerar os aspectos organizacionais de forma integrada e holística, contribuindo no processo decisório e

alinhando os requisitos técnicos com os requisitos estratégicos e organizacionais (SILVA, COSTA & DE ALMEIDA, 2021).

Figura 1 - Relação entre ativos, processos e diretrizes



Fonte: Esta pesquisa (2024).

Com base nessa contextualização do tema, este trabalho utiliza um modelo desenvolvido e proposto por Silva, Costa & De Almeida (2022) que visa estabelecer uma relação entre os ativos físicos e as estratégias de negócio. Isso permite classificá-los em níveis de prioridade com base em suas informações técnicas, assim como as suas contribuições com relação aos processos a qual pertencem, considerando também que são esses processos que permitem que os objetivos estratégicos organizacionais por meio de diretrizes estratégicas sejam alcançados. Esse modelo não tem como objetivo destituir ou invalidar outros modelos que existem e possuem um caráter mais técnico e/ou operacional, mas busca contribuir com eles através da consideração da estratégia do negócio, contribuindo para que os decisores consigam ter uma perspectiva adicional que agrega na decisão principalmente ao considerar os aspectos estratégicos que guiam a empresa.

O modelo de classificação para priorização de ativos físicos utiliza os processos organizacionais para realizar a avaliação do impacto dos ativos nas diretrizes estratégicas. Inicialmente, ao relacionar os ativos e os processos há a consideração das condições operacionais deles, assim como as possíveis implicações decorrentes de possíveis falhas. É considerado que o tempo de disponibilidade dos ativos é melhor retratado através de uma distribuição probabilística do que de forma determinística, logo o modelo também considera o

estado de indisponibilidade dos ativos também agregando a incerteza associada, ponderando também informações de confiabilidade e manutenibilidade. Após estabelecer essa relação inicial, também é avaliado o impacto dos processos nas diretrizes estratégicas, permitindo a conexão entre os ativos físicos, os processos organizacionais e as diretrizes estratégicas, como mostra a figura 1.

3.1. IMPACTO DO ATIVO NO PROCESSO

A fase de avaliação qualitativa das relações entre os ativos e os processos é definida pela utilização de uma escala construída, em que se pode atribuir um valor a partir da descrição que contempla a realidade a qual essas relações são compreendidas pelo decisor. De Almeida (2013) aborda que há principalmente dois tipos de escala, sendo elas a verbal e a numérica. Ele pontua que a escala verbal pode ser de natureza apenas qualitativa ou pode também possuir aspectos de natureza quantitativa, e que esse tipo de escala possibilita realizar classificações de alternativas em comparação. Silva, Costa & De Almeida (2022) apresentam duas escalas construídas de natureza verbal que propõem transformar características qualitativas descritivas em termos numéricos, fazendo-as ter o mesmo significado de uma escala ordinal.

A avaliação qualitativa é iniciada considerando a relação entre os ativos e os processos, que após serem estabelecidas, passam para a fase de avaliação. A partir da escala construída para avaliação dessas relações, de acordo com o que mostra o Quadro 1, pode-se gerar um equivalente numérico que diz respeito à realidade compreendida da relação conforme pode ser comparado com o que descreve a escala. O decisor tem um papel chave em entender a escala, para que a correspondência das relações seja bem definida e apropriada com o que realmente acontece no sistema, a fim de obter resultados consistentes.

Quadro 1 – Escala Ativos Físicos x Processos Organizacionais

Ativos Físicos x Processos Organizacionais	
Valor	Descrição

5	Impacta na eficácia do processo, ou seja, pode impedir que o processo alcance seu objetivo final
4	Impacta na execução de um ou mais subprocessos, refletindo em suas eficácias/entregas, sem afetar a eficácia do processo macro.
3	Impacta na execução do processo, afetando sua produtividade (eficiência).
2	Impacta na execução de um ou mais subprocessos, refletindo na eficiência destes, mas sem interferir na eficiência do processo macro.
1	Impacta um ou mais subprocessos, afetando aspectos estéticos da entrega, mas sem afetar a eficiência do processo macro

Fonte: Silva, Costa & De Almeida (2022)

3.2. IMPACTO DO PROCESSO NA DIRETRIZ

Após a avaliação das relações entre os ativos físicos e os processos organizacionais, pode-se dar início a avaliação das relações entre os processos e as diretrizes estratégicas que representam os objetivos estratégicos da empresa, que por sua vez, podem ser entendidos como o desdobramento da estratégia de negócio. De forma análoga ao que acontece entre os ativos e os processos, nessa fase ocorre uma análise do decisor onde ele fará a avaliação das relações entre os processos organizacionais e as diretrizes estratégicas, a partir de uma escala construída que definirá valores numéricos para cada uma das relações a partir da compreensão do decisor acerca de como podem ser definidas as relações com base nas descrições da escala que pode ser vista no Quadro 2. A escala apresentada no Quadro 2 é uma versão adaptada da escala apresentada por Silva, Costa & De Almeida (2022), desenvolvida para a aplicação do modelo no contexto deste trabalho. Essa fase é essencial para obter-se a matriz de avaliação entre ativos e diretrizes, pois ela é a parte principal que possibilitará a utilização do modelo, e depende diretamente das outras duas avaliações.

Quadro 2 - Escala Processos Organizacionais x Diretrizes Estratégicas

Processos Organizacionais x Diretrizes Estratégicas

Valor	Descrição
5	O processo se relaciona diretamente com a diretriz estratégica, sendo possível observar seus impactos no alcance da estratégia em curto prazo.
4	O processo se relaciona diretamente com a diretriz estratégica, sendo possível observar seus impactos no alcance da estratégia a médio prazo.
3	O processo se relaciona diretamente com a diretriz estratégica, sendo possível observar seus impactos no alcance da estratégia a longo prazo.
2	O processo se relaciona indiretamente com a diretriz estratégica, sendo possível observar seus impactos no alcance da estratégia a médio prazo.
1	O processo se relaciona indiretamente com a diretriz estratégica, sendo possível observar seus impactos no alcance da estratégia a longo prazo.

Fonte: Adaptado de Silva, Costa & De Almeida (2022).

3.3. CLASSIFICAÇÃO DOS ATIVOS E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

O modelo implementa o método de simulação de monte carlo na sua fase final, de forma preliminar a apresentação dos resultados da classificação dos ativos físicos em níveis de prioridade. Donatelli & Konrath (2005) apresentam que a técnica de simulação desenvolvida principalmente pelos matemáticos norte-americanos John Von Neumann e Stanislaw Ulam se mostra como um método agregador benéfico que estabelece um meio que envolve amostragem aleatória de uma distribuição probabilística, contribuindo principalmente em modelos matemáticos de alta complexidade e na avaliação da incerteza associada inerente a qualquer forma de modelagem.

Silva, Costa & De Almeida (2022) utilizam o método de simulação de monte carlo a partir da variação dos parâmetros de entrada do modelo, ou seja, todos os parâmetros são variados a partir de um percentual que pode ser definido pelo decisor e que irá promover diversas iterações de simulação utilizando valores aleatórios que variam dentro desse percentual definido, a fim de obter um resultado mais acurado. As escalas qualitativas também sofrem algum tipo de variação, mas diferentemente de outros parâmetros, nesse caso é possível definir em quantos

níveis o decisor quer que haja variação, já que as escalas da avaliação qualitativa são avaliadas em valores inteiros. Essas variações ocorrem de forma aleatória e nunca grande quantidade de vezes a fim de verificar o quão robusto é o resultado e a fim de reduzir os fatores de incerteza associados durante todo o processo, e atuando como uma forma de análise de sensibilidade do modelo.

A saída do modelo consiste na classificação dos ativos físicos em níveis diferentes de prioridade. Há três classificações principais: Classe de Alta Prioridade, Classe de Média Prioridade e Classe de Baixa Prioridade. O modelo ainda considera a possibilidade de duas classes de fronteira que contemplam os ativos que tiveram uma alta variabilidade de classes durante a simulação, sendo elas: Classe de Alta-Média Prioridade e Classe de Média-Baixa Prioridade. Silva, Costa & De Almeida (2022) estabelecem que após obter o vetor de impacto dos ativos no negócio, é possível estabelecer as classes de prioridades com base no range dos valores do vetor de impacto, em ordem decrescente, definindo as classes de prioridade a partir do percentil em que se encontram os ativos. Os ativos classificados como alta prioridade estão entre 66% e 100%, os de média prioridade estão entre 33% e 66% e os de baixa prioridade estão entre 1% e 33%. É importante salientar que os ativos que ficam definidos nas classes de fronteira são classificados dessa forma por conta da quantidade de vezes que permaneceram em outras classes durante a execução da simulação, sendo uma forma de evitar que um ativo seja alocado a uma classe sem um nível de acurácia mínimo ou de forma equivocada.

4. APLICAÇÃO DO MODELO NUMA INDÚSTRIA DE ACUMULADORES ELÉTRICOS

A aplicação do modelo foi performada numa organização do setor de energia, mais especificamente numa indústria especializada na fabricação e comercialização de acumuladores elétricos, que possui bastante destaque como uma das líderes no mercado nacional e também na exportação para diversos países. Com um portfólio que inclui uma ampla gama de baterias para veículos leves, pesados, motocicletas, entre outros, além de baterias estacionárias e soluções para energia renovável, a organização possui uma sólida reputação pela qualidade e durabilidade de seus produtos, investindo constantemente em tecnologia e inovação para atender às demandas do mercado. Além disso, a empresa também está envolvida em iniciativas de responsabilidade social e sustentabilidade, demonstrando seu compromisso com o desenvolvimento sustentável e a comunidade onde está inserida.

Com uma extensa rede de distribuição e uma forte presença no setor automotivo, continua a crescer e se consolidar como uma das principais referências do segmento no Brasil e no exterior, e por ser uma organização intensiva em ativos reconhece a importância deles e do seu impacto nas diretrizes organizacionais. O decisor ocupa um cargo de gestão, mais especificamente na área de manutenção de uma das unidades de negócio da empresa, que foi a utilizada como base para a análise presente neste estudo. No contexto descrito, pode-se também destacar que o decisor está muito familiarizado com a realidade operacional e técnica da unidade em análise, assim como está integrado ao alto nível organizacional o que também promove familiaridade a estratégia de negócio e com as diretrizes estratégicas, na análise ele será considerado como o avaliador estratégico.

4.1. MAPEAMENTO E LEVANTAMENTO DOS DADOS

O processo de aplicação teve como ponto de partida o levantamento dos dados necessários para utilização do modelo, sendo eles: As diretrizes estratégicas, os processos organizacionais e os ativos físicos da unidade de negócio a ser analisada. Subetapas foram necessárias para obtenção de dados, pois por se tratar de uma grande indústria, os dados precisaram de maior tempo para serem

totalmente mapeados, inicialmente foram definidas as diretrizes estratégicas que dizem respeito ao que se destina a unidade de negócio, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 - Unidade de Negócio e Diretrizes Estratégicas.

Unidade de Negócio				
Unidade 08-Fabricação de baterias de moto e industriais				
Diretrizes Estratégicas				
Estar entre as empresas mais rentáveis do nosso setor				
Alcançar patamares internacionais em sustentabilidade ambiental				
Atingir o Limite de Custo da Manutenção Estabelecido para a unidade 08				
Alcançar Patamares de Produtividade em Equipamentos AA a A Alinhado com Empresas de Classe Mundial.				
Consolidar a liderança incontestada da marca no mercado automotivo				

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Após as diretrizes estratégicas serem obtidas, os processos organizacionais foram levantados e mapeados, destacando que são eles que atuam na viabilização operacional para que as diretrizes estratégicas sejam alcançadas, então de um ponto de vista estratégico, os processos são os intermediários que fornecem a conexão necessária para o entendimento do impacto dos ativos na estratégia de negócio, e eles foram listados como mostra o Quadro 4. Esse procedimento que reconhece as relações entre os processos e as diretrizes é de suma importância, dado que é quando ocorre a avaliação das relações existentes através de uma escala construída com valores pré-definidos que se pode entender melhor como se comportam essas relações e o quão impactantes elas são. Esse procedimento ocorre de forma análoga no entendimento da relação entre ativos e processos.

Quadro 4 - Processos Organizacionais.

Processos
Fundição de grades
Empastamento de grades
Montagem de baterias

Formação de baterias
Acabamento
Fábrica de caixa de aço

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Uma informação já abordada nesta fase foi o estabelecimento de quais processos estão associados às diretrizes, então foi solicitado ao decisor que ele estabelecesse essa relação que é importante para possibilitar a relação final entre ativos e diretrizes, sendo essa uma etapa muito importante e obtendo o resultado que pode ser visualizado na tabela abaixo em que as linhas contém os processos e as colunas são as diretrizes, o “X” simboliza a intersecção entre processo e diretriz que indica a presença da influência do processo no alcance da diretriz enquanto objetivo estratégico organizacional.

Quadro 5 - Relações entre os processos organizacionais e as diretrizes estratégicas

Processos	Diretrizes Estratégicas				
	Estar entre as empresas mais rentáveis do nosso setor	Alcançar patamares internacionais em sustentabilidade ambiental	Atingir o Limite de Custo da Manutenção Estabelecido para a unidade 08	Alcançar Patamares de Produtividade em Equipamentos AA a A Alinhado com Empresas de Classe Mundial	Consolidar a liderança incontestada da marca no mercado automotivo
Fundição de grades	X		X		X
Empastamento de grades	X	X	X	X	
Montagem de baterias	X		X	X	X
Formação de baterias	X	X	X	X	
Acabamento	X		X	X	
Fábrica de caixa de aço	X		X		

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Na etapa seguinte deu-se início ao mapeamento e levantamento dos ativos físicos que permitem a viabilização da ocorrência dos processos, juntamente com os ativos algumas informações técnicas associadas foram levantadas que são o MTBF (Tempo Médio entre Falhas) e o MTTR (Tempo Médio para Reparo). O MTTR e o MTBF são métricas fundamentais na gestão de manutenção e confiabilidade de equipamentos. O MTTR representa o tempo médio necessário para reparar um equipamento após uma falha, medindo a eficiência do processo de reparo. Enquanto o MTBF indica o tempo médio decorrido entre as falhas do equipamento, fornecendo uma medida da confiabilidade do equipamento. Esse levantamento foi realizado conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Informações técnicas dos ativos físicos

Ativos	MTTR	MTBF
Fundidoras	4,33	2880
Fundidora contínua	22	2880
Empastadeira industrial	23	345,6
Empastadeira moto	10,71	7200
Envelopadeira	2	640
Solda COS	4,4	320
Seladora	15	248
Solda Intercell	1,5	380
Teste de vazamento	1,5	900
Solda poste	2,2	900
Inbatec 1	7,3	8600
Inbatec 2	7,3	8600
Retificadores de moto	1	8600
Máquina de enchimento	7,3	3600
Seladora de sobretampa	5,2	2400
Linha de pintura	4,9	1728
Corte plasma	2	3000
Dobradeira	2	3000
Jateadeira	2	3000

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Após o levantamento e mapeamento dos ativos físicos, também já foi abordada a informação que diz respeito a quais processos os ativos estão associados, então foi solicitado ao decisor que ele estabelecesse essa relação, sendo essa também uma etapa muito importante que tem impacto no resultados obtidos, essas informações podem ser visualizadas no Quadro 6, em que as linhas contém os ativos e as colunas os processos, o “X” simboliza a intersecção entre ativo e processo que indica o pertencimento do ativo aquele processo ao qual ele está associado, e que implica no fato que o processo necessita desse ativo em algum nível de prioridade para alcançar seus objetivos finalísticos.

Quadro 6 - Relações entre os ativos físicos e os processos organizacionais

ATIVOS	PROCESSOS					
	Fundição de grades	Empastamento de grades	Montagem de baterias	Formação de baterias	Acabamento	Fábrica de caixa de aço
Fundidoras	X					
Fundidora contínua	X					
Empastadeira industrial		X				
Empastadeira moto		X				
Envelopadeira			X			
Solda COS			X			
Seladora			X			
Solda Intercell			X			
Teste de vazamento			X			
Solda poste			X			
Inbatec 1				X		
Inbatec 2				X		
Retificadores de moto				X		
Máquina de enchimento				X		
Seladora de tampa					X	
Linha de pintura						X
Corte plasma						X
Dobradeira						X
Jateadeira						X

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Sinalizar as relações existentes tanto entre processos e diretrizes quanto entre ativos e processos faz parte da etapa de avaliação delas, em que um vetor “peso” é associado criteriosamente a cada uma dessas relações a fim de obter o vetor peso que representa a relação entre ativos e diretrizes. Essa etapa é realizada quando o decisor estabelece as relações e quando utiliza as escalas de avaliação qualitativa para avaliar a “importância” de cada uma dessas relações. No caso desta aplicação, o uso do modelo será operacionalizado através de um sistema de informação que requer o registro de algumas informações antes de propriamente executar o modelo desenvolvido. O sistema utilizado requer que as relações citadas inicialmente sejam definidas previamente durante o cadastro dos dados, enquanto a avaliação que utiliza as escalas construídas para realizar a avaliação qualitativa é uma etapa a ser realizada mais à frente, então inicialmente não é gerada a informação do vetor peso, ele será obtido durante a execução do modelo no software.

4.2. SISTEMA IMPACTUS

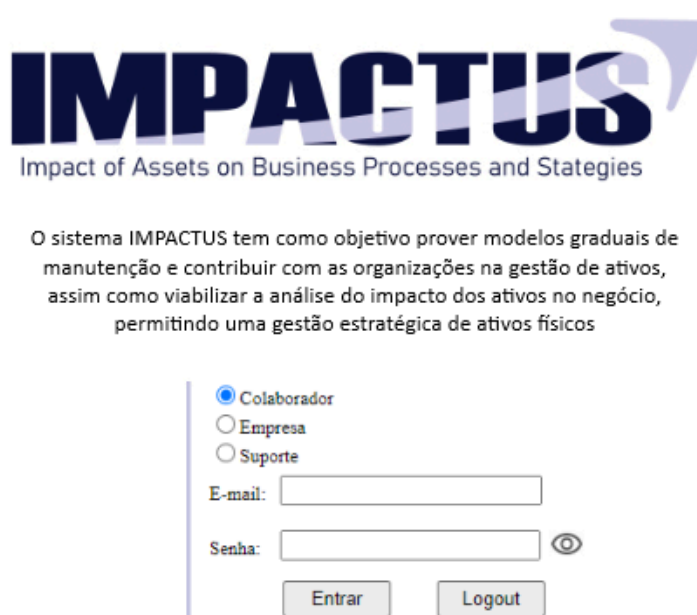
A operacionalização do modelo foi realizada através do sistema IMPACTUS (Impact of Asset On Business and Processes Strategies) que utiliza códigos de programação na linguagem pascal e foi desenvolvido pelo Centro de Desenvolvimento em Sistemas de Informação e Decisão (CDSID) no ambiente de desenvolvimento integrado (do inglês, Integrated Development Environment - IDE) DELPHI. O modelo de impacto do ativo no negócio é parte do IMPACTUS, que de forma geral é voltado para a gestão da manutenção e a gestão estratégica de ativos físicos. A Figura 2 apresenta a tela inicial deste sistema.

O IMPACTUS é um software inicialmente desenvolvido para desktop mas que está na fase de transição para uma plataforma intraweb, e seu objetivo principal é prover uma forma de centralização de informações e modelos que dão suporte estratégico à gestão da manutenção e a gestão de ativos nas organizações. Assim como permitir a análise do impacto que esses ativos têm na performance dos negócios, permitindo uma abordagem de gestão estratégica dos ativos.

O sistema possui 5 módulos principais: Controle de Acesso, Equipamentos, Processos e Negócios, Controle Operacional e Gestão da Manutenção. Cada módulo possui suas funções e seus propósitos específicos, mas alguns deles podem

ser entendidos como de uso básico em que possibilitam o registro de informações gerais necessárias para a gestão, como por exemplo, os módulos de Controle de Acesso, Equipamentos e Processos e Negócios. O sistema por ser modular consegue se adaptar às necessidades das organizações através da utilização de seus modelos e funcionalidades que são liberadas a partir dos objetivos e propósitos organizacionais, possibilitando uma gestão integrada e uma abordagem que está alinhada com a estratégia de negócio.

Figura 2 - Tela Inicial IMPACTUS



The image shows the login screen of the IMPACTUS system. At the top, the word "IMPACTUS" is written in large, bold, blue letters, with a stylized blue arrow pointing upwards and to the right behind the letters. Below this, the full name "Impact of Assets on Business Processes and Strategies" is written in a smaller, blue font. A paragraph of text describes the system's purpose: "O sistema IMPACTUS tem como objetivo prover modelos graduais de manutenção e contribuir com as organizações na gestão de ativos, assim como viabilizar a análise do impacto dos ativos no negócio, permitindo uma gestão estratégica de ativos físicos". Below the text, there is a login form. It starts with three radio buttons for user roles: "Colaborador" (selected), "Empresa", and "Suporte". Below these are two input fields: "E-mail:" and "Senha:". The "Senha:" field has a small eye icon to its right, indicating a toggle for password visibility. At the bottom of the form are two buttons: "Entrar" and "Logout".

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Antes da execução do modelo utilizando o sistema IMPACTUS, foi necessário realizar o cadastro de parte dos dados obtidos na etapa de captação, entre os dados de entrada registrados previamente no sistema estão a unidade de negócio, as diretrizes estratégicas, os processos organizacionais e os ativos físicos, assim como as relações entre diretrizes e processos e entre processos e ativos. Dados relativos a MTBF, MTTR e as escalas qualitativas de avaliação das relações puderam ser informados durante a execução do modelo, por serem informações mais relativas e variáveis que vão depender do período de aplicação do modelo e do representante organizacional responsável por realizar as avaliações qualitativas das relações e pelo processo de tomada de decisão.

No sistema, o modelo solicita ao avaliador que ele forneça o ordenamento dos critérios com base nas consequências, e o sistema realiza a ordenação das diretrizes estratégicas. A ordem resultante desse procedimento que o avaliador realizou pode ser observada no Quadro 7.

Quadro 7 - Diretrizes Estratégicas ordenadas

Ordem	Diretrizes Estratégicas
1°	Alcançar Patamares de Produtividade em Equipamentos AA a A Alinhado com Empresas de Classe Mundial.
2°	Atingir o Limite de Custo da Manutenção Estabelecido para a unidade 08
3°	Alcançar patamares internacionais em sustentabilidade ambiental
4°	Estar entre as empresas mais rentáveis do nosso setor
5°	Consolidar a liderança incontestada da marca no mercado automotivo

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Após a ordem estabelecida para as diretrizes estratégicas, o sistema direcionou-se para a página de input das informações técnicas dos ativos físicos. Nessa fase foram inseridos os dados de MTBF e MTTR com base em informações provenientes do sistema produtivo estudado, captadas na unidade de negócio em análise. Essas informações podem variar de acordo com o ciclo de vida dos ativos, informações divulgadas pelo fabricante, adaptações realizadas no sistema produtivo, dentre outros fatores. No atual estudo, considerou-se informações provenientes do ano de 2023 com algumas aproximações, ano este anterior ao estudo realizado, por conta de fatores que incluem a performance dos ativos já percebida pela empresa, o fator tempo de vida dos ativos que têm considerável variação, o fato que os ativos foram adquiridos em diferentes períodos de tempo, entre outros. Considerou-se também que esse tempo de vida dos ativos físicos com relação a sua produtividade é decrescente, sendo mais interessante nesse caso utilizar informações mais atuais e captadas pela própria equipe da manutenção, do que informações divulgadas pelo fabricante mas que poderiam ter algum tipo de defasagem com relação à realidade da unidade de negócio.

Após inserir no sistema as informações referentes à parte técnica dos ativos físicos, deu-se início ao processo de avaliação das relações a partir da avaliação qualitativa delas. A primeira parte desse processo consistiu na análise das relações entre ativos físicos e processos organizacionais, que com base na escala construída (como mostra o Quadro 1) foi possível identificar um nível para cada uma das relações a partir da perspectiva do decisor, que como já descrito anteriormente, é um profissional chave que está associado a um cargo de gestão que permite um olhar mais global da unidade de negócio e seus aspectos estratégicos, ao mesmo tempo em que está diretamente ligado a área da manutenção, o que enriquece a visão operacional e técnica para entender melhor qual designação cada relação estaria melhor alinhada dentro das descrições da escala, e permitindo que essa definição das relações seja feita de forma mais assertiva e coerente.

Figura 3 - Avaliação das relações dos ativos e processos no IMPACTUS

Avaliação qualitativa

Ativo	P14	P15	P16	P17	P18	P19
EQ23	3	x	x	x	x	x
EQ24	4	x	x	x	x	x
EQ25	x	5	x	x	x	x
EQ26	x	5	x	x	x	x
EQ27	x	x	5	x	x	x
EQ28	x	x	5	x	x	x
EQ29	x	x	4	x	x	x
EQ30	x	x	3	x	x	x
EQ31	x	x	2	x	x	x
EQ32	x	x	3	x	x	x
EQ33	x	x	x	3	x	x
EQ34	x	x	x	3	x	x
EQ35	x	x	x	2	x	x
EQ36	x	x	x	5	x	x
EQ37	x	x	x	x	5	x
EQ38	x	x	x	x	x	
EQ39	x	x	x	x	x	
EQ40	x	x	x	x	x	

5 - Impacta a execução do processo, aumentando sua eficiência.
 4 - Impacta a execução de um ou mais subprocessos, interferindo na sua eficiência, embora não afete a eficiência do macro processo.
 3 - Impacta a execução do processo afetando sua produtividade (eficiência).
 2 - Impacta a execução de um ou mais subprocessos, interferindo na sua produtividade, embora não afete a eficiência do macro processo.
 1 - Impacta a execução de um ou mais subprocessos, afetando apenas aspectos estéticos, embora não afete sua eficiência.

Avançar

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Como mostra a figura 3, é possível observar uma matriz que permite avaliar as relações entre os ativos e os processos. Essa matriz tem tamanho “A x P”, onde “A” é o número de linhas que representa a quantidade de ativos físicos e “P” é o número de colunas que reflete a mensuração da quantidade de processos organizacionais. As células da matriz preenchidas com um “x” representam os

cruzamentos entre ativos e processos em que não há algum tipo de relação, lembrando que essas relações no sistema são apontadas durante o cadastro e registro dos dados no início do processo. Já as células em branco são as que indicam que há algum tipo de relação entre os ativos e os processos, e nelas deve ser alocado algum valor da escala construída que seja reconhecido como o que descreve melhor a relação em análise. Esse é o processo de avaliação dos ativos físicos e processos organizacionais, e o output desta etapa resultará numa matriz que será utilizada para alcançar o vetor das relações entre ativos e diretrizes.

A tabela 2 demonstra em maiores detalhes qual foi o valor definido para cada uma das relações a partir da perspectiva do avaliador.

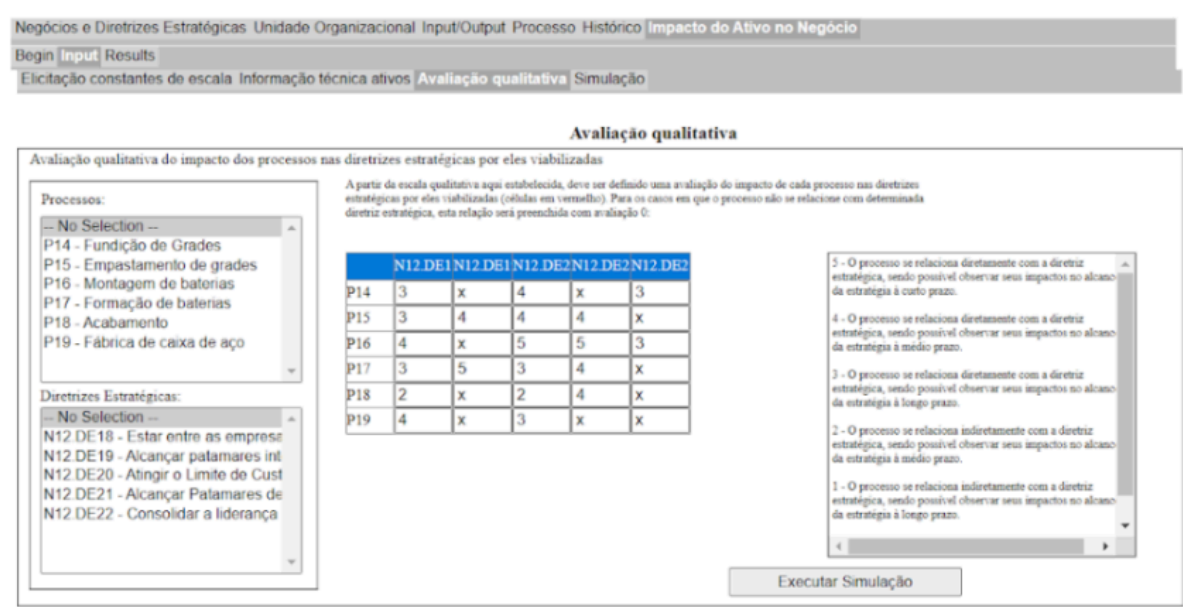
Tabela 2 - Avaliação das relações dos ativos com os processos

ATIVOS	Fundição de grades	Empastamento de grades	Montagem de baterias	Formação de baterias	Acabamento	Fábrica de caixa de aço
Fundidoras	3	0	0	0	0	0
Fundidora contínua	4	0	0	0	0	0
Empastadeira industrial	0	5	0	0	0	0
Empastadeira moto	0	5	0	0	0	0
Envelopadeira	0	0	5	0	0	0
Solda COS	0	0	5	0	0	0
Seladora	0	0	4	0	0	0
Solda Intercell	0	0	3	0	0	0
Teste de vazamento	0	0	2	0	0	0
Solda poste	0	0	3	0	0	0
Inbatec 1	0	0	0	3	0	0
Inbatec 2	0	0	0	3	0	0
Retificadores de moto	0	0	0	2	0	0
Máquina de enchimento	0	0	0	5	0	0
Seladora de Sobretampa	0	0	0	0	5	0
Linha de pintura	0	0	0	0	0	4
Corte plasma	0	0	0	0	0	4
Dobradeira	0	0	0	0	0	3
Jateadeira	0	0	0	0	0	3

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Logo após a avaliação das relações entre ativos e processos, deu-se início ao processo análogo mas que agora trata da avaliação qualitativa das relações entre processos organizacionais e diretrizes estratégicas, como mostra a Figura 4. As mesmas premissas definidas na avaliação anterior são válidas nesta, agora considerando a escala construída de avaliação para o caso atual, como mostra o Quadro 2. Um fato interessante de se observar é a diferença entre a quantidade de ativos, processos e diretrizes, demonstrando que talvez o esforço realizado pelos avaliadores nas classificações a partir das escalas qualitativas no processo anterior seja consideravelmente superior ao despendido no atual, atrelando também o nível de subjetividade e entendimento requeridos por esse procedimento que é maior nesse segundo caso do que no primeiro, sendo importante para tornar possível uma avaliação assertiva.

Figura 4 - Avaliação das relações dos processos e diretrizes no IMPACTUS



Fonte: Esta Pesquisa (2024).

A Tabela 3 mostra como ficaram definidos os valores numéricos da escala construída para cada uma das relações entre processos organizacionais e diretrizes estratégicas a partir da perspectiva do avaliador

Tabela 3 - Avaliação das relações dos ativos com os processos (avaliador estratégico)

	Diretrizes Estratégicas
--	-------------------------

Processos	Estar entre as empresas mais rentáveis do nosso setor	Alcançar patamares internacionais em sustentabilidade ambiental	Atingir o Limite de Custo da Manutenção Estabelecido para a unidade 08	Alcançar Patamares de Produtividade em Equipamentos AA a A Alinhado com Empresas de Classe Mundial	Consolidar a liderança incontestada da marca no mercado automotivo
Fundição de grades	3	0	4	0	3
Empastamento de grades	3	4	4	4	0
Montagem de baterias	4	0	5	5	3
Formação de baterias	3	5	3	4	0
Acabamento	2	0	2	4	0
Fábrica de caixa de aço	4	0	3	0	0

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Após a avaliação final, o modelo é propriamente executado após a definição dos parâmetros de simulação. Isto é, todo o modelo matemático é aplicado através do sistema a fim de se obter o vetor de impacto dos ativos no negócio que é o responsável por classificar os ativos em níveis de prioridade. A simulação propicia ao decisor a possibilidade de customização da variação através do estabelecimento de um valor percentual que modifica todos os parâmetros numéricos e da quantidade de níveis a serem variados no caso das escalas de avaliação qualitativa. A Figura 5 mostra a tela que o decisor visualiza antes de propriamente executar o modelo e verificar o resultado.

Figura 5 - Tela dos parâmetros da simulação no IMPACTUS

The screenshot displays the IMPACTUS software interface. At the top, there is a navigation bar with the IMPACTUS logo and several menu items: CONTROLE DE ACESSO, EQUIPAMENTO, PROCESSOS E NEGÓCIOS, CONTROLE OPERACIONAL, and GESTÃO DA MANUTENÇÃO, along with a Sair button. Below this is a breadcrumb trail: Negócios e Diretrizes Estratégicas > Unidade Organizacional > Input/Output > Processo > Histórico > Impacto do Ativo no Negócio. The main content area has tabs for Begin, Input, and Results, with the Results tab selected. Under the Results tab, there are sub-tabs: Elicitação constantes de escala, Informação técnica ativos, Avaliação qualitativa, and Simulação. The Simulação sub-tab is active, showing a text box with the following content:

A fim de obter uma categorização dos ativos em classes de prioridade, uma simulação com variação default simultânea de % nos parâmetros de input é executada.

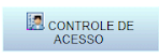
* Os parâmetros de avaliação qualitativa sofrerão uma variação de nível(eis).

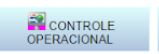
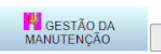
At the bottom of the text box is a button labeled "Simulação com variação default para todos os parâmetros".

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Apesar do resultado do modelo ser o vetor que representa de forma numérica o impacto do ativo no negócio, esse não é o output final que o modelo propõe ao decisor. Após a obtenção do vetor impacto, é executada a parte classificatória em que os ativos serão devidamente alocados em suas classes de prioridade, como mostra a Figura 6. É a partir da tela de resultados que é possível visualizar quais são os ativos alocados em cada uma das classes, e é essa a informação chave para o decisor realizar uma gestão estratégica de ativos, como por exemplo, a alocação de recursos, a definição de planos de manutenção dinâmicos e proativos, o investimento na melhoria, o investimento na aquisição de substitutos, entre outros tipos de decisão e aspectos que estão envolvidos nesse contexto.

Figura 6 - Tela de resultados do modelo no IMPACTUS


Negócios e Diretrizes Estratégicas Unidade Organizacional Input/Output Processo Histórico **Impacto do Ativo no Negócio**

Begin Input **Results**

Classe de Alta Prioridade	Classe de Média Prioridade	Classe de Baixa Prioridade
EQ25 - XM.FM - Empastadeira	EQ24 - XM.FM - Fundidora Contínua	EQ23 - XM.FM - Fundidoras
EQ29 - XM.FM - Seladora	EQ28 - XM.FM - Solda COS	EQ30 - XM.FM - Solda Intercell
EQ36 - XM.FM - Máquina de Enchimento	EQ27 - XM.FM - Envelopadeira	EQ32 - XM.FM - Solda Poste
EQ33 - XM.FM - Inbatec 1	EQ26 - XM.FM - Empastadeira Moto	EQ31 - XM.FM - Teste de Vazamento
EQ34 - XM.FM - Inbatec 2		EQ39 - XM.FM - Corte Plasma
EQ35 - XM.FM - Retificadores de Moto		EQ40 - XM.FM - Dobradeira
EQ37 - XM.FM - Seladora de Tampa		EQ41 - XM.FM - Jateadeira
EQ38 - XM.FM - Linha de Pintura		

Classes de fronteira
Nao há ativos alocados às classes de fronteira

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

4.3. RESULTADOS, ANÁLISES E DISCUSSÕES

A saída do modelo retornou os ativos físicos distribuídos a partir de seus impactos na estratégia de negócio em três classes que são a de alta prioridade, média prioridade e baixa prioridade.

Para o avaliador estratégico, a classificação final resultou em 8 ativos físicos na alta prioridade, 5 classificados como média prioridade e 6 classificados como baixa prioridade. O avaliador se mostrou muito satisfeito com os resultados e a partir da sinergia de sua perspectiva operacional e estratégica compreendeu que o resultado do modelo não seria necessariamente idêntico a um resultado de um modelo com foco apenas operacional, visto que a maior ênfase nesse caso é justamente agregar a estratégia de negócio. Ele teve uma percepção complementar em que notou realmente as nuances promovidas pelo modelo de impacto do ativo no negócio, em que seria possível realizar uma gestão estratégica de ativos.

Quadro 8 - Ativos de Alta Prioridade

Alta Prioridade
Empastadeira
Seladora
Máquina de Enchimento
Fundidora Contínua
Seladora de Sobretampa
Inbatec 1
Inbatec 2
Empastadeira Moto

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

No Quadro 8 é possível observar os ativos classificados como alta prioridade para o avaliador estratégico, ele concordou com todas as classificações dessa classe, e destacou como exemplos os ativos Inbatec 1 e Inbatec 2 que atuam em paralelo na linha produtiva. Foi pontuado que esses dois ativos conseguem atender a demanda de entrega do processo a qual estão relacionados, mesmo se um deles estiver em falha ou paralisado. Isso, a princípio, poderia trazer uma percepção de que não seriam prioridade já que eles conseguem manter o equilíbrio da produção em caso de falhas de um desses ativos, entretanto, a diretriz estratégica estabelecida para alcançar patamares internacionais em sustentabilidade ambiental foi colocada como a terceira mais importante, e em caso de quebra desses dois ativos, os danos ao meio ambiente são consideravelmente grandes, o que poderia interferir no alcance da diretriz. Esse é um importante aspecto levantado, pois na visão operacional, esses não são os ativos de maior prioridade e também não são os de maior custo de mantimento e operação, entretanto, impactam uma das diretrizes mais importantes e podem afetar a estratégia de negócio.

Quadro 9 - Ativos de Média Prioridade

Média Prioridade
Solda COS
Retificadores de Moto
Fundidoras
Linha de Pintura

Corte Plasma

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

Na avaliação do decisor é possível obter uma classificação para o nível de média prioridade, mostrada no Quadro 9, e para esse cenário foi considerado que essa avaliação está condizente com o esperado pelo gestor. Ele pontuou que o ativo físico Solda COS poderia ser classificado como alta prioridade na gestão da manutenção da empresa, por conta de seu alto impacto na linha produtiva, entretanto também foi comentado da alta facilidade de manutenção desse ativo, logo, sabendo-se que uma possível falha dele ocorra, essa falha não perdurará por um longo período. Então, o impacto desse ativo considerando as diretrizes a qual o processo que ele se relaciona está interligado, se mostra realmente como média prioridade considerando todos os elementos presentes no modelo, e após discussão, o avaliador estratégico concordou com a análise e ressaltou que realmente é um resultado interessante e condizente com a realidade da unidade de negócio e desse processo em específico.

Quadro 10 - Ativos de Baixa Prioridade

Baixa Prioridade
Envelopadeira
Solda Intercell
Solda Poste
Teste de Vazamento
Dobradeira
Jateadeira

Fonte: Esta Pesquisa (2024).

No Quadro 10 é possível visualizar o resultado da classificação dos ativos físicos de baixa prioridade definidos a partir da percepção do avaliador estratégico. Ele se mostrou satisfeito com os resultados e pontuou que um ativo que modificaria para a alta prioridade seria a Envelopadeira. Ele destacou que esse ativo é capaz, em caso de paradas por falhas, de interromper toda linha produtiva, entretanto também deu destaque ao fator MTTR que é relativamente pequeno, ou seja, em caso de falhas, esse ativo será reparado em pouco tempo, evitando maiores complicações nas entregas do processo.

Um tema a se analisar é com relação ao entendimento do avaliador que participou dessa aplicação e que realizou as avaliações com relação às etapas qualitativas em que há uma subjetividade associada, principalmente com respeito às escalas construídas. Para ele, o processo de ordenação das diretrizes estratégicas foi claro e coeso, não apresentando nenhuma dificuldade em realizar esse procedimento a partir do contexto estabelecido, e considerando também a visão empresarial e da gestão de ativos.

Na perspectiva dele, a escala construída representada pelo Quadro 1 foi clara o suficiente e permitiu realizar com precisão a definição na escala de valores de cada uma das relações existentes. Já com relação à segunda escala construída, mostrada no Quadro 2, o avaliador a considerou clara e precisa, não apresentando maiores dificuldades ao realizar as avaliações e ressaltando que é um processo simples e que não exige tanto esforço cognitivo.

Ao fim do processo de classificação, é possível dar início a priorização dos ativos físicos que se apresentam com um maior nível de impacto na estratégia de negócio, podendo gerar desdobramentos que afetam a forma com que são gerenciados. Por exemplo, os ativos presentes na alta prioridade se mostram como fatores críticos para que as diretrizes estratégicas sejam alcançadas, logo, é importante que haja um plano de manutenção mais efetivo como uma manutenção preventiva, manutenção preditiva, ou uma política de manutenção oportuna, que forneçam os requisitos necessários para o bom funcionamento desses ativos. Então, há toda uma ação envolvendo a gestão de recursos, designação de pessoas, entre outras possíveis ações que são necessárias para garantir que a estratégia de negócio seja alcançada, e que esses ativos prioritários estejam em funcionamento pleno para que isso seja possível.

Um ponto a se destacar é que não houve ativos classificados nas classes de fronteira, o que é algo muito importante de notar. Esse fato demonstra que dentro do conjunto de iterações realizadas pela simulação, todos os ativos foram bem classificados com relação às suas posições nos níveis de prioridade, ou seja, eles não tiveram alta variação sobre qual classe foram classificados a cada uma das iterações, sendo assim, não sofreram com a variabilidade. Isso também ressalta que os dados e informações captados estão bem acurados com a realidade, o que também condiz em resultados mais bem definidos.

Um tópico que é válido abordar é que os ativos físicos classificados nas classes de fronteira representam aqueles que durante as simulações variaram entre as classes, não sendo possível afirmar que eles ficaram dentro do percentil esperado para serem classificados em umas das três classes principais. O ponto de atenção com relação a esses ativos físicos em específico é que não é possível realizar afirmações acerca de seu impacto na estratégia de negócio, por mais que seja compreensível que ele esteja num meio termo entre duas classes, não é interessante que ele seja alocado em alguma delas. Por exemplo, um ativo físico que fica na classe de fronteira de alta-média prioridade se mostra como tendo um impacto de médio para alto na organização, entretanto, se houver limitações de recursos, ele deveria ser uma opção secundária quando comparado aos ativos classificados como alta prioridade, pois não há certeza se ele seria realmente de alta prioridade.

5. CONCLUSÕES

As empresas cada vez mais têm se encontrado num grande e complexo sistema produtivo com a presença de diversos ativos físicos, e tem percebido a necessidade constante de priorização desses ativos principalmente devido às várias limitações de recursos, de tempo, de pessoas, entre outros fatores. As indústrias intensivas em ativos têm se destacado nessa busca pelo conhecimento de quais ativos precisam de uma maior atenção, para garantir que seus processos continuem funcionando, que suas unidades de negócios continuem produzindo, e cada vez mais as demandas têm aumentado e uma alta produção tem sido requisitada das organizações pelo mercado consumidor.

Atrelado a isso, a evolução dos sistemas produtivos tem apresentado também um crescimento da existência de ativos de maior complexidade, tornando mais dificultoso o entendimento de qual ativo físico seria mais importante para a organização, por exemplo, ao considerar um cenário que consiste na execução de um plano de manutenção com recursos limitados. Em indústrias intensivas em ativos, não só sua complexidade tem aumentado, mas também tem o fator quantitativo, ou seja, muitos ativos físicos em operação, o que dificulta ainda mais o entendimento de como é possível priorizar esses ativos para tornar viável a alocação de recursos voltados para os ativos físicos críticos.

No levantamento do estado da arte foi argumentado que há muitos modelos na área de engenharia da manutenção e gestão da manutenção que buscam viabilizar o processo de priorização dos ativos físicos, melhorando assim o processo de tomada de decisão com relação a eles no que diz respeito à alocação de recursos. Entretanto, esses modelos estão voltados para os aspectos operacionais, não considerando a perspectiva do negócio através de sua estratégia. E a estratégia de negócio se mostra como um fator crítico a ser considerado, através da compreensão que é ela que define a que se destina as ações da organização, ou seja, é ela que guia a empresa rumo aos seus objetivos.

Com base nisso, foi proposto e apresentado neste trabalho um estudo a respeito do processo de priorização de ativos físicos a partir da estratégia de negócio, também considerando o detalhamento do sistema e contexto estudados que é uma indústria intensiva em ativos no ramo de acumuladores elétricos. Foi possível realizar a aplicação do modelo de priorização de ativos físicos considerando

a estratégia de negócio que ainda não é algo considerado nos modelos atuais, sendo uma perspectiva ainda negligenciada nas análises, mas que se mostra como uma próxima etapa evolutiva com relação aos conhecimentos atuais. Os resultados provenientes do modelo foram validados através da percepção do avaliador/decisor e através da simulação dos parâmetros, o que aumenta a acurácia do modelo e gera resultados bem condizentes com a realidade.

De maneira conclusiva, foi realizado um levantamento abrangente e uma síntese do estado da arte no campo da gestão de ativos físicos, fornecendo uma base sólida de conhecimento para o estudo, demonstrando a relevância do tema analisado. Em seguida, foram mapeadas as lacunas existentes na gestão de ativos físicos na empresa em análise, identificando áreas de oportunidade para melhoria através da consideração da perspectiva estratégica para priorização de ativos físicos. Além disso, este trabalho propiciou a gestão estratégica de ativos físicos ao propor um processo de priorização dos mesmos considerando a estratégia de negócio, permitindo uma alocação mais eficiente de recursos. Por meio desse processo, foi possível estabelecer a contribuição de cada ativo para as diretrizes estratégicas da organização e classificá-los em classes de prioridade de acordo com seu impacto nessas diretrizes, auxiliando na tomada de decisões estratégicas mais embasadas e alinhadas com os objetivos organizacionais.

5.1. LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

É importante que o avaliador não somente seja alguém que tenha relação com a gestão de ativos físicos, mas também que possua uma percepção da estratégia de negócio, permitindo que sejam notadas as nuances entre a parte operacional e a parte estratégica do modelo. Alguns dados requisitados nas informações técnicas como o MTTR e o MTBF algumas vezes podem não estar disponíveis de formas fáceis, fazendo com que aproximações sejam realizadas, e isso se torna um ponto de dificuldade na aplicação do modelo.

A partir dessas considerações apresentadas, algumas propostas para desenvolvimentos futuros são a melhoria das escalas construídas a fim de considerar outros possíveis contextos que venham ser mais bem definidos para os mais variados cenários e aplicações possíveis. Uma outra sugestão também seria trazer uma abordagem com relação a consideração das características de

sustentabilidade dos ativos físicos, tema este em alta, e que se mostra muito válido na consideração da priorização dos ativos como um fator crítico de decisão. É entendido que para isto, um novo estudo deveria ser realizado considerando todos esses aspectos e como eles se conectam, bem como a realização de novas análises em que seria possível validar os modelos. Um outro desenvolvimento potencial seria a consideração também de ativos intangíveis que de certa forma impactam a estratégia de negócio, tornando o modelo mais abrangente, considerando as diversas variáveis que impactam as estratégias das organizações.

REFERÊNCIAS

ACERBI, F. *et al.*. exploring synergies between circular economy and asset management. in: advances in production management systems. **towards smart and digital manufacturing: ifip wg 5.7 international conference, apms 2020, novi sad, serbia, august 30–september 3, 2020, proceedings, part ii**. springer international publishing, 2020. p. 695-702. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-57997-5_80

ADSHIRINPOUR, H. *et al.*. "physical asset management in equipment-oriented industries using the equipment life cycle management approach.". **tehnički glasnik**. v. 15.3, p. 323-329, 2021. doi: <https://doi.org/10.31803/tg-20200929105902>

AGHABEGLOO, M. *et al.*. "a bia-based quantitative framework for built physical asset criticality analysis under sustainability and resilience." **buildings**. v. 13.1, p. 264, 2023. doi: <https://doi.org/10.3390/buildings13010264>

ALSYOUF, IMAD *et al.*. impact of iso 55000 on organizational performance: evidence from certified uae firms. **total quality management & business excellence**, v. 32, n. 1-2, p. 134-152, 2021. doi: <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1537750>

ARIF, F.; BAYRAKTAR, M. E.; CHOWDHURY, A. G. decision support framework for infrastructure maintenance investment decision making. **journal of management in engineering**, v. 32, n. 1, p. 04015030, 2016. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000372](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000372)

BOADI, R. S.; AMEKUDZI, A. A. risk-based corridor asset management: applying multiattribute utility theory to manage multiple assets. **transportation research record**, v. 2354, n. 1, p. 99-106, 2013. doi: <https://doi.org/10.3141/2354-10>

BRYMAN, A.. **research methods and organization studies**. londres: unwinn hyman, 1989.

CAUCHICK-MIGUEL (org.). **metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2ed. rio de janeiro: elsevier: abepro, 2012.

CHANG, J. Y. *et al.*. information quality for effective asset management: a literature review. **ifac-papersonline**. v. 55, issue 19, p. 235-240, 2022. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.213>

DE ALMEIDA, A. T. **processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. são paulo: atlas, 2013.

DONATELLI, G. D.; KONRATH, A. C. simulação de monte carlo na avaliação de incertezas de medição. **revista de ciência e tecnologia**, p., v. 5, n. 15, p. 2005, 2005.

EL-AKRUTI, K., KIRIDENA, S., DWIGHT, R.. “contextualist-retroductive case study design for strategic asset management research”, **production planning and control**, taylor and francis ltd., vol. 29 no. 16, pp. 1332–1342, 2018. doi: 10.1080/09537287.2018.1535145.

EL-AKRUTI, K.; DWIGHT, R.; ZHANG, T.. the strategic role of engineering asset management. **international journal of production economics**, v. 146, n. 1, p. 227-239, 2013. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.07.002>

GAVRIKOVA, E.; VOLKOVA, I.; BURDA, Y.. strategic aspects of asset management: an overview of current research. **sustainability**, v. 12, n. 15, p. 5955, 2020. doi: <https://doi.org/10.3390/su12155955>

GIL, A.C. **como elaborar projetos de pesquisa**. 4ed. são paulo: atlas, 2002.

GIL, A.C.. **métodos e técnicas da pesquisa social**. 6ed. são paulo: atlas, 2008.

GROOVER, M. P.. **automação industrial e sistemas de manufatura**. 3ed. são paulo: pearson, 2010.

HENG, W., XIN, L.. 2020. innovation of equipment asset management system based on internet of things technology. in proceedings of the 2020 **4th international conference on management engineering, software engineering and service sciences (icmss 2020)**. association for computing machinery, new york, ny, usa, 164–168. <https://doi-org.ez16.periodicos.capes.gov.br/10.1145/3380625.3380674>

ISO. (2014), “iso 55000-2014 asset management -- overview, principles and terminology”, international standards organization, geneva, switzerland.

LIMA, E. S., COSTA, A. P. C. S.. improving asset management under a regulatory view. **reliability engineering & system safety**, v. 190, p. 106523, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2019.106523>

LIMA, E. S., MCMAHON, P., COSTA, A. P. C. S.. establishing the relationship between asset management and business performance. **international journal of production economics**, v. 232, p. 107937, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107937>

MALETIČ, D. *et al.*. "an analysis of physical asset management core practices and their influence on operational performance." **sustainability**. v. 12.21, p. 9097, 2020. doi: <https://doi.org/10.3390/su12219097>

MALETIČ, D. *et al.*. "understanding motives for and barriers to implementing asset management system: an empirical study for engineered physical assets." **production planning & control**. p. 1-16, 2022. doi: <https://doi-org.ez16.periodicos.capes.gov.br/10.1080/09537287.2022.2026672>

OLIVEIRA, D. P. R.. **estratégia empresarial e vantagem competitiva: como estabelecer, implementar e avaliar**. 3ed. são paulo: atlas, 2001.

PARIDA, A.. asset performance measurement and management: bridging the gap between failure and success. **measurement**, v. 9000, n. 14000, p. 55, 2016.

PETCHROMPO, S., PARLIKAD, A. K.. a review of asset management literature on multi-asset systems. **elsevier**. v. 181, p. 181-201, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.res.2018.09.009>

SALEM, D., EMAD E.. "expert-based approach to rank critical asset assessment factors for healthcare facilities." **facilities**. v. 39.9/10, p. 615-634, 2021. doi: <https://doi-org.ez16.periodicos.capes.gov.br/10.1108/f-05-2020-0060>

SANDU, G., VARGANOVA, O., SAMII, B.. managing physical assets: a systematic review and a sustainable perspective. **international journal of production research**, p. 1-23, 2022. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2126019>

DA SILVA, R. B.; COSTA, A. P. C. S. ; DE ALMEIDA, A. T.. modeling the impact of assets on business strategies. **in: informs annual meeting**, 2021, virtual meeting. informs annual meeting, 2021.

DA SILVA, R. B.; COSTA, A. P. C. S. ; DE ALMEIDA, A. T.. the relationship between asset performance and business strategies. **in: innovation for systems information and decision: models and applications**, 2020, virtual meeting. insid, 2020.

DA SILVA, R. B.; COSTA, A. P. C. S.; DE ALMEIDA, A. T. **physical asset sorting model: adding the business strategic view**. não publicado (working paper).

WRIGHT, P. L.. **administração estratégica: conceitos**. 1ed. são paulo: atlas, 2000.