



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

MARIANA PEREIRA RAMOS

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE MELHORIA FOCADA, COMO DIRECIONADOR PARA AS ÁREAS TÉCNICAS E ESTRATÉGICAS EM UMA INDÚSTRIA DE ACUMULADORES ELÉTRICOS: Um direcionador de projetos de perda de matéria prima

Caruaru
2024

MARIANA PEREIRA RAMOS

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE MELHORIA FOCADA, COMO DIRECIONADOR PARA AS ÁREAS TÉCNICAS E ESTRATÉGICAS EM UMA INDÚSTRIA DE ACUMULADORES ELÉTRICOS: Um direcionador de projetos de perda de matéria prima

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão de projetos

Orientador: Prof. Dr. Osmar Veras Araújo

Caruaru

2024

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

Ramos, Mariana Pereira Ramos.

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE MELHORIA
FOCADA, COMO DIRECIONADOR PARA AS ÁREAS TÉCNICAS E
ESTRATÉGICAS EM UMA INDÚSTRIA DE ACUMULADORES ELÉTRICOS:

Um direcionador de projetos de perda de matéria prima / Mariana Pereira
Ramos Ramos. - Caruaru, 2024.

63 : il.

Orientador(a): Osmar Veras Araújo Araújo

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção, 2024.

Inclui referências.

1. Gestão de projetos. 2. Indicador de perdas de matéria prima. 3. Redução
de custos. 4. PDCA. 5. Business Intelligence (BI). I. Araújo, Osmar Veras
Araújo. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

MARIANA PEREIRA RAMOS

DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE MELHORIA FOCADA, COMO DIRECIONADOR PARA AS ÁREAS TÉCNICAS E ESTRATÉGICAS EM UMA INDÚSTRIA DE ACUMULADORES ELÉTRICOS: Um direcionador de projetos de perda de matéria prima

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 28/10/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Osmar Veras Araújo (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Ramon Swell Gomes Rodrigues Casado (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Helder Henrique Lima Diniz (Examinadora Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Aos meus, que sob muito sol, fizeram-me
chegar até aqui, na sombra e água fresca.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as bênçãos concedidas, por sempre me direcionar o caminho, me manter perseverante e acima de tudo, por me mostrar àquilo que mais importa.

A Lucas, meu esposo e grande amor, por estar ao meu lado em todos os momentos desde o início dessa jornada. Por me apoiar, incentivar, encorajar, me acolher e comemorar cada conquista obtida. Obrigada pelo amor, companheirismo e paciência. Você me fortalece a cada dia.

Aos meus pais, por todo o amor recebido, pela dedicação, e luta para sempre priorizarem minha educação. Vocês foram o alicerce para a pessoa que sou hoje e os maiores incentivadores da minha trajetória, obrigada por serem o motivo por trás da minha perseverança

Aos meus avós, em especial a Lindalva e Nildo, obrigada por serem fonte inesgotável de amor, carinho e incentivo máximo ao estudo. “Podem lhe roubar tudo, menos seu conhecimento”, já dizia o grande Nildo desde minha época de colégio. Vô, a luz da sua vida resplandece até hoje no meu coração! Vó Dalva, obrigada por me apresentar a Deus, ao que é ser família, por vibrar por cada conquista e por nunca medir esforços para me ver bem! A senhora me ensinou o que é ser uma mulher forte e “arretada”, sendo guerreira da sua própria vida.

Aos meus irmãos, Pedro, José Victor e Larissa, meus companheiros de aventuras e alegrias, vocês me ajudam a ser uma pessoa melhor, meu coração pulsa por vocês, onde quer que estejamos a união entre nós nos fará mais fortes. Amo-os de todo o coração.

Aos meus tios, Vanessa, José e Joelma, por me acolherem como sua filha, por me amarem com todo seu amor e por me apoiarem em todas as minhas decisões. Levarei para sempre todos os momentos de carinho, afeto, acolhimento e principalmente por todos os ensinamentos valiosos. Vocês são segundos pais que Deus me deu.

As minhas grandes amigas, Ana Cláudia, Brenda, Karol, Maísa, Jéssica e Lívia por todos os conselhos, momentos e principalmente por estarem sempre comigo para o que der e vier.

Aos meus amigos Renato, Bruno, Fhidel, Larissa, Thaynara, Eduarda, por compartilharem esses últimos anos de desafios e conquistas, e por deixarem essa jornada mais leve.

A Miguel e Maria Luísa por encantarem meu coração e me incentivarem a tornar esse mundo um lugar melhor.

A ciclo consultoria, e a todos os membros que participaram dessa época, por todo o crescimento, conhecimento, e principalmente pelas lembranças que ficaram marcadas na minha vida. Obrigada por me apresentar ao trabalho que tanto amo.

A Moura e a UGSC, por acreditarem em mim, no meu trabalho e por me incentivarem mais a cada dia.

A Osmar, meu orientador, por sua paciência, dedicação e por todos os ensinamentos dos últimos anos.

E a todos aqueles que de alguma forma fizeram parte dessa trajetória, minha sincera gratidão.

"É justo que muito custe o que muito vale" (Santa Teresa)

RESUMO

A competitividade é um fator determinante para a sobrevivência do negócio, especialmente em indústrias onde a redução de custos é essencial para manter margens competitivas. Esse trabalho concentra-se na questão específica das perdas de matéria prima, propondo o desenvolvimento de uma ferramenta direcionada que atue como guia para o desenvolvimento de projetos técnicos em uma indústria de acumuladores elétricos. A ferramenta tem como objetivo criar um indicador preciso para identificar itens de matéria-prima com maior índice de perda no processo produtivo, auxiliando a empresa a alcançar metas estratégicas de redução de desperdícios e a priorizar projetos focados nessa área. O desenvolvimento da ferramenta utilizada a metodologia PDCA aliada a uma aplicação de Business Intelligence (BI), onde o PDCA proporciona uma estrutura cíclica de melhoria contínua e o BI permite uma análise de dados rápida e precisa, proporcionando uma análise de dados eficiente e fundamentando a tomada de decisões de forma ágil e assertiva. Como resultado, espera-se uma melhoria significativa na gestão de projetos e na otimização do uso de recursos, o que contribui diretamente para o aumento da competitividade da empresa. Alinhando estratégia corporativa, melhoria contínua, redução de custos e gerenciamento de projetos, esse trabalho busca aprimorar o desempenho organizacional da empresa onde foi implementado.

Palavras-chave: Competitividade; redução de custos; perdas de matéria prima; direcionador; indicador de perdas; gestão de projetos; PDCA; business intelligence (BI)

ABSTRACT

Competitiveness is a decisive factor for business survival, especially in industries where cost reduction is essential to maintain competitive margins. This study focuses on the specific issue of raw material losses, proposing the development of a targeted tool to guide the development of technical projects in an electric battery manufacturing industry. The tool aims to create a precise indicator to identify raw material items with the highest rate of loss in the production process, assisting the company in achieving strategic waste reduction goals and prioritizing projects focused on this area. The tool's development uses the PDCA methodology combined with a Business Intelligence (BI) application, where PDCA provides a cyclical structure of continuous improvement, and BI enables fast and precise data analysis, providing efficient data insights and supporting agile and assertive decision-making. As a result, significant improvements are expected in project management and resource optimization, which directly contribute to increased company competitiveness. Aligning corporate strategy, continuous improvement, cost reduction, and project management, this work aims to enhance the organizational performance of the company where it was implemented.

Keywords: Competitiveness; cost reduction; raw material losses; driver; loss indicator; project management; PDCA; business intelligence (BI)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Composição do custo do produto _____	16
Figura 2-Transição de um estado organizacional por meio de um projeto _____	18
Figura 3 - Inserção do GPD _____	19
Figura 4 - Conceituação do gerenciamento pelas diretrizes _____	19
Figura 5 - Sete tipos de desperdícios do Lean _____	22
Figura 6 - Ciclo PDCA _____	23
Figura 7 - Ciclo PDCA para melhorar resultados _____	24
Figura 8 - Método de soluções de problemas - QC Story _____	25
Figura 9 - Comparação entre ferramentas de BI _____	27
Figura 10 - Exemplo de estratificação _____	27
Figura 11 - Integração da Estratificação ao PDCA _____	28
Figura 12 - Relação de tipo de projeto e qual ferramenta que indicava sua necessidade _____	31
Figura 13 - Fluxo de processos produtivos da empresa de acumuladores elétricos	31
Figura 14 - Gráfico utilizado para auxiliar no sequenciamento das ações _____	35
Figura 15 - Legenda de cores adotada no gráfico gantt _____	35
Figura 16 - Fluxo do processo de BI _____	37
Figura 17 - Processo de extração de dados parte 1 _____	38
Figura 18 - Processo de extração de dados das fichas técnicas _____	38
Figura 19 - Estrutura do arquivo tipo txt _____	39
Figura 20 - Estrutura do arquivo tipo pdf _____	40
Figura 21 - Estrutura do arquivo tipo excel _____	40
Figura 22 - Etapas aplicadas no processo de transformação dos dados _____	41
Figura 23 - Estrutura que estavam os dados de ficha técnica na base criada _____	42
Figura 24 - Estrutura que estavam os dados de ficha técnica na base consumo _____	43
Figura 25 - Modelagem dos dados e exemplificação da correlação realizada entre os dados em comum _____	44
Figura 26 - Painel Consumo _____	46
Figura 27 - Fórmula criada para correlacionar o preço do insumo na base de consumo _____	47
Figura 28 - Fórmula criada para calcular o custo da quantidade de insumo perdida	47
Figura 29 - Painel custo _____	48

Figura 30 - Forma que os modelos estavam agrupados na matriz _____	49
Figura 31 - Painel custo _____	49
Figura 32 - Exemplo da segmentação de um modelo _____	50
Figura 33 - Campo de segmentação por período _____	50
Figura 34 - Segmentação por categoria _____	51
Figura 35 - Segmentação por processo _____	51
Figura 36 - Painel inicial da matriz _____	53
Figura 37 - Crescimento percentual do resultado dos projetos _____	54
Figura 38 - Quantidade dos projetos de matéria prima realizados por ano _____	54

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	JUSTIFICATIVA	15
3	OBJETIVOS	17
3.1	OBJETIVO GERAL	17
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4	REVISÃO DE LITERATURA	18
4.1	GESTÃO DE PROJETOS	18
4.2	MELHORIA CONTÍNUA.....	20
4.3	LEAN MANUFACTURING	21
4.4	PDCA	22
4.5	BUSINESS INTELLIGENCE	25
4.6	ESTRATIFICAÇÃO	27
5	METODOLOGIA.....	29
5.1	PDCA	30
5.1.1	(P) Planejamento	30
6	DESENVOLVIMENTO.....	37
6.1	(D) EXECUÇÃO	37
6.1.1	Processo de BI	37
6.2	(C) VERIFICAÇÃO	51
6.3	(A) ATUAÇÃO.....	52
7	RESULTADOS	53
8	CONCLUSÃO.....	58
	REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

Segundo Silva e Fonseca (1996), a competitividade pode ser definida pela habilidade de uma organização em oferecer produtos ou serviços de maneira superior à de seus concorrentes, considerando as limitações existentes à cada organização por seus recursos tecnológicos, comerciais, gerenciais e financeiros. Com o mercado cada vez mais competitivo, as empresas precisam fortalecer a atração dos seus clientes e fidelizá-los, e isso exige uma reinvenção constante nos processos produtivos e administrativos, na gestão do negócio e na busca inconstante pela melhoria dos resultados.

Com esse desafio, a aplicação de sistemas de melhoria contínua em processos e práticas organizacionais surge como uma das principais fontes de vantagem competitiva (Boer et al., 2000). Através dessa forma de trabalho, as organizações conseguem não apenas otimizar seu desempenho, mas também manter-se à frente dos concorrentes.

A adoção da gestão de projetos pode ser a forma de implementação da melhoria contínua dentro de uma empresa, especialmente através do uso de métodos como *lean* e *kaizen* (Liker, 2005). O uso dessa forma de gestão é essencial para o sucesso organizacional, pois promove a alocação eficiente dos recursos para entregar os resultados que atendem às metas estratégicas do negócio (Kerzner, 2017).

Nesse contexto, o nível de competitividade exigido pelo mercado pode ser alcançado por meio do desenvolvimento de projetos estratégicos, que com uma execução eficiente gera resultados expressivos para as empresas.

No entanto, apesar da relevância da melhoria contínua dentro desse processo, o seu impacto no resultado da organização está intimamente ligado à escolha criteriosa dos projetos, um aspecto que representa um desafio significativo no processo de tomada de decisão (Glover et al., 2014).

Dentro desse contexto, há uma variedade de projetos que podem ser implementados para garantir a competitividade e a longevidade das empresas, como projetos de desenvolvimento de produto, redução de perdas, tempo de setup, aumento de qualidade, automação de processos etc. No entanto, um erro no momento

de realizar um projeto estratégico ou ainda, pela falta de acompanhamento das tendências de mercado, pode colocar em risco a sobrevivência do negócio.

Dessa forma, uma boa gestão se torna fundamental para garantir que a estratégia seja aplicada por meio de uma execução eficaz. Essa gestão deve desdobrar ações, tarefas e projetos que precisam ser desenvolvidos ao longo desse caminho, projetando um cenário favorável aos resultados esperados. Essa abordagem integrada permite que a empresa não apenas implemente iniciativas de melhoria, mas também se adeque às exigências do mercado, assegurando sua relevância e sucesso a longo prazo.

Nesse cenário, uma indústria de acumuladores elétricos situada na cidade de Belo Jardim – PE tem como base do seu sistema de gestão a melhoria contínua aplicada, e como um dos seus cinco objetivos estratégicos é “Estar entre as empresas mais rentáveis do setor, alcançando patamares de classe mundial em qualidade e produtividade”, a seleção dos projetos se torna fundamental para o atingimento dessa estratégia. Embora a empresa adote um forte sistema de gestão de projetos, presente em várias áreas da organização, foi percebido, dentro do panorama relevante da escolha dos projetos a serem desenvolvidos, que a área de projetos de materiais não apresentava uma lógica ou uma ferramenta para selecionar e direcionar a implementação dos projetos com base nas necessidades estratégicas da empresa.

Esse estudo foca exatamente nisso, em exemplificar como um sistema robusto de melhoria para uma área focada, com o direcionamento correto para projetos estratégicos, pode guiar uma empresa de ciclos de melhoria com objetivo focado, e ainda com um ganho direto no custo do seu produto, aumentando assim a sua produtividade.

2 JUSTIFICATIVA

Conforme destacado pelo PMI (2013) que a gestão de projetos de materiais garante o fornecimento adequado de insumos, e contribui para redução de custos e a melhoria da eficiência operacional essa gestão é essencial para a competitividade da empresa. É possível observar o quanto esse segmento da área de projetos é importante para uma organização, visto que essa gestão na área de materiais é vital para o sucesso organizacional pois assegura que o uso dos recursos seja feito de modo a minimizar desperdícios (Gardiner, 2017).

Visto que a redução de custo também é dos critérios que impacta a competitividade do negócio, ao analisar a composição do custo médio dos produtos da empresa em questão observou-se que a maior parte do custo estava distribuído em matéria prima, representando 72% do custo total do produto (figura 1).

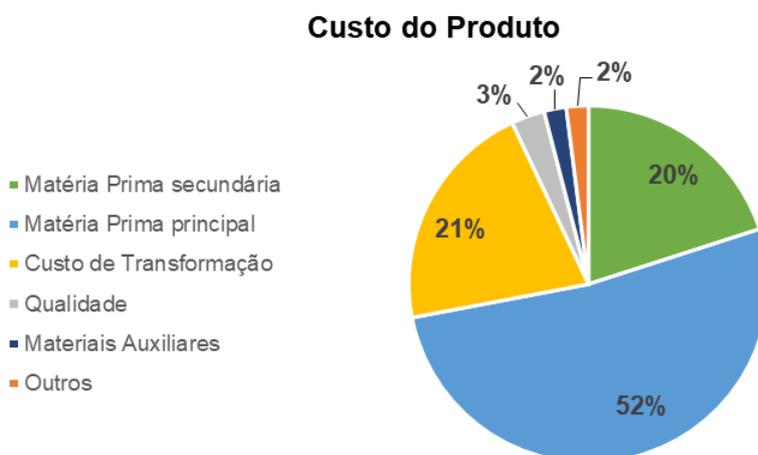
No entanto, foi identificado que, apesar da relevância dessa área, a empresa não possui um direcionador¹ de projetos na área e matérias, para selecionar e priorizar projetos de acordo com suas necessidades estratégicas (figura 12). Essa lacuna gera um desafio para o direcionamento eficiente dos esforços e dificulta a tomada de decisão, visto que a ausência de um direcionador estratégico leva a investimentos que nem sempre maximizam o retorno financeiro ou atingem as metas organizacionais de redução de perdas.

Assim, o desenvolvimento da ferramenta proposta busca preencher essa lacuna, proporcionando uma base para decisões fundamentadas e auxiliando a empresa a definir quais projetos têm maior impacto estratégico.

Sem essa ferramenta de gestão, a empresa poderá enfrentar dificuldades para atingir a competitividade desejada, o que demonstra a importância do estudo na criação de uma ferramenta que garanta o alinhamento entre as iniciativas de redução de custo e a sustentabilidade competitiva da empresa a longo prazo.

¹ Direcionador é uma ferramenta ou algo que guia a direção de uma ação. No contexto de projetos, um direcionador de projetos indica, com base em critérios previamente estabelecidos e correlacionados com o processamento de informações, os projetos devem ser desenvolvidos ou problemas que precisam ser resolvidos. Geralmente são apresentados trazendo uma visão de prioridade.

Figura 1 - Composição do custo do produto



Fonte: Elaborado pela autora

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma ferramenta estratégica de identificação e priorização de itens de matéria prima que apresentem perda no processo produtivo, auxiliando a empresa no atingimento de metas estratégicas ligadas à redução de perda, proporcionando a empresa alinhar as metas estratégicas ao esforço necessário em atacar essa perda com projetos de redução de custo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

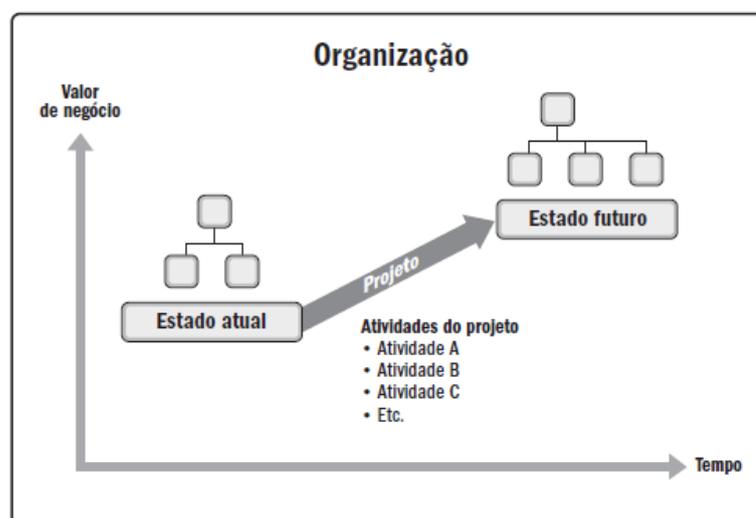
- Mapear e categorizar os itens de matéria prima que apresentam perdas dentro do processo produtivo.
- Implementar a metodologia PDCA e Business Intelligence (BI) na criação da ferramenta, permitindo análise e monitoramento eficientes das perdas de insumos.
- Estabelecer critérios de priorização pelo índice de impacto financeiro da perda para a empresa dos itens mapeados.
- Avaliar a contribuição da ferramenta para o alcance das metas estratégicas com o resultado advindo dos projetos.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 GESTÃO DE PROJETOS

O desenvolvimento de projetos é algo imprescindível e essencial para o sucesso de um negócio, principalmente dentro de organizações que querem crescer alinhadas com sua estratégia. Para o Project Management Institute (2017, p. 6) “um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único”. Para que essa gestão ocorra de forma eficaz são necessárias algumas etapas essenciais como: o planejamento, desenvolvimento da execução, monitoramento, controle de cronograma e encerramento do projeto. Um projeto com uma gestão bem aplicada pode trazer além de ganhos financeiros, resultados a longo prazo para a empresa. De acordo com o PMI (2017), um projeto com uma conclusão bem-sucedida interfere na passagem da organização para um estado futuro com atingimento do objetivo específico. A figura 2 abaixo representa esse crescimento do estado do negócio:

Figura 2-Transição de um estado organizacional por meio de um projeto

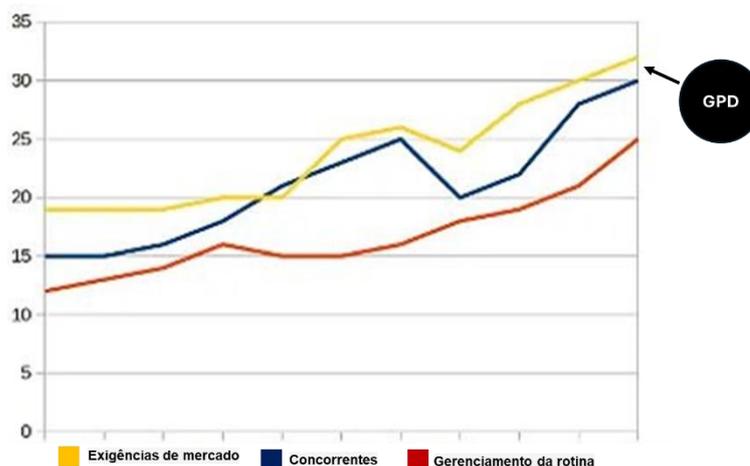


Fonte: PMI, 2017

Assim como o resultado de um projeto pode alavancar os resultados de uma organização, a implementação do sistema gestão pelas diretrizes (ou Hoshin Kanri) tem a capacidade de levar a empresa para outro patamar, para um nível estratégico onde todas os seus níveis hierárquicos estarão focados e interligados ao resultado. Observa-se que na figura 3, que segundo Falconi (2013) a necessidade de introduzir o GPD (gestão pelas diretrizes) ocorre quando as exigências do mercado e o desempenho do mercado forem maiores que os resultado obtidos pela gestão da

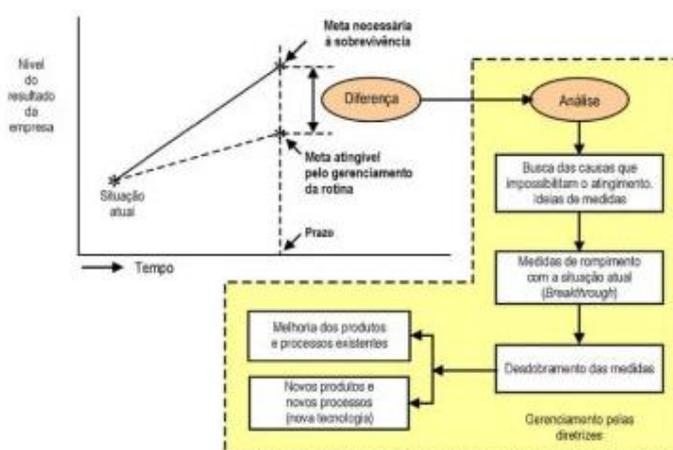
rotina, e o trabalho desempenhado pelo GPD responderá aos desafios vivenciados por essa empresa.

Figura 3 - Inserção do GPD



Fonte: Elaboração própria, 2024

Figura 4 - Conceituação do gerenciamento pelas diretrizes



Fonte: Falconi, 2013

Falconi (2013) conceitua o GPD (figura 4), como um sistema de gestão voltado para solucionar problemas relacionados a temas prioritários dentro da organização, e esse robusto sistema foca no atingimento de metas para a sobrevivência do negócio, com um plano de longo prazo, e desdobramento de diretrizes, medidas e metas aos níveis hierárquicos com as metas pessoais de cada um sendo um ponto de partida para o atingimento das metas mais robustas da gestão. Logo, se todo esse sistema estiver interligado ao sistema de gerenciamento de projetos, ligado pelos objetivos

estratégicos que a longo prazo a empresa precise alcançar, será mais fácil direcionar os esforços e priorizar os trabalhos e projetos que estejam guiados para os objetivos finais, nesse cenário essa empresa trilhará um sólido caminho para a obtenção de resultados de impacto na sua estratégia e ao seu crescimento.

4.2 MELHORIA CONTÍNUA

Intuitivamente, é possível entender que essa filosofia trata sobre um processo constante de melhorias. Segundo Imai (2014) uma das definições de kaizen (melhoria contínua) é a melhoria contínua das práticas de trabalho e eficiência das pessoas como sendo uma metodologia de negócios. Imai (2014, p3) também define o kaizen de duas outras formas “melhoria, por sua vez refere-se a atividades voltadas para elevar os padrões atuais. A visão japonesa de gestão, portanto, resume-se a um preceito: manter e melhorar os padrões.” e também como “Kaizen significa pequenas melhorias como resultado de esforços contínuos. A inovação envolve uma melhoria drástica como resultado de um grande investimento de recursos em tecnologia ou equipamentos novos.”.

A melhoria contínua é aplicada para todas as instâncias de uma empresa e exige um baixo custo para o seu desenvolvimento, como defendeu Araújo e Rentes (2006) kaizens são esforços para melhorar continuamente focando na busca pela eliminação de perdas e desperdícios. Em concordância, Imai (2014), a melhoria contínua enfoca em pequenas mudanças adicionais de forma contínua que levam a melhorias significativas ao longo do tempo. Ou seja, a filosofia tem a flexibilidade de ser aplicada em qualquer cenário e local, porém é amplamente discutida e implementada em ambientes industriais porque vem desempenhando um forte papel na redução de desperdícios, aumento da eficiência e melhoria da qualidade, tendo a possibilidade de angariar resultados expressivos com baixo investimento, além do direto ataque às perdas da organização. E em consonância com a crescente globalização, o alto nível de competitividade entre empresas e negócios vem exigindo cada vez mais desses fornecedores, com clientes cada vez mais exigentes com padrões e custos, as empresas precisam se reinventar para continuarem agregando valor com um bom custo benefício para o cliente. Por ser flexível e adaptável a realidade aplicada, o kaizen pode impulsionar o atingimento das vantagens competitivas requeridas pela empresa caso seja aplicado da forma correta. O kaizen é parte focal no STP (sistema

Toyota de produção), e foi baseado em melhoria e redução de perdas que a Toyota conseguiu se reerguer no pós segunda guerra e virar o que hoje é referência para o mundo inteiro em termos de termos de gestão, qualidade e eficiência.

4.3 LEAN MANUFACTURING

Com o advento do cenário de pós segunda guerra instaurado no mundo, havia uma forte necessidade de reinvenção para que um negócio conseguisse sobreviver a tal crise. Novas estratégias e um modelo sólido de negócio eram essenciais para que uma empresa obtivesse lucro, e foi assim que se deu início à ascensão do Sistema Lean Manufacturing.

Taiichi Ohno e Shingeo Shingo, engenheiros na Toyota Motors em meados de 1950 foram os responsáveis pela criação do Sistema Toyota de Produção (STP), estratégia que levou à empresa, e sair com facilidade da forte recessão econômica da época. Essa performance, atraiu interesses de todo o mundo em perspectiva do sistema de produção eficaz que baseava toda à operação Toyota. O *Lean Manufacturing* para Womack e Jones (1998) é uma prática que busca o melhor direcionar o funcionamento da empresa, desde a relação com os fornecedores, o processo de produção e a relação com os clientes, sempre com foco em produzir mais com menos.

Logo o *Lean* tem um objetivo robusto de produzir mais com menos recursos, otimizando todo o processo da empresa, garantindo atendimento e qualidade assegurada aos clientes. Segundo Ohno (1997) o STP se baseia fortemente na eliminação de desperdícios, e tem dois pilares para sustentar esse princípio sendo eles, o *just in time* e a automação (automação com toque humano).

O *just in time*, significa o seguimento de processo em um fluxo ideal, em que as peças cheguem ao nível de processo quando forem necessárias e somente com a quantidade necessária (Ohno, 1997). Nesse caso, Taiichi Ohno (1997) observou que para aplicar o JIT (*just in time*) os planos de produção de todos os processos ordenadamente, os métodos tradicionais de gestão não seriam viáveis.

Werkema (2011) relata que atrelado ao Lean Manufacturing existem sete tipos de desperdícios que foram identificados por Taiichi Ohno. A figura 5 mostra a descrição de cada tipo de desperdício:

Figura 5 - Sete tipos de desperdícios do Lean

Desperdício	Descrição
Superprodução	Produzir mais e antes que o necessário
Inventário	Peças semiacabadas entre as operações
Transporte	Movimento excessivo de peças, pessoas e informações
Processo desnecessário	Passos não necessários no processo
Defeitos	Peças que necessitam retrabalho ou são sucata
Manuseio	Movimentos desnecessários do trabalhador
Espera	Trabalhadores esperando por máquinas ou peças

Fonte: Elaborado pela autora

4.4 PDCA

O ciclo PDCA é uma metodologia que tem como função direta basear a determinação, estudo e prognóstico de dificuldades em uma empresa, facilitando a solução de problemas (Quinquilo, 2002). Como uma ferramenta que orienta a busca contínua pelo aperfeiçoamento, essa metodologia se destaca como uma forma eficaz de aplicar a melhoria contínua, direcionando esforços para alcançar melhores resultados, assegurando o desenvolvimento e a evolução constantes das organizações.

O ciclo PDCA é um método que visa a prática do controle organizacional, sendo um caminho acessível para que todos da empresa possam estudar e aplicar, ele torna possível gerenciar processos para atingir um ponto mais baixo de custo ou um ponto superior de qualidade, ou um melhor prazo de entrega (Campos, 2014).

Campos (2014) define as quatro etapas básicas do ciclo PDCA (figura 5), como:

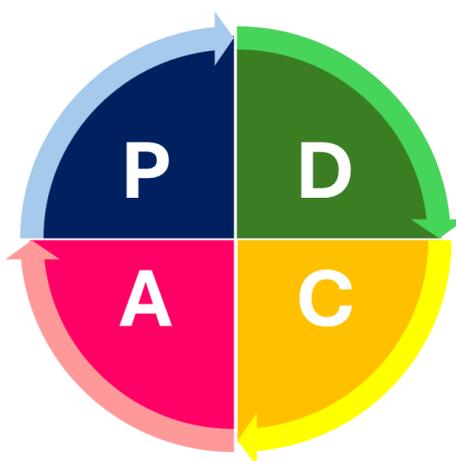
- 1) (P) Planejamento – que consiste em:
 - a. Estabelecer objetivos sobre os itens de controle;
 - b. Estabelecer a maneira para se atingir as metas propostas

- 2) (D) Execução - Execução das tarefas exatamente como previstas no plano e coleta de dados para a verificação do processo. Nesta etapa é essencial o treinamento no trabalho decorrente da fase de planejamento.
- 3) (C) Verificação – A partir dos dados coletados na execução, compara-se o resultado alcançado com a meta planejada.
- 4) (A) Atuação corretiva - Esta é a etapa onde o usuário detectou desvios e atuará no sentido de fazer correções definitivas, de tal modo que o problema nunca volte a ocorrer.

O ciclo PDCA pode ser aplicado de duas maneiras, para manter ou melhorar diretrizes de controle, mas para uma fórmula de sucesso é ideal integrar a metodologia das duas maneiras, manutenção e melhorias (Campos, 2014).

De acordo com Araújo et al. (2017), a implementação do Ciclo PDCA é extremamente eficaz na resolução de problemas em uma empresa, já que proporciona padronização e melhoria dos processos, aumentando o nível de competitividade da organização.

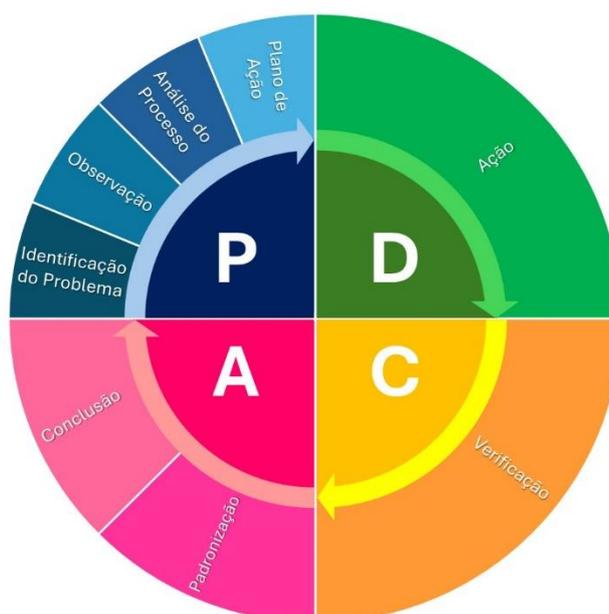
Figura 6 - Ciclo PDCA



Fonte: Elaborado pela autora

É de comum entendimento que o ciclo PDCA (figura 6) tem uma vasta aplicação para melhorar resultados, e essa aplicação direcionada é baseada no método de solução de problemas, também conhecido como o método japonês *QC Story*. Falconi Campos cita que o método de soluções de problemas é o mais importante para o TQC (controle da qualidade total) e se torna vital para o crescimento da competitividade do negócio (Campos, 2014).

Figura 7 - Ciclo PDCA para melhorar resultados



Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Campos (2014)

A figura 7 mostra os passos necessários para a realização desse método, em cada fase há um objetivo específico para direcionar seu desenvolvimento, como é relatado na figura 8.

Figura 8 - Método de soluções de problemas - QC Story

PDCA	Fluxograma	Fase	Objetivo
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
	7	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	8 ^S	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro

Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Campos (2014)

Campos (2014), enfatiza que para que um negócio seja competitivo é no mínimo necessário que os colaboradores sejam exímios solucionadores de problemas. Dessa forma, pode-se perceber a relevância da metodologia PDCA para o sucesso e a melhoria contínua de uma organização, ao permitir a obtenção de resultados cada vez mais eficazes.

4.5 BUSINESS INTELLIGENCE

Sistemas de informação que utilizam estruturas de dados específicas para análise exploratória e consultas analíticas são conhecidos como Business Intelligence (BI), esses sistemas desempenham a função de coletar, extrair e examinar dados que servirão de base para apoiar processos de gestão e auxiliar na tomada de decisões (Kimball e Ross, 2002). Essa tecnologia tem sido adotada nas empresas que desejam estar em posse de informação ágil para auxiliar na tomada de decisão e na melhoria dos seus processos. Segundo Cambi *et al.* (2019) o uso de Business Intelligence tem sido utilizado como diferencial competitivo, e por impulsionar melhores resultados para os negócios, tem ganhado destaque no mundo organizacional.

Musskopf (2017) relata sobre o importante impacto trazido pela tecnologia da informação, pois graças as mudanças causadas pelos aspectos tecnológicos de um sistema de informação, esse impacto pode ocorrer em diversos níveis: nas empresas, nas pessoas e na sociedade como um todo. No entanto, com a crescente demanda por análise de dados, surgiu a necessidade de ferramentas e softwares que permitissem ao usuário realizar essa implementação, transformando dados brutos em informação que auxiliariam no processo de decisão (Davenport, 2006; Cerqueira, 2021; Cordeiro et al., 2022).

Segundo Davenport (2006), o BI incorpora uma variedade de processos e softwares que permitem a coleta, a gestão e a divulgação de dados para que a tomada de decisão seja mais assertiva. Segundo Davenport ainda, as ferramentas de BI possibilitam extrair, transformar e carregar dados para que, posteriormente, sejam realizadas análises em relatórios e dashboards.

Essas ferramentas que facilitam a aplicação de BI servem como um conjunto de técnicas para transformar dados brutos em informações significativas e úteis para serem analisadas dentro dos negócios, de forma que o uso dessas ferramentas apresenta maior eficiência e segurança para o processo decisório (Bentley, 2017).

Thompson (2004) ressalta o benefício da aplicação de BI no aumento de receita e nas economias em custo empresarial. Por conta dessas vantagens Nogueira (2021) enfatiza que com esses benefícios chamam atenção das empresas para procurarem cada vez mais ferramentas de business intelligence.

Com a popularização do BI, existem várias ferramentas disponibilizada no mercado, na figura 9 é possível analisar as diferenças entre cada uma delas.

Figura 9 - Comparação entre ferramentas de BI

Ferramenta	Utilização
Microsoft Power BI	Permite a criação de dashboards interativos que facilitam a análise para aplicação em uma variedade de cenários (Microsoft, 2023)
Google Looker Studio	Permite, com o uso de dados facilitar a criação de painéis interativos e atraentes, tornando as decisões de negócios mais inteligentes (Google Cloud, 2023)
Oracle BI	Permite criar, gráficos, tabelas dinâmicas, relatórios e painéis atraentes e interativos, podendo ser compartilhados, modificados ou incorporados aos painéis (Oracle, 2023).
Tableau	Permite que seus usuários vejam e entendam os dados de modo que possam usá-los para resolver problemas (Tableau, 2023).
Qlik Sense	Permite capacitar as pessoas para tomar decisões com base em dados (Qlik Sense, 2023).

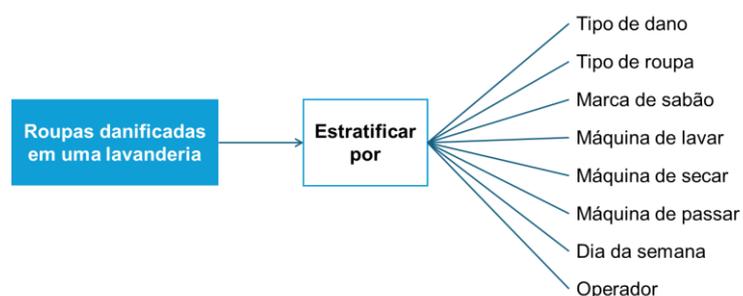
Fonte: Elaborado pela autora

Segundo Turban *et al.* (2011) a escolha da ferramenta de business intelligence é essencial para uma transformação estratégica dos dados, proporcionando uma melhor visualização e análise que suportem a tomada de decisões. Esse trabalho adotou a ferramenta Power BI no seu desenvolvimento, por apresentar uma total integração com os outros sistemas geradores de dados da organização em questão e por apresentar um alto grau de assertividade em seu funcionamento.

4.6 ESTRATIFICAÇÃO

Segundo Werkema (1995) a estratificação é definida como o agrupamento da informação em vários pontos de vista, para facilitar a análise em cada ponto de vista. Essa ferramenta permite segmentar dados em diferentes categorias facilitando a identificação das características dos dados e a análise de variações. A figura 10 demonstra um esquema de utilização dessa ferramenta tão importante para a análise dos dados.

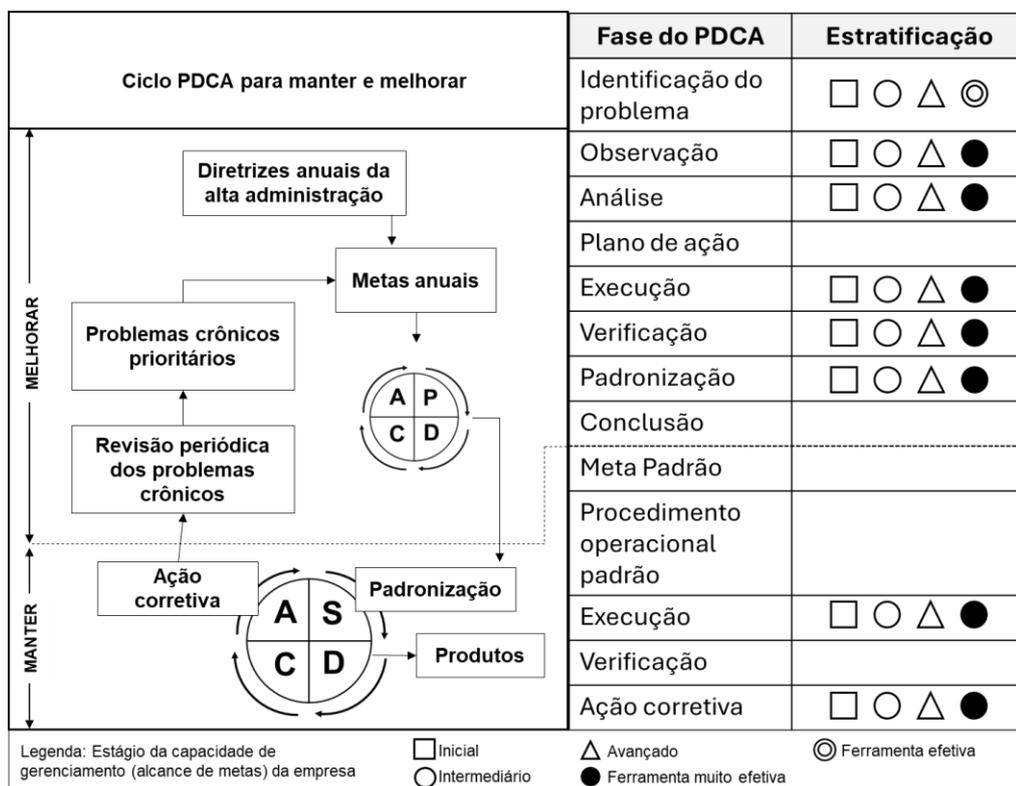
Figura 10 - Exemplo de estratificação



Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

A estratificação é uma das ferramentas estatísticas amplamente utilizada no ciclo PDCA para promover melhoria contínua dos resultados. A figura 11 ilustra como essa ferramenta pode ser integrada ao processo de gestão.

Figura 11 - Integração da Estratificação ao PDCA



Fonte: Adaptado de Werkema (1995)

5 METODOLOGIA

Com a necessidade de explorar todas as informações disponíveis e alcançar um nível claro de entendimento sobre o tema e os resultados, tornou-se imprescindível realizar uma pesquisa. Este estudo buscou analisar e correlacionar dados e requisitos do processo produtivo, com o objetivo de descrever e quantificar as perdas no processo de produção, fornecendo uma base sólida para intervenções futuras.

A pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema. (Gil, 2017, p. 17)

Uma pesquisa descritiva tem como objetivo descrever características de determinada população e ou fenômenos, e pode ser elaborada com o objetivo de identificar relações entre um grupo de variáveis (Gil, 2017). Nesse contexto, como o propósito deste foi em analisar a perda de matéria prima do processo produtivo de uma indústria de acumuladores elétricos situada no interior de Pernambuco, foi implementada uma pesquisa descritiva, para obtenção de resultados quantitativos com foco na análise de perdas. Esta pesquisa foi fundamental para estruturar e organizar os dados, permitindo uma análise detalhada e direcionada para uma gestão das perdas dentro do cenário industrial.

A abordagem metodológica utilizada para desenvolvimento desse projeto envolveu o uso do ciclo PDCA, que é fortemente reconhecido como uma ferramenta efetiva para a aplicação da melhoria contínua (Paladini, 2012). Esse método foi base para a estruturação da análise, sequenciamento dos passos, guiando o trabalho com uma abordagem clara para a identificação dos problemas e implementação de soluções. Essa ferramenta também foi associada a uma aplicação de Business Intelligence (BI) que atua como tecnologia estratégica, diferencial e fundamental para uma análise de dados robusta, sendo essencial para gerir os resultados finais do trabalho, como inclusive para o seu próprio desenvolvimento, pois seu desempenho é essencial nas fases de identificação, monitoramento e apresentação das perdas encontradas.

5.1 PDCA

5.1.1 (P) Planejamento

Mesmo sendo a fase inicial, a etapa do planejamento, é crucial para uma boa execução das próximas três etapas do ciclo, pois nela é estabelecida toda a base de sucesso do projeto. Sua atuação tem um peso maior em garantir o fluxo das ações subsequentes, para que sejam direcionadas e estruturadas, maximizando as chances de alcançar os resultados desejados na proposta do projeto.

5.1.1.1 Identificação do problema

Em uma seção da gestão de projetos da empresa, com um foco maior para projetos técnicos, que são desenvolvidos pelas áreas voltadas para desenvolvimentos de engenharia, como engenharia de produto, engenharia de processo, engenharia industrial, engenharia de automação, etc, propôs-se a analisar de onde os projetos estavam nascendo, ou seja, qual era o direcionador de cada um dos projetos que estavam sendo desenvolvidos, para responder um grande questionamento da alta direção: “Os projetos que estão sendo desenvolvidos são os projetos que devemos fazer? São os projetos que precisamos desenvolver para crescer competitivamente?” logo a gestão queria responder se os projetos que estavam sendo desenvolvidos seriam os mais estratégicos para aquele momento da organização. Então, durante as atividades de análise sobre a origem dos projetos, foi concluída a relação apresentada na figura 12.

Um direcionador de projetos, seja ele de qualquer natureza, influencia e orienta o desenvolvimento e necessidade de um projeto específico. Na maioria das vezes, ele estabelece prioridades, e define a ordem com que os temas devem ser abordados. Como pode ser observado na figura 12, a única categoria que não possui um direcionador próprio, refere-se aos projetos de redução de matéria prima.

Dado o contexto, é evidente a necessidade estratégica de desenvolver um direcionador robusto, capacitado para mapear todas as matérias primas, em todos os níveis e etapas dos processos produtivos. Ele deve apresentar os resultados de forma visual e objetiva, fornecendo diretrizes para as necessidades encontradas, objetivando a melhoria contínua e a otimização do uso dos recursos.

Figura 12 - Relação de tipo de projeto e qual ferramenta que indicava sua necessidade

Tipo de Projeto	Indicadores/Direcionadores
Produtividade	Matriz C Análises de produtividade das linhas/processos
Automação	Plano diretor de automação
Novos Produtos	Plano estratégico de tecnologia Demanda comercial
Aumento de capacidade	Plano diretor de capacidade
Melhoria de processo	Benchmarking Análises de produtividade das linhas/processos
Redução de perdas de máquinas	Matriz C
Redução de perdas de matéria prima	Sem direcionador

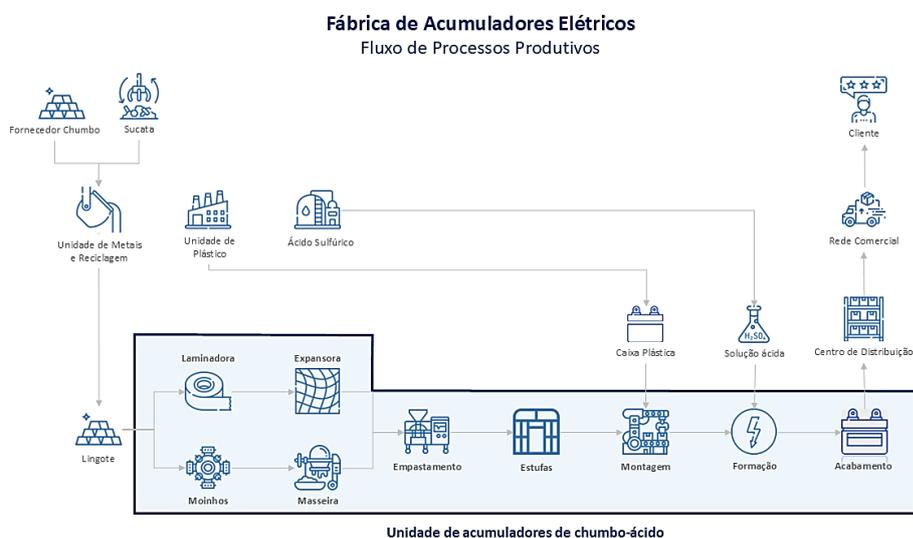
Fonte: Elaborado pela autora

5.1.1.2 Observação

Com o objetivo de desenvolver um direcionador para os projetos de matéria prima, iniciou-se o processo de planejamento de dados necessários para a execução do projeto e do alinhamento dos resultados esperados.

Para conseguir visualizar o consumo de matéria prima de forma que fosse possível analisar todos os níveis do processo de produção na unidade fabril de acumuladores elétricos de chumbo-ácido (figura 13), onde o projeto foi aplicado, mapearam-se os seguintes dados necessários para sua execução:

Figura 13 - Fluxo de processos produtivos da empresa de acumuladores elétricos



Fonte: Elaborado pela autora

- Dados de produção de todos os processos da unidade de chumbo-ácido, sendo eles:
 - Moinhos
 - Laminação
 - Expansão
 - Empastamento e masseira (pois operam se forma unificada)
 - Montagem
 - Formação
 - Acabamento
 - A estufa não será considerada pois não apresenta nenhuma transformação de material, apenas cura e secagem do resultado final produzido no processo de empastamento com finalidade de redução de humidade
- Dados de scrap (refugo) dos processos produtivos listados anteriormente
- Dados de inventário para ajuste de produção
- Dados de consumo de matéria prima
- Fichas técnicas de todos os produtos

Com a disponibilização dos dados citados acima e a definição de uma correlação precisa e estratégica entre eles, torna-se viável o mapeamento das perdas de matéria prima.

5.1.1.3 Análise

Após a identificação das informações críticas necessárias para execução do projeto, iniciou-se o processo de coleta das informações. Essa etapa foi essencial para garantir que os resultados apresentados tivessem uma acurácia máxima e relatassem uma análise completa do consumo ao longo do processo produtivo.

A coleta de dados iniciou com as informações que já estavam disponíveis nos sistemas integrados da empresa. Entretanto, algumas informações não estavam acessíveis, e não havia certeza sobre como seriam obtidas. Para otimizar o processo, esse foco inicial foi direcionado para as informações que já estavam disponíveis, facilitando o avanço das atividades.

Os dados de produção, scrap (refugo), e inventário estavam armazenados no sistema SAP (sistema de gestão integrado adotado pela empresa) e em módulos anteriormente já disponibilizados, o que facilitou sua extração e verificação. Esses dados eram necessários para entendimento do volume de produção de cada processo e de cada modelo de produto final.

No entanto, tanto os dados de consumo de matéria prima por processo como as fichas técnicas de cada modelo apresentavam limitação em sua acessibilidade, embora fossem os dados mais importantes para a análise detalhada do consumo em cada etapa do processo. As fichas técnicas fornecem informações sobre o tipo e quantidade de material prima necessária, enquanto os dados de consumo retratam os tipos componente e as quantidades utilizadas na produção. Uma correção entre essas informações, permite uma avaliação completa da discrepância entre o tipo e as quantidades de material planejado e o utilizado para produção, possibilitando identificar variações negativas e positivas no consumo.

A complexidade desse processo consistia no fato que todas as essas informações necessitavam ter o maior nível de precisão possível, para que as perdas levantadas fossem efetivamente as perdas reais, que aconteciam no processo de produção.

Iniciou-se o processo de mapeamento das áreas que continham ou ainda que pudessem obter essa informação. Houve uma investigação com o setor da produção, a engenharia de processo, o PCP (controle e planejamento da produção), almoxarifado (para analisar a saída dos materiais dos galpões), até que foi observado que todos os dados de produção, entrada e saída de materiais são consolidados pela controladoria, setor imprescindível para o controle e auditoria geral da empresa.

Através de reuniões de alinhamento, com integrantes do setor, foi possível apresentar a necessidade do tema e analisar como seria possível chegar à construção desses dados essenciais para a construção do projeto. Essa comunicação clara e objetiva possibilitou a criação de um pacote de dados que visava analisar as ordens de produção, documento que indica a composição, o período e a quantidade de um lote de produção, e por estratificar essa produção a ordem de produção (OP) reúne as seguintes informações:

- O que produzir? Qual modelo?

- Quando produzir?
- Onde produzir? Em que linha/fábrica?
- Quanto produzir?
- Materiais que serão utilizados

Essas informações juntas, constituiriam o dado principal que estava sendo buscado no projeto. A controladoria então, elaborou um pacote de dados que permitia a visão detalhada de todas as ordens de produção, bem como dos itens que as compunham. Entretanto, a própria produção registra o valor total de matéria prima utilizado por ordem, o que possibilita, com o rastreo adequado e da correlação entre esses dados, construir a informação necessária para o avanço do projeto.

Por outro lado, as fichas técnicas não apresentaram grande dificuldade de acesso. Após a apresentação da necessidade do projeto para os responsáveis pela engenharia de produto, os engenheiros responsáveis pela criação dos documentos, recomendaram o uso dessas informações para as etapas de correlação dos dados, e permitiram acesso à base estendida de dados, que também estava hospedada no ERP SAP. O principal desafio em relação às fichas técnicas não foi a obtenção do acesso, mas sim a definição de quais fichas técnicas utilizar e em qual formato, dentre os que havia disponíveis (pdf, txt e excel). O processo de extração das fichas técnicas, foi lento e complexo, o que exigiu uma cuidadosa análise sobre as opções disponíveis.

Portanto, o processo de levantamento inicial de dados não envolveu apenas a identificação das informações necessárias, mas principalmente o desenvolvimento de um fluxo lógico e estruturado para a sequência do trabalho, garantindo que as informações aplicadas na metodologia de *Business Intelligence* fossem de fato relevantes. Os detalhes específicos sobre a abordagem adotada para a correlação desses dados serão aprofundados na seção 6.1 (Do) desse trabalho.

5.1.1.4 Plano de ação

Após a análise e levantamento dos dados na etapa anterior, foi elaborado um plano de ação para guiar a implementação desses dados. Para estruturar o desenvolvimento dos próximos passos do trabalho e garantir um acompanhamento eficiente da execução, foi criado um cronograma de etapas e ações em formato de gráfico gantt (conforme ilustrado na figura 14). O gantt foi utilizado como uma forte

Dessa forma, foi possível monitorar e ajustar o fluxo de trabalho caso necessário, garantindo o alinhamento dos prazos e objetivos.

Os detalhes específicos sobre o processo de correlações entre os dados e as ações necessárias para execução do projeto, serão discutidos na etapa 'Do' (6.1), que relata o desenvolvimento, onde serão aprofundadas todas as ações executadas durante o trabalho.

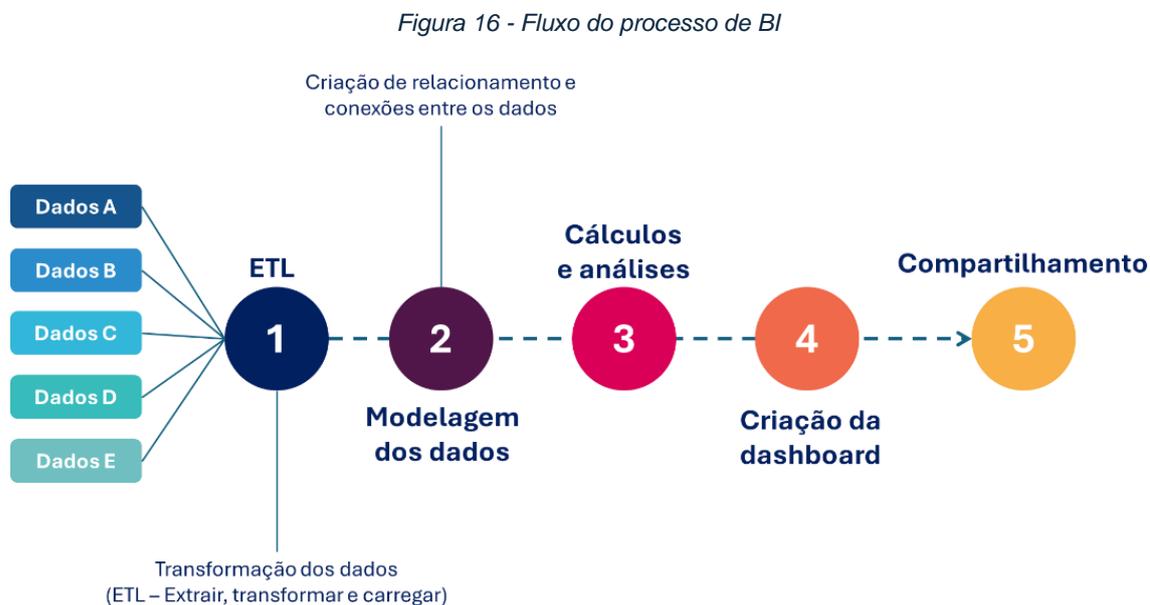
6 DESENVOLVIMENTO

6.1 (D) EXECUÇÃO

A etapa 'Do' do método PDCA e consequentemente do projeto, representa a etapa do "fazer", onde ocorre o desenvolvimento efetivo do projeto. Após o planejamento e análise inicial dos dados, iniciou-se a fase de execução total do projeto. Essa fase foi composta pela coleta, tratamento de dados e aplicação das ferramentas de *business intelligence*. O objetivo dessa fase foi em obter os resultados práticos que irão permitir a correlação dos dados para a análise das perdas de matéria prima.

6.1.1 Processo de BI

Com a ferramenta Microsoft Power BI, escolhida para aplicação do processo de *Business Intelligence*, o processo de desenvolvimento do BI, foi iniciado pelo processo ETL (Extração, Transformação e Carga), que foi fundamental para consolidar e organizar os dados necessários para a análise de perdas de matéria-prima. As etapas deste processo ocorreram como demonstra a figura 16:



Fonte: Elaborado pela autora

6.1.1.1 Extração dos dados

O processo inicial do desenvolvimento, partiu da extração dos dados que foram analisados na etapa de planejamento. Para os dados que já estavam disponíveis no sistema ERP, SAP, o processo foi simples e direto, como demonstra a figura 17:

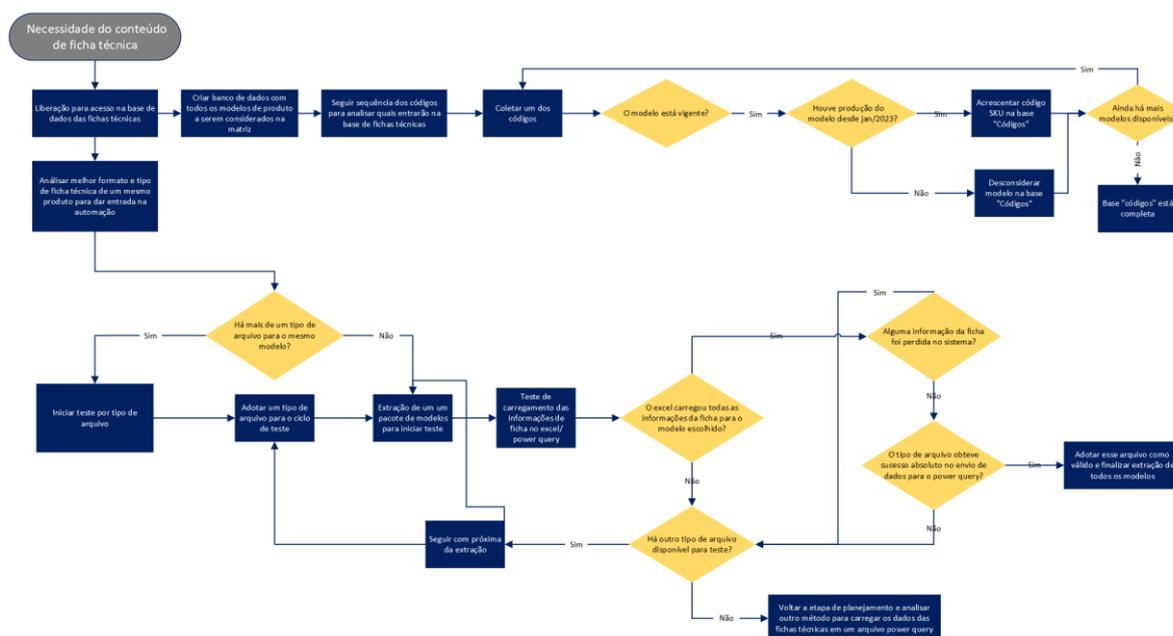
Figura 17 - Processo de extração de dados parte 1



Fonte: Elaborado pela autora

O processo demonstrado acima demonstra todo o processo que fui utilizado para extrair os dados de produção por processo, scrap (refugo) e os dados de ajuste de inventário. Os outros dados apresentaram um processo mais complexo para sua extração, necessitando de um tempo maior de dedicação e análise.

Figura 18 - Processo de extração de dados das fichas técnicas



Fonte: Elaborado pela autora

Como demonstra a figura 18, esse processo teve duas etapas paralelas, uma para construir a base dos códigos skus que seriam considerados no sistema (para consideração da ficha técnica e do seu modelo para fins de análise de perda de matéria prima) e outra etapa sendo necessária para construção de base de dados com todos os modelos de fichas técnicas e suas respectivas informações de quantidade e insumos necessários por SKU.

Como havia três formatos de arquivo diferentes, cada um deles tinha uma estrutura de dados e informações distintas, por isso a necessidade de testar qual tipo de arquivo seria adequado para a estrutura de dados necessária para construir o sistema.

O primeiro tipo de arquivo a ser testado foi o tipo texto (txt), pois a ferramenta Microsoft Excel apresenta uma facilidade para obtenção de dados também dessa forma de arquivo.

Figura 19 - Estrutura do arquivo tipo txt

	Status de erro	valor total	Moeda	Quantidade	unidade
Estrut.cálc.custos					
Produto modelo 1		116,77	BRL		1
Produto modelo 1- formado		109,21	BRL	1	PEC
Produto modelo 1- montado		94,35	BRL	1	PEC
Insumo A		2,54	BRL	1	PEC
Insumo B		2,54	BRL	1	PEC
Insumo C		2,54	BRL	1	PEC
Insumo D		0,47	BRL	1	PEC
Insumo E		0,47	BRL		1
Item1 do insumo E		0,47	BRL	0,057	KG 0005 13H
Item2 do insumo E		0,47	BRL	0,000	TO 0004 13H

Fonte: Elaborado pela autora

Mesmo o arquivo apresentando uma sequência lógica de abertura dos itens (figura 19), não apresentou resultados satisfatórios no teste de compatibilidade para o sistema, pois não tinha seus dados estruturados para o entendimento claro do Excel.

O segundo ciclo de testes foi realizado com o tipo PDF, esse tipo trazia não apenas informações do sku fabricado, mas era o arquivo que continha o maior nível de estratificação dos materiais (figura 20), contendo informações de todos os níveis do processo (já apresentado na figura 13). E exatamente por isso, por conter informação demasiada do processo, esse tipo de ficha técnica, até trazia uma estrutura para estratificação dos níveis de processos, porém como algumas fichas estratificavam ao máximo nível possível, fugiam um pouco da estrutura física do

arquivo. Esse ciclo de testes também não obteve resultados satisfatórios para o projeto, visto que a ficha não continha as informações ideais para serem trabalhadas no projeto e pela falta de estrutura física o Microsoft Excel também não conseguiu carregar todas as informações dos arquivos, deixando a base criada com lacunas de informações. Devido a essas limitações, o tipo de arquivo PDF não apresentou confiabilidade significativa para aplicação no trabalho em questão.

Figura 20 - Estrutura do arquivo tipo pdf

Est.rut.cdic.custos		Status de erro	Valor total	Moeda	Quantidade	Unidade de medida	Recurso
Produto modelo 1		⚠	108,74	BRL	1	PEC	0001 12000157
Produto modelo 1- formado		⚠	103,72	BRL	1	PEC	0001 13009319
Produto modelo 1- montado		⚠	93,73	BRL	1	PEC	0001 13009321
Insumo A		⚠	2,42	BRL	1	PEC	0001 13003010
Insumo B		⚠	2,42	BRL	1	PEC	0011 13003010
Insumo C		⚠	2,42	BRL	1	PEC	0005 13003010
Insumo D		⚠	0,47	BRL	1	PEC	0005 13000400
Insumo E		⚠	0,47	BRL	1	PEC	0005 13003203
Item1 do insumo E		⚠	0,47	BRL	0,057	KG	0005 13003127
Item2 do insumo E		⚠	0,47	BRL	0,000	TO	0004 13003127

Fonte: Elaborado pela autora

Com a falta de sucesso com os dois testes iniciais, um novo ciclo de testes foi iniciado, com o tipo de arquivo em Excel (figura 21). O conhecimento da existência deste tipo de arquivo só existiu após as tentativas constantes, juntos aos stakeholders do projeto, para criar um fluxo lógico de obtenção das informações de ficha técnica, que até então não haviam sido carregadas com sucesso na base criada.

O acesso a esse tipo de arquivo não foi tão acessível como os outros, a liberação do seu acesso ocorreu após uma camada maior de liberação no sistema.

Figura 21 - Estrutura do arquivo tipo excel

Nível explosão	Nº item	Objeto	Nº component	Texto breve objeto	Qtd.c ponente	Unid.med.c ponente
.1	0010		13009319	Produto modelo 1- formado	1	PEC
..2	0010		13009321	Produto modelo 1- montado	1	PEC
...3	0010		13009320	Produto modelo 1-sem tampa	1	PEC
....4	0010		13009318	Conjunto de insumos B	6	PEC
.....5	0030		13004313	Insumo B	30	PEC
.....6	0010		13000656	Item1 do insumo B	30	PEC
.....7	0010		13000369	Item2 do insumo B	1,655	KG
.....8	0010		13000255	Item3 do insumo B	500	KG
.....8	0020		20000000	Item4 do insumo B	-0,001	KG
.....7	0020		18001751		1	PEC
.....7	0030		20000000	Perdas da reprocessadas pela linha	-0,001	KG
.....7	0050		20000084		-0,334	KG
.....6	0020		13000348	Item5 do insumo B	2,640	KG

Fonte: Elaborado pela autora

Por estar totalmente estruturado dentro do próprio ambiente do Excel, os arquivos obtiveram 100% de sucesso em sua transformação, possibilitando a construção de uma base completa, contendo todos os modelos de produto a serem adotados no projeto e todas as suas composições de matéria prima por processo.

6.1.1.2 Transformação dos dados

Após a etapa de extração, os dados brutos passaram por uma fase de transformação para garantir sua adequação e consistência para a análise. As seguintes transformações foram realizadas:

- Limpeza dos dados: Exclusão de dados incoerentes, duplicados, inconsistentes ou com valores ausentes.
- Padronização: Unificação dos formatos de data, unidades de medida (em quilogramas, litros, toneladas, m², m³, a dependes da natureza de cada item) e nomenclaturas de seções de produção para garantir coerência entre diferentes fontes.
 - Criação de categorias de itens
 - Criação de subprocessos para fins comparativos
- Enriquecimento dos dados: Complementação com informações adicionais, como códigos de produtos, e categorias criadas
- Agregação: Agrupamento de dados individuais, como consumo por processo e ordens de produção, em períodos ou níveis de produção relevantes, facilitando a análise posterior.

Figura 22 - Etapas aplicadas no processo de transformação dos dados

ETAPAS APLICADAS	
Fonte	
Navegação	⚙️
Arquivos Ocultos Filtrados1	⚙️
Invocar Função Personaliz...	⚙️
Colunas Renomeadas1	
Outras Colunas Removidas1	⚙️
Coluna de Tabela Expandi...	
Tipo Alterado	
Linhas Superiores Removi...	⚙️
Cabeçalhos Promovidos	⚙️
Colunas Removidas	
Linhas em Branco Removi...	
Tipo Alterado1	

Fonte: Elaborado pela autora

6.1.1.3 Carregamento dos dados

A última etapa do processo de ETL envolveu a carga dos dados transformados no ambiente de Business Intelligence (BI), utilizando a ferramenta Power BI para a criação de relatórios e dashboards interativos. As etapas de carga incluíram:

- Importação das planilhas Excel para o Power BI: foram realizadas modelagens adicionais para garantir a correta integração entre as diferentes fontes de dados (produção, scrap, fichas técnicas, etc).
- Definição de relacionamentos entre as tabelas de dados: planejamento para assegurar que as correlações pudessem ser feitas de forma eficaz, permitindo uma análise multidimensional.
- Verificação final: verificação geral da consistência dos dados carregados e geração de visualizações preliminares para garantir que os dados estavam prontos para serem explorados nas etapas analíticas seguintes.

Com a conclusão das três etapas do processo de ETL (extrair, transformar e carregar), os dados foram preparados para suportar todas as análises previstas no processo.

6.1.1.4 Modelagem dos dados

Para a modelagem das informações dentro do Power BI, foi essencial organizar, relacionar e estruturar as bases de dados, garantindo que as análises fossem coerentes e que tais informações pudessem ser integradas. O ponto de partida desse processo focou em modelar a base principal do sistema, a base de fichas técnicas. Como relatado na sessão 5.1.2.1.1 (extração dos dados), a base com todos os códigos dos SKUS e suas respectivas informações técnica do processo, a “Base Fichas”, tinha a seguinte estrutura como relatado na figura 23.

Figura 23 - Estrutura que estavam os dados de ficha técnica na base criada

Código SKU	Modelo SKU	Código do material	Unidade de medida	Quantidade	Material
12345678	Produto A	1234	kg	1,5	Chumbo
12345678	Produto A	1235	Peça	1	Conjunto plástico
12345678	Produto A	1236	Unidade	36	placas
12345678	Produto A	1237	m ²		Separador
13249878	Produto B	1234	kg	1,8	Chumbo
13249878	Produto B	1235	Peça	1	Conjunto plástico
13249878	Produto B	1236	Unidade	41	placas
13249878	Produto B	1241	L	1,05	Solução Ácida

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 24 - Estrutura que estavam os dados de ficha técnica na base consumo

Ordem de produção	Código SKU	Modelo SKU	Código do material	Material	Consumo	UM Material consumido
7263644	12345678	Produto A	1234	Chumbo	2,3	kg
7263644	12345678	Produto A	1235	Conjunto plástico	2	Unidade
7263644	12345678	Produto A	1236	placas	45	Unidade
7263644	12345678	Produto A	1237	Separador	2,8	m ²
7263644	12345678	Produto A	1244	Estanho	0,8	kg
7263644	12345678	Produto A	1233	Filme plástico	2,9	m
7263644	12345678	Produto A	1238	óxido	1	t

Fonte: Elaborado pela autora

Já a base de consumo, que foi construída pela controladoria, tinha a estrutura de informações com base no exemplo da figura 24. Portanto, para a modelagem desses dados no Power BI, foi necessário unificar essas duas bases, em uma base única, consolidando as informações de produto, produção, item e consumo em uma única base, para facilitar os outros processos de correlação dos dados.

A correlação desses dados partiu da identificação das chaves que eram comuns entre as planilhas, como o campo “Códigos SKU” e “Código do material”. Essa correlação permitiu cruzar dados de diferentes origens, possibilitando uma visão unificada de cada produto, com os itens da sua ficha técnica e o consumo real de materiais, nomeada de “Base Análise Histórica”. Tal base foi formada ao associar a quantidade prevista de cada material (com base na ficha técnica) com o consumo registrado em cada ordem de produção.

Com a base principal formada dentro do ambiente Power BI, outras bases foram sendo correlacionadas de acordo com a necessidade das análises.

Como os itens apresentavam diferentes unidades de medida, como quilograma, toneladas, litros, metros quadrados, unidades, entre outras, não era possível compará-los diretamente por serem de naturezas distintas. Dessa forma, surgiu a necessidade de criar uma base categorias, onde itens com características semelhantes fossem agrupados sob uma única categoria. Por exemplos, os 40 tipos de filme plásticos utilizados nas embalagens foram classificados em uma única categoria, “filme”, facilitando a análise e comparação entre eles.

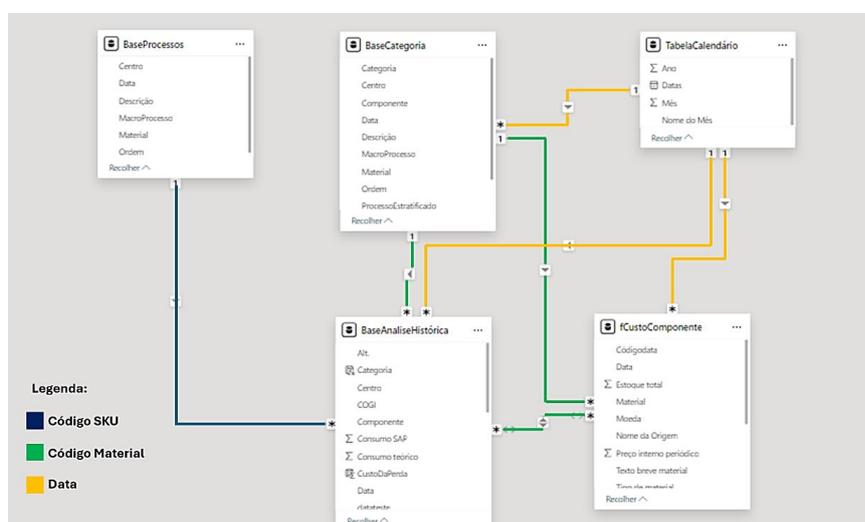
Além da criação da base de categoria, também foi necessário desenvolver uma base de processos. Essa nova fonte, foi fundamental para estratificar a origem dos itens em cada ordem de produção, a fim de identificar sobre qual parte do processo essa produção pertencia. Por isso, tornou-se mais fácil o entendimento sobre onde

cada material estava sendo consumido, o que permitiu uma segmentação mais detalhada nas análises e nos gráficos. Essa segmentação possibilitou uma visualização dos dados de maneira estruturada, facilitando a identificação de problemas específicos de cada nível do processo. A criação dessa base foi feita utilizando o código das ordens de produção, já que os dados de produção previamente obtidos relacionavam cada ordem a uma UGB (Unidade Básica de Gerenciamento). Na empresa em questão, os gestores de processo possuem uma identificação de UGB associada a cada etapa, o que permitiu uma rastreabilidade eficiente dentro do fluxo produtivo.

Outra correlação fundamental, foi com a base de custos de cada item de matéria prima ao longo do tempo. Devido à oscilação dos custos de matéria prima de um mês para o outro, foi necessário relacionar os dados não apenas ao código do item, mas também ao período exato que o consumo ocorreu. Isso permitiu uma análise mais fiel às oscilações de preço ao longo do tempo.

Após a estruturação das bases, a correlação estratégica entre elas era fundamental. Na etapa de *Business Intelligence* a conexão entre as diversas fontes de cada, oriundas de cada base, foi realizada utilizando os campos primários de cada tabela. A figura 25 demonstra quais dados foram relacionados pela tabela, para gerar uma conexão integrada aos dados, possibilitando uma visão unificada do processo produtivo e suas intercorrências.

Figura 25 - Modelagem dos dados e exemplificação da correlação realizada entre os dados em comum



Fonte: Elaborado pela autora

Como pode ser observado na figura 25, a estrutura final do relacionamento conectou as bases "BaseCategoria", "BaseProcessos", "BaseAnáliseHistórica", "TabelaCalendário" e "CustoComponente" e a tabela calendário é importante para permitir realizar análises ao longo do tempo.

Essa modelagem de dados tornou-se o guia base do sistema BI, pois permite fazer comparações entre consumo, realização, modelo e o planejamento. A partir dessa modelagem foi possível criar fórmulas DAX específicas para serem utilizadas nos gráficos de análises, entre elas:

- Perda de matéria prima:
 - Subtrai o consumo real do consumo de ficha técnica de cada material utilizando nos processos produtivos
- Custo da perda:
 - Multiplica o custo em reais do material pelo resultado obtido no cálculo da perda (utiliza o custo mensal e relaciona com a perda naquele mesmo período)
- Porcentagem da perda
 - Porcentagem da perda em relação ao total de matéria prima que deveria ter sido utilizado pela ficha
- Total consumo de ficha
 - Soma do total de matéria prima que deveria ser utilizado na produção de cada modelo
- Total consumo real
 - Soma do total de matéria prima que deveria ser utilizado na produção de cada modelo

6.1.1.5 Criação de Dashboard

A criação do *dashboard* teve o objetivo de unificar as informações obtidas com a correlação dos dados, e representá-las de forma visual, e com clareza, para permitir análises detalhadas sobre a perda de matéria prima, como perda por categoria, histórico de perdas, modelo com maior perda e a estratificação desses itens, etc. A partir disso, foram gerados gráficos que ajudam os gestores na identificação das

principais áreas problemáticas, facilitando a tomada de decisões para reduzir custos e otimizar o uso de materiais.

Todos as possibilidades de tipos de informação foram mapeadas durante a análise prévia dos dados, resultando em duas principais frentes de atuação, custo e quantidade. Com esses dois fortes critérios a serem trabalhados, a construção dos painéis se dividiu em três análises: consumo, custo e modelo.

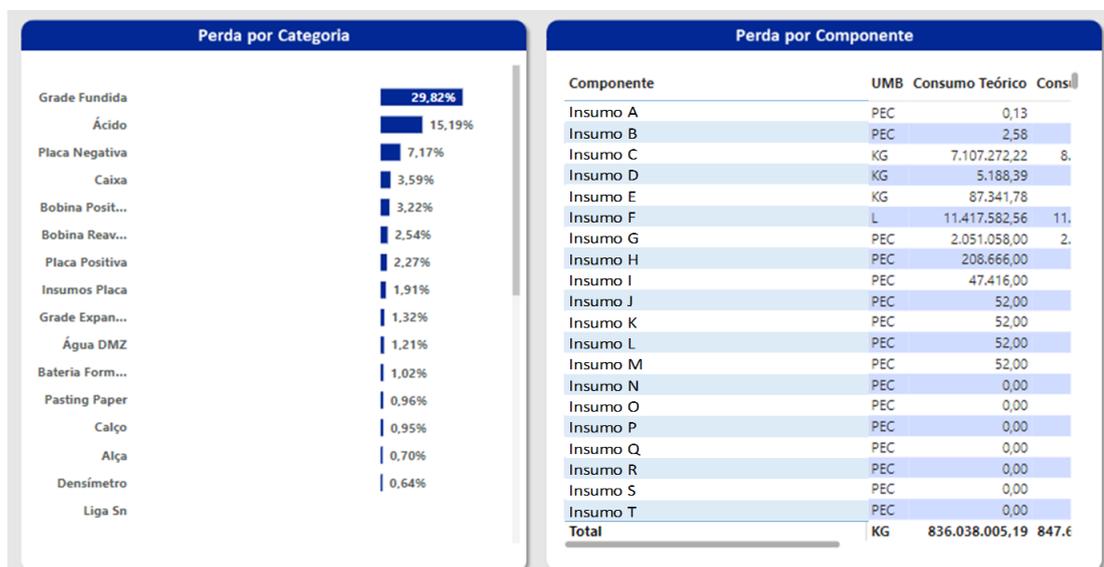
6.1.1.5.1 Painel Consumo

Para o primeiro painel, era fundamental quantificar toda a perda de material. Para visualizar essa informação, foram criados dois gráficos, como demonstrado na figura 26. O gráfico “Perda por categoria” fornece uma visão detalhada de quais categorias de materiais estão gerando as maiores perdas, essa análise considera:

$$\% \text{ Perdas} = \frac{(\sum_1^n \text{Consumo real} - \sum_1^n \text{Consumo teórico})}{\sum_1^n \text{Consumo teórico}}$$

Esses resultados foram relacionados as categorias criadas na etapa 5.1.2.1.4, e apresentados em forma de gráfico de barras, demonstrando uma visão analítica da porcentagem perdida por categoria em relação a quantidade que deveria ter sido utilizada no processo.

Figura 26 - Painel Consumo



Fonte: Elaborado pela autora

Além disso, para facilitar o entendimento dessa perda de material, o painel consumo também apresentou a matriz “perda por componente”, composta pelos campos: componente, unidade de medida, consumo teórico, consumo real e a porcentagem da perda (sendo justamente a porcentagem de perda entre o consumo real pelo teórico). Dessa forma, foi possível analisar os itens que integram cada categoria.

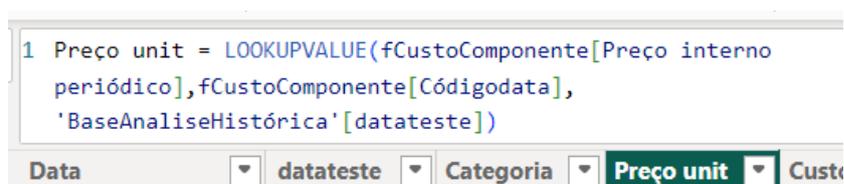
6.1.1.5.2 Painel Custo

A construção das análises de custo (figura 29) foi a mais importante dentro de todos os painéis, pois retratou a perda financeira que a empresa apresenta por ineficiência na utilização dos insumos necessários no processo.

Para uma análise completa, foram elaborados quatro gráficos, todos contendo informações de custo, mas cada um com perspectivas distintas, que ao serem avaliadas em conjunto, essas diferentes perspectivas se complementavam.

Para obter os dados financeiros que quantificavam a perda de matéria prima, foi criada uma correlação entre a base custos (custo componente) que continha o custo de cada insumo, e calculada pela quantidade perdida de cada insumo (figura 28).

Figura 27 - Fórmula criada para correlacionar o preço do insumo na base de consumo



```
1 Preço unit = LOOKUPVALUE(fCustoComponente[Preço interno
períodico],fCustoComponente[Códiгодata],
'BaseAnaliseHistórica'[datateste])
```

The screenshot shows a spreadsheet interface with a formula bar. The formula is: `1 Preço unit = LOOKUPVALUE(fCustoComponente[Preço interno periódico],fCustoComponente[Códiгодata], 'BaseAnaliseHistórica'[datateste])`. Below the formula bar, there are several dropdown menus: 'Data', 'datateste', 'Categoria', 'Preço unit', and 'Custo'.

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 28 - Fórmula criada para calcular o custo da quantidade de insumo perdida



```
1 CustoDaPerda = 'BaseAnaliseHistórica'[Preço unit]
*'BaseAnaliseHistórica'[Diferença]
```

The screenshot shows a spreadsheet interface with a formula bar. The formula is: `1 CustoDaPerda = 'BaseAnaliseHistórica'[Preço unit] * 'BaseAnaliseHistórica'[Diferença]`. Below the formula bar, there are several dropdown menus: 'datateste', 'Categoria', 'Preço unit', and 'CustoDaPerda'.

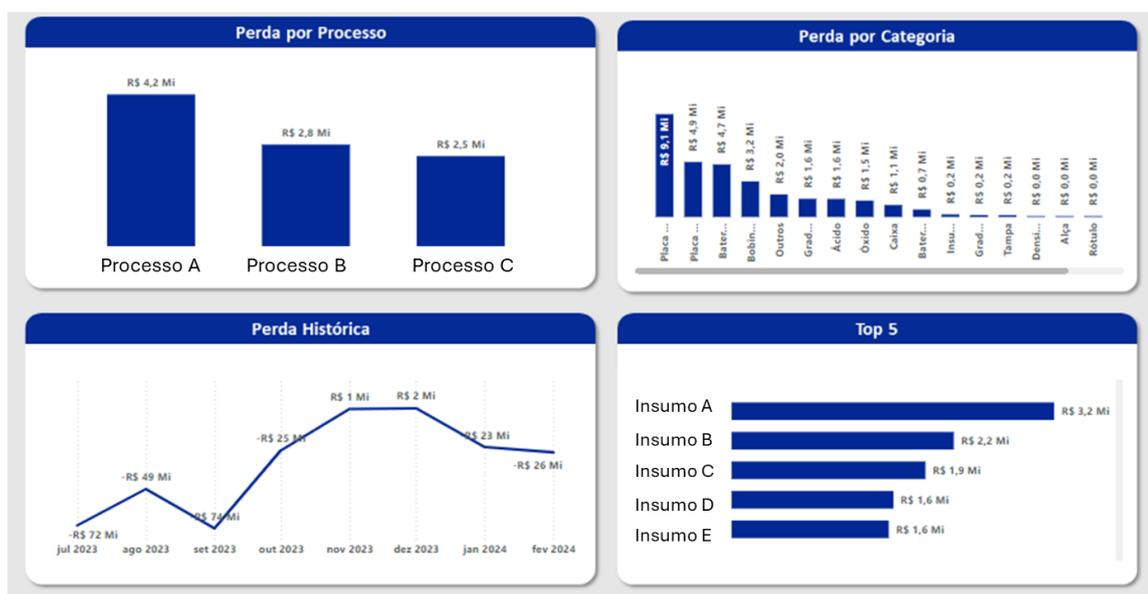
Fonte: Elaborado pela autora

Esse cálculo foi base para a construção de todo o painel de análise dos custos, seguindo a seguinte construção:

- Perda por processo: gráfico de colunas que analisa financeiramente o valor perdido de insumo por cada processo
- Perda por categoria: gráfico de colunas que demonstra o custo perdido de insumo em cada categoria
- Perda histórica: gráfico de linhas que relata o total perdido em insumos ao longo dos meses
- Top 5: Gráfico de barras que somatiza a perda por insumo, classificado em ordem decrescente para que as maiores perdas sejam destacadas

Com esses gráficos, o painel torna-se interativo e visualmente atraente, oferecendo uma análise detalhada sobre a perda financeira relacionada à matéria-prima. Essas visualizações aumentam a relevância do tema e fornecem informações valiosas que podem apoiar a tomada de decisões estratégicas, especialmente no que diz respeito à priorização e resolução dos problemas identificados.

Figura 29 - Painel custo



Fonte: Elaborado pela autora

6.1.1.5.3 Painel Modelo

Este painel foi desenvolvido com o objetivo de estratificar, no nível de interesse da organização, os modelos de produtos que apresentavam perdas, além de detalhar quais insumos desses produtos eram responsáveis por tais perdas. Com essa abordagem, torna-se possível identificar os produtos com maior índice de perda e,

dentro de cada modelo, determinar quais insumos necessitam de otimização em seu processo de utilização, visando reduzir a perda de matéria-prima e aumentar a eficiência.

O painel apresenta dois dados, uma matriz, que apresenta a soma do custo da perda por modelo, e cada modelo está agrupado em seu processo de origem (figura 31).

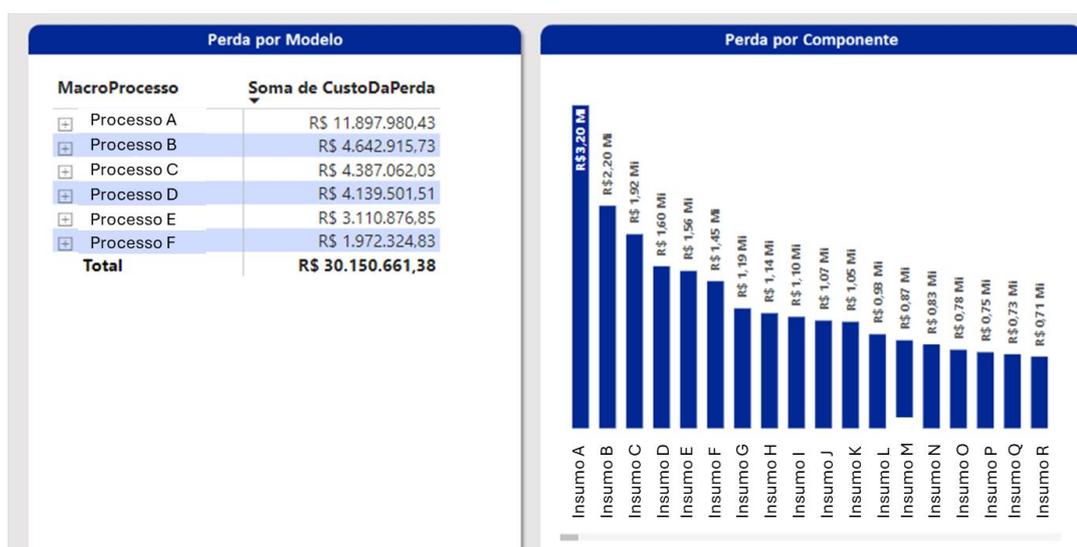
Também há um gráfico de colunas, que se apresenta como o ponto chave desse painel, pois classifica os insumos com maiores perdas. Ou seja, quando um modelo específico é escolhido dentro da matriz, esse gráfico segmenta os dados daquele modelo e apresenta apenas as perdas contidas no modelo escolhido, permitindo uma visão sobre as perdas específicas do modelo (exemplo na figura 32).

Figura 30 - Forma que os modelos estavam agrupados na matriz



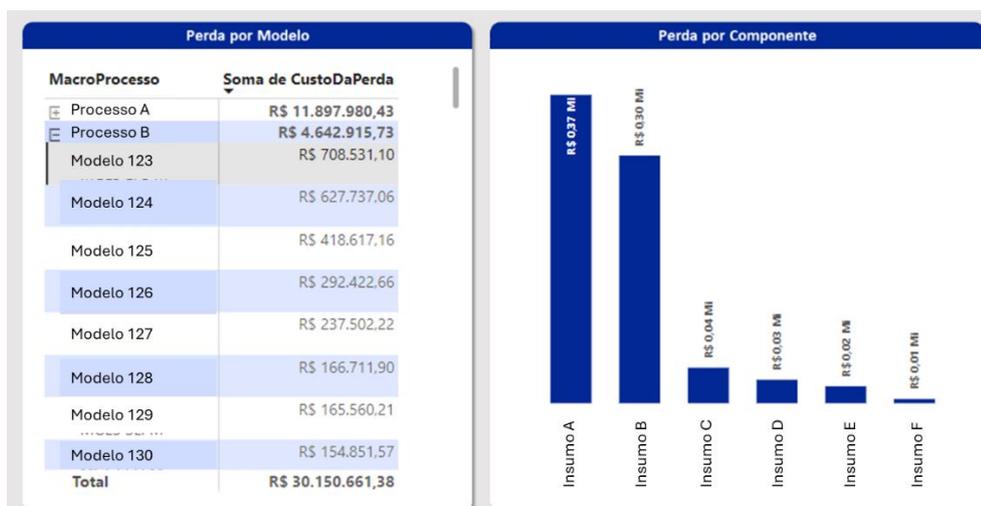
Fonte: Elaborado pela autora

Figura 31 - Painel custo



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 32 - Exemplo da segmentação de um modelo



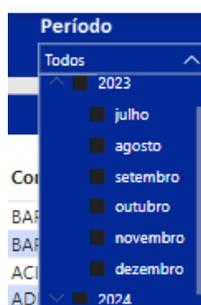
Fonte: Elaborado pela autora

6.1.1.5.4 Interação dos gráficos e segmentação dos dados

Para que o resultado apresentado em todos os painéis apresentasse dados reais e atendessem a necessidade de análise do usuário, em todos os painéis foram implementadas as seguintes ferramentas:

- Segmentação de dados por período: Com essa funcionalidade, cada gráfico pode ser analisado no período selecionado, permitindo que, ao escolher um intervalo de tempo específico, todos os dados sejam atualizados automaticamente para refletir as informações relevantes dentro desse período, proporcionando uma visão dinâmica e contextualizada, facilitando a análise de tendências e apoiando decisões mais precisas com base no cenário temporal escolhido (figura 33)

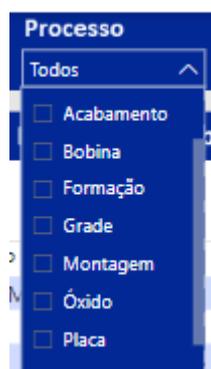
Figura 33 - Campo de segmentação por período



Fonte: Elaborado pela autora

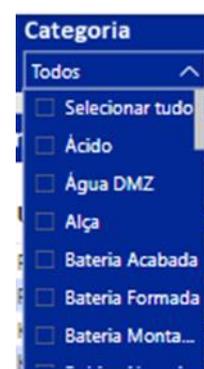
- Segmentação por processo: Com essa funcionalidade, a estratificação por tipo de processo permite uma análise mais detalhada e específica, possibilitando que cada gráfico seja ajustado conforme o processo selecionado. Ao escolher um processo produtivo específico, como montagem, empastamento ou laminação, todos os dados e indicadores são atualizados automaticamente para refletir o desempenho e as perdas relacionadas exclusivamente a essa etapa do processo. Essa segmentação oferece bons insights, que permitem identificar de forma clara em quais processos ocorrem as maiores perdas de matéria-prima, bem como avaliar o impacto dessas perdas em termos financeiros. Com essas informações, é possível priorizar ações de melhoria, ajustar recursos e aplicar soluções mais adequadas a cada estágio da produção (figura 35).

Figura 35 - Segmentação por processo



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 34 - Segmentação por categoria



Fonte: Elaborado pela autora

- Segmentação por categoria: Com as categorias criadas anteriormente para agrupar insumos semelhantes, essa segmentação permite observar qual impacto de cada categoria filtrada e assim analisar o comportamento desta na perda financeira apresentada (figura 34)

6.2 (C) VERIFICAÇÃO

A etapa de verificação foi realizada como uma “auditoria” dos dados apresentados em parceria com a controladoria. Vários testes foram realizados analisando por tipo de insumo dentro de um período específico, para verificar se os resultados apresentados estavam condizentes com a realidade.

6.3 (A) ATUAÇÃO

A atuação específica para resolução do problema de perda, é a grande saída desse trabalho. O trabalho de correção foi desenvolvido pelos times técnicos dentro das áreas de engenharia da empresa. Esse trabalho direcionou quais projetos precisavam ser realizados e quais insumos precisavam ter sua perda reduzida.

7 RESULTADOS

Conforme visto no capítulo anterior, foram elaborados três painéis para análises:

1. Painel consumo:

- a. Apresenta análise detalhada da perda de matéria prima dentro do processo produtivo, ajudando a identificar as categorias de materiais que geram as maiores perdas quanto os componentes individuais mais críticos de casa categoria.

2. Painel custo:

- a. Fornece uma análise detalhada sobre a perda financeira gerada pela ineficiência no uso de insumos. Permitindo uma visão financeira sobre onde estão as maiores perdas, tanto a nível de categoria de materiais quanto em processo.

3. Painel modelo:

- a. Fornece uma análise segmentada das perdas de matéria prima aos diferentes tipos de modelos de produtos. Permitindo identificar os produtos com maior valor de perda (em reais), e detalha a perda dos insumos que contribuem para a perda total desse modelo.

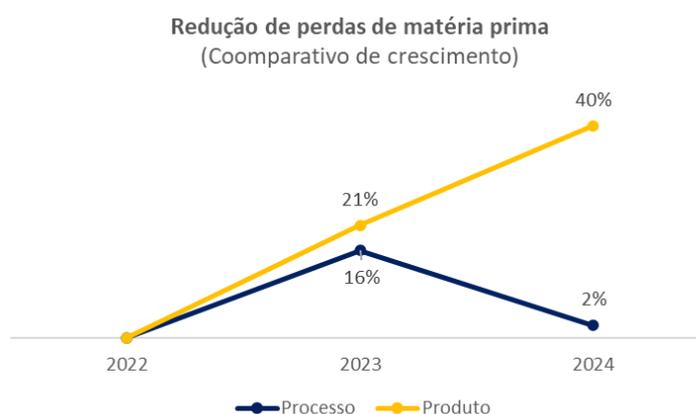
Figura 36 - Painel inicial da matriz



Fonte: Elaborado pela autora

Apesar dos desafios enfrentados e da complexidade do trabalho para correlacionar os dados de forma precisa, o projeto conseguiu alcançar os objetivos propostos.

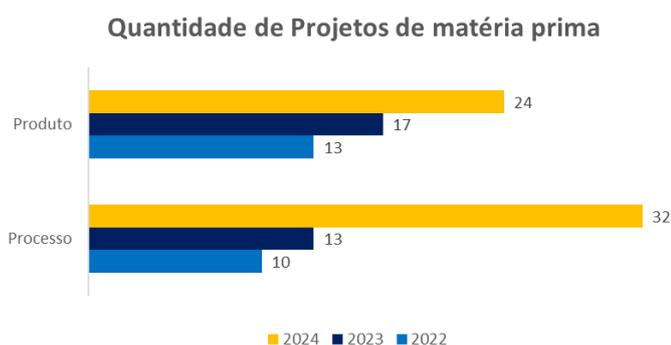
Figura 37 - Crescimento percentual do resultado dos projetos



Fonte: Elaborado pela autora

O gráfico da figura 37 demonstra um crescimento expressivo na redução de perdas de matéria prima, após a implementação da ferramenta no início de 2024. O crescimento de 40% nos resultados financeiros obtidos com os projetos, demonstra o impacto positivo dessa ferramenta na gestão da empresa, permitindo a identificação das perdas mais críticas. Isso proporcionou à equipe técnica uma visão mais clara dos principais pontos de melhoria, priorizando os itens com maior impacto financeiro, conforme indicado na curva ascendente da linha de "Produto". Esse crescimento expressivo na engenharia de produto se deve ao fato de que 100% dos projetos realizados por essa área, focam em matéria prima, reforçando a importância da área e da ferramenta para a obtenção dos resultados.

Figura 38 - Quantidade dos projetos de matéria prima realizados por ano



Fonte: Elaborado pela autora

A figura 38 demonstra o aumento significativo da quantidade de projetos realizados. Esse crescimento reflete a adoção eficiente da ferramenta “matriz de matéria prima” como ferramenta estratégica para atender às metas da empresa, especialmente no que desrespeito à redução de perdas.

Além disso, é possível observar que o atingimento dos objetivos desse trabalho foi atingindo pela seguinte relação:

- 1) Para o objetivo: desenvolver uma ferramenta que seja um indicador para os itens de matéria prima que apresentam perda dentro do processo produtivo:
 - a. Os três painéis combinados, formam uma poderosa ferramenta de identificação de perdas de matéria prima dentro do processo produtivo. Ela oferece uma visão completa sobre onde as perdas ocorrem, quais são os insumos mais impactados e em quais etapas do processo elas se apresentam. Além disso, a ferramenta é capaz de estratificar informações ao ponto do usuário conseguir identificar as perdas de insumos dentro de um produto específicos, auxiliando não apenas trabalhos de forma macro para processo e tipo de insumo, como também para trabalho focado por modelo de produto. Com os dados fornecidos pelos painéis é possível:
 - i. Visualizar as categorias de material que estão perdendo mais em quantidade, permite que a equipe técnica identifique quais itens são mais críticos em termos de desperdício no processo produtivo;
 - ii. Priorizar esforços em itens que representam grandes prejuízos financeiros;
 - iii. Identificar quais produtos e processos específicos têm maiores problemas com a utilização de insumos, ajudando a equipe a otimizar processos e reduzir perdas em produtos chave.

Com a ferramenta, a empresa ganha uma visão analítica acerca da ineficiência no uso dos seus insumos, e isso permite identificar onde as perdas acontecem, quais são essas perdas e principalmente, priorizar a resolução desses problemas com base no impacto financeiro e na capacidade de

resolução pelo conhecimento técnico do time da engenharia, tornando a ferramenta um indicador eficiente para direcionar as ações de redução e alinhamento com as metas da empresa.

2) Para o objetivo: Desenvolver uma ferramenta que auxilie a empresa no atingimento de metas estratégicas incorporadas pelo seu próprio planejamento estratégico, que estão diretamente ligadas a redução de perda.

a. Foi identificado que nem sempre a maior perda em quantidade representa a maior perda financeira, ou a um impacto maior para a empresa. Insumos que apresentam alto volume de perda, podem ter um custo baixo atrelado, como insumos com alto custo, podem gerar um volume de perda que financeiramente ultrapasse o impacto financeiro que um item que tenho volume menor.

Com isso, a ferramenta permite a organização, priorizar os projetos de redução de matéria prima, em itens que representem maior impacto para o seu resultado.

b. A ferramenta contribuiu diretamente para o atingimento da meta estratégica da empresa que visa “reduzir R\$ 13 milhões em projetos de redução de perda de matéria prima”. Antes do desenvolvimento desse trabalho, a empresa não possuía uma ferramenta que direcionasse projetos para esse tipo de trabalho e que focasse no atingimento dessa meta específica. Com a aplicação dessa ferramenta a empresa pode traçar um plano estratégico de quais projetos serão realizados por tipo de insumo, a nível de processo e produto, o que facilitará o atingimento da meta e será essência do plano de atingimento desse resultado.

c. Além de todos os outros resultados, esse trabalho está diretamente alinhado com os seguintes princípios da empresa:

i. Queremos sempre realizar mais e melhor. Não nos acomodamos com os resultados conquistados

ii. A melhoria contínua e o aprendizado constante fazem parte da nossa cultura e mantém a empresa viva e forte.

- iii. O futuro da nossa empresa depende da nossa capacidade de gerar resultado
- iv. O método PDCA, base do nosso sistema, é vital para atingirmos e mantermos nossos resultados.

8 CONCLUSÃO

A ferramenta desenvolvida não apenas atingiu o objetivo proposto, como também se mostrou fundamental para o alinhamento das metas estratégicas da empresa com os projetos de redução de custo. Ao disponibilizar uma visão integrada e detalhada das perdas, a empresa detém de informações necessárias para tomar decisões estratégicas que impactarão diretamente sua eficiência e competitividade no mercado.

Além de proporcionar melhorias para a empresa, esse trabalho também contribuiu para demonstrar a relevância da aplicação de ferramentas de inteligência de negócios (BI) e como elas podem facilitar para informações e apoios para tomada de decisão dentro das empresas.

Para trabalhos futuros, seria interessante implementar uma estratificação das linhas de produção e seus respectivos turnos. Essa abordagem permitirá uma análise mais detalhada das perdas, facilitando a identificação de soluções eficazes.

Nesse contexto, identificou-se a oportunidade de desenvolver um simulador de matéria prima, com o objetivo de analisar o comportamento dos insumos na produção de um modelo específico de produto. Essa ferramenta permitirá que a equipe de desenvolvimento identifique quais itens geram os maiores custos dentro do modelo e simule como ficaria o custo do produto vendido (CPV) caso esses insumos fossem otimizados, seja por meio da mudança de fornecedor ou do tipo de aplicação. Essa abordagem não só facilita a resolução de problemas relacionados a perdas, mas também proporciona uma análise mais estratégica e eficiente no processo de desenvolvimento do produto.

Este trabalho pode ser ampliado ao relacionar os dados de qualidade dos produtos com os resultados de testes nas linhas de produção. Através da correlação entre os indicadores de qualidade e os tipos específicos de perda, é possível gerar insights gerenciais mais abrangentes. Isso adiciona uma camada extra de análise, além do que já foi apresentado em termos de custo e quantidade de perdas. Assim, a qualidade torna-se uma frente igualmente essencial, oferecendo uma visão mais completa sobre o desempenho do produto e suas oportunidades de melhoria no processo produtivo.

Por mais que esse trabalho tenha dados atualizados mensalmente, ele segue sendo refinado e atualmente está em ampliação para outras unidades fabris da organização.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, F. et al. **Aplicação do método PDCA para solução de problemas: estudo de caso em uma alimentícia no triângulo mineiro**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, v. 37, p. 12-27, 2017.
- BENTLEY, D. **Business Intelligence and Analytics**. New York: Library Press, 2017.
- BOER, Harry; BERGER, Anders; CHAPMAN, Ross; GERTSEN, Frank (eds.). **CI Changes: From Suggestion Box to Organizational Learning, Continuous Improvement** in Europe and Australia. Ashgate: Aldershot, 2000.
- CAMBI, A. et al. **Tecnologia na movimentação de materiais: uma ferramenta de auxílio na redução de custos**. *Revista Diálogos Interdisciplinares*, n. 8(5), p. 132-143, 2019.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 9. ed. Nova Lima: Falconi Editora, 2014.
- DAVENPORT, T. H. **Competing on analytics**. *Harvard Business Review*, v. 84, n. 1, p. 98, 2006.
- DE ARAUJO, C.; RENTES, A. **A metodologia kaizen na condução de processos de mudança em sistemas de produção enxuta**. *Revista Gestão Industrial*, v. 2, n. 2, 2006. – Acesso:04/06/2024
- FALCONI, Vicente. **Gerenciamento pelas diretrizes**. 5ª ed. Brazil: Falconi editora, 2013
- GARDINER, Paul. **Project Management: A Strategic Planning Approach**. Londres: Bloomsbury Publishing, 2017.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GLOVER, W. J.; FARRIS, J. A.; VAN AKEN, E. M. **Kaizen Events: Assessing the Existing Literature and Convergence of Practices**. *Engineering Management Journal*, v.26, n.1, 2014.

GOOGLE CLOUD. **Looker Studio**. 2023. Disponível em: <https://cloud.google.com/lookerstudio?hl=pt-br>. Acesso em: 27 out. 2024.

IMAI, Masaaki. **Gemba kaizen**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2014

KERZNER, Harold. **Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling**. 12. ed. Hoboken: Wiley, 2017.

KIMBALL, R.; ROSS, M. **The Data Warehouse Toolkit**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus. Disponível em: <https://acervo-digital.espm.br/EBOOKS/2020/382023.pdf>. Acesso em: 26 set. 2024.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MACHADO-DA-SILVA, C. L.; FONSECA, V. S. **Competitividade organizacional: uma tentativa de reconstrução analítica**. Organizações & Sociedade, v. 4, p. 97-114, 1996.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

MICROSOFT. **Power BI Página inicial**. 2023. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/pt-br/desktop/>. Acesso em: 27 out. 2024.

MUSSKOPF, Gabriela Witz. **Análise das ferramentas de business intelligence utilizadas por empresas brasileiras**. 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/169985>. Acesso em: 05 out. 2024.

NOGUEIRA, B. R. de A. **Método de utilização de Business Intelligence para tomada de decisões estratégicas da gestão logística de um centro de distribuição**. 2021. 60 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro Universitário Christus, Fortaleza, 2021.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ORACLE. **Oracle Business Intelligence**. 2023. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/businessanalytics/business-intelligence/technologies/bi.html>. Acesso em: 27 out. 2024.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos Práticos**. São Paulo: Atlas, 2012.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos Práticos**. São Paulo: Atlas, 2012.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. **The Standard for Portfolio Management**. 3. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2013.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. **Um guia de conhecimento em gerenciamento de projetos**. Guia PMBOK 6ª ed. Estados Unidos: Project Management Institute, 2017.

QLIK. **Qlik Sense Página inicial**. 2023. Disponível em: <https://www.qlik.com/pt-br/products/qliksense>. Acesso em: 27 out. 2024.

QUINQUIOLO, J. M. **Avaliação da eficácia de um sistema de gerenciamento para melhorias implantado na área de carroceria de uma linha de produção automotiva**. Taubaté/SP: Universidade de Taubaté, 2002.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

TABLEAU. **Página inicial**. 2023. Disponível em: <https://www.tableau.com/pt-br>. Acesso em: 27 out. 2024.

THOMPSON, O. **Business intelligence success, lesson learned**. 2004. Disponível em: http://www.ism.co.at/analyses/Business_Intelligence/Success_Analysis.html. Acesso em: 12 set. 2024.

TURBAN, E.; SHARDEN, R.; DELEN, D. **Business Intelligence: A Managerial Approach**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2011.

WERKEMA, C. **Lean Six Sigma: introdução às ferramentas do lean manufacturing**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.