



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Engenharia Industrial 4.0



Juliana Catelli

Giuliano da Silva Andreatta

Mirian Nunes Alves Afonso

Tatyane de Fatima Rodrigues

MELHORIA NA FALTA DE MATÉRIA PRIMA NA INDÚSTRIA DE ESQUADRIAS E FACHADA DE ALUMÍNIO

CURITIBA
2023

Juliana Catelli
Giuliano da Silva Andreatta
Mirian Nunes Alves Afonso
Tatyane de Fatima Rodrigues

MELHORIA NA FALTA DE MATÉRIA PRIMA NA INDÚSTRIA DE ESQUADRIAS E FACHADA DE ALUMÍNIO

Monografia apresentada como resultado parcial
à obtenção do grau de Especialista em
Engenharia da Qualidade 4.0 - Certificado Black
Belt. Curso de Pós-graduação Lato Sensu,
Setor de Tecnologia, Departamento de
Engenharia Mecânica, Universidade Federal do
Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Donatto

**CURITIBA
2023**

RESUMO

A empresa em estudo encontra-se no município de Araucária no Paraná, seu foco é a produção de esquadrias e fachadas, tendo como matéria prima principal o alumínio. Para garantir a produção eficiente, a organização dispõe de três almoxarifados: um para vidros, outro para perfis de alumínio e um terceiro para acessórios, que contemplam todas as matérias primas necessárias para a fabricação. Todas as vezes em que faltam materiais ou alguma situação é identificada fora dos procedimentos da empresa, os colaboradores solicitam ao setor de qualidade o registro de não conformes chamado de B.Os. Para o estudo e análise serão considerados os registros relacionados a falta de matéria prima nos almoxarifados de perfil e acessórios, pois o almoxarifado de vidros possui um requisito a mais que seriam as quebras de vidros que podem ocorrer na carga do fornecedor durante a entrega e no próprio almoxarifado, pois se trata de um material mais sensível.

Palavras-chave: Esquadrias, matéria prima, não conformidade, DMAIC.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figure 1: DMAIC	8
Figure 2: Classificação de problemas	10
Figure 3: Classificação de problemas	11
Figure 4: Material faltando- comportamento ao longo do tempo	12
Figure 5: Cronograma do projeto	13
Figure 6: SIPOC	14
Figure 7: Estratificação de problemas por departamento	15
Figure 8: Estratificação de material faltando dentro do departamento técnico	16
Figure 9: Estratificação - falha na emissão de lista	17
Figure 10: Comportamento dos focos ao longo do tempo.....	17
Figure 11: Comportamento dos focos eliminando os mais incidentes.....	18
Figure 12: Extratos mais significativos	19
Figure 13: Metas específicas x comportamento esperado	20
Figure 14: Panorama de redução de incidentes.....	20
Figure 15: Brainstorming	23
Figure 16: Software	25
Figure 17: Planejamento e processo	26
Figure 18: Planejamento e processo continuação	27
Figure 19: Desenvolvimento humano	28
Figure 20: Atividades desenvolvidas na empresa	29

LISTA DE TABELAS

Table 1: Ganhos mensuráveis e não mensuráveis	12
Table 2: Custos	13
Table 3: Matriz GUT	21
Table 4: Causas potenciais priorizadas	23

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Possíveis causas para os problemas priorizados	22
--	----

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO	5
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	5
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	5
1.3. JUSTIFICATIVA.....	5
1.4. HIPÓTESE.....	6
1.5. OBJETIVO	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. História do alumínio	7
2.1.1. Esquadrias.....	7
2.1.2. DMAIC.....	8
3. METODOLOGIA.....	9
3.1. FASE DEFINIR	9
3.1.1.1. Cronograma do projeto.....	13
3.1.1.2. Definição do Principal Processo.....	14
3.2. FASE MEDIR.....	15
3.2.1. Metas específicas:	19
3.3. FASE ANALISAR.....	21
3.3.1. Desenho e modelamento.....	21
3.4. FASE MELHORAR	24
3.5. FASE CONTROLAR	30
4. CONCLUSÕES	31
4.1. Sugestões de trabalhos futuros.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

A empresa em estudo realiza projetos de alto padrão em residências e edifícios. O processo inicia quando o cliente procura a empresa para realizar um orçamento. Após fechamento comercial as informações do croqui são repassadas ao departamento técnico (projetos), que realiza o levantamento das necessidades de material para a obra. A partir dessa lista, os itens localizados e disponíveis em estoque são retirados da lista e o restante dos materiais é comprado.

Após recebimento dos materiais, o departamento técnico libera as ordens de produção com uma lista de separação para cada almoxarifado, estas listas foram o principal ponto de reclamação dos colaboradores e o foco de estudo.

Ao realizar o acompanhamento das atividades da empresa, utilizou-se como premissa a necessidade de melhorias nos almoxarifados para separação dos materiais, porém ao analisar mais a fundo observou-se que a causa dos problemas na separação da matéria prima estavam relacionadas aos processos que antecedem o almoxarifado.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Dos registros obtidos foram compilados os dados de janeiro de 2022 até agosto de 2023, sendo observados que os dados aumentam ao longo do tempo. Ao longo de 2022 foram registradas 97 ocorrências, e em 2023, somente até agosto, foram 120 registros.

1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Para melhor análise do problema os dados foram estratificados e dos 217 registros identificou-se que 82 estão relacionados ao departamento técnico. Considerando o princípio de Pareto que diz que 80% dos efeitos surgem a partir de apenas 20% das causas, obteve-se o resultado de 16 registros de listas com erros de quantidades e 14 registros de falta de inclusão dos itens nas listas de compras.

1.3. JUSTIFICATIVA

O problema encontrado, deve ser verificado pois afeta o andamento dos demais setores da empresa, assim como a satisfação do cliente final. Em algumas das observações realizadas percebe-se que o problema tem afetado o planejamento da

empresa, e que o departamento técnico sofre com pressões cada vez maiores para assertividade nas emissões de listas e ordens de produção, o que também tem afetado a rotatividade no setor. Além dos custos relacionados ao envio de matéria prima em menor quantidade para processos terceirizados.

1.4. HIPÓTESE

Ao analisar o processo do departamento técnico é possível observar que as listas são emitidas a partir do uso de software, também serão consideradas as possíveis causas advindas do setor comercial devido a fluxo de informações.

1.5. OBJETIVO

O objetivo do trabalho é reduzir em 20% a quantidade de registros relacionados as faltas de materiais, reduzindo dessa forma as pendências de fim de obra que resultam na satisfação do cliente, a melhora no planejamento global da empresa, e a redução das horas extras e pressão no setor de projetos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão apresentadas as informações e definições necessárias para melhor compreensão sobre o tema.

2.1. História do alumínio

Segundo a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL) em 1855 o processo para obtenção do alumínio a partir da dissolução eletrolítica de óxido de alumínio (alumina), em banho de criolita, processo conhecido como Hall-Hérault, que ainda é utilizado foi possível quando Charles Martin Hall, nos Estados Unidos, e Louis Toussaint Hérault, na França, obtiveram o metal puro. Durante a Segunda Guerra Mundial, houve a necessidade de produzir materiais mais leves e com durabilidade e então surgiu o processo de fabricação incluindo o alumínio como matéria-prima. No Brasil, o uso do alumínio teve início com a instalação da Companhia Paulista de Artefatos de Alumínio, em 1917, ano em que a produção mundial do alumínio atingiu seu primeiro milhão de toneladas. Já, a instalação das primeiras fábricas de alumínio primário no País ocorreu a partir dos anos 1950.

2.1.1. Esquadrias

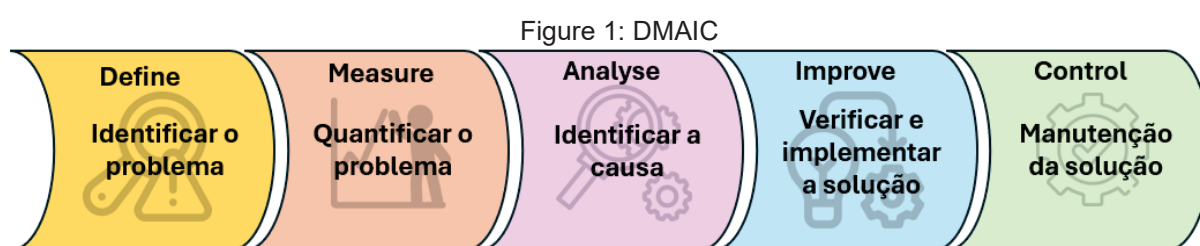
No período colonial, século XVI, as esquadrias eram feitas de madeira e possuíam fecho utilizando a taramela. Somente a partir do século XIX com a simplificação do processo de obtenção do alumínio foi possível a utilização em projetos mais compostos. Mesmo assim no início do século XX era utilizado o ferro para a produção de esquadrias, porém, além de pesado o material enferrujava facilmente. Somente em 1920 o grupo Alcoa colocou no mercado as esquadrias feitas de alumínio (ABRAVIDRO, 2017).

Com o passar dos anos o conceito de esquadrias mudou radicalmente, atualmente a linearidade dos projetos chama atenção, e a procura por esquadrias de alumínio minimalistas com maior presença de vidro está alta no mercado. Além das questões estéticas, há uma cobrança minuciosa quanto ao desempenho, voltados para as áreas de acústica, estanqueidade à água e ao vento, resistência as intempéries, e aspectos estruturais como a facilidade de extrusão do material regularizado pela NBR 15575-2 Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.

2.1.2. DMAIC

A ferramenta DMAIC (definir, mensurar, analisar, melhorar e controlar) possui o método semelhante ao PDCA (Plan-Do-Check-Act), é utilizado como forma de padronização e gerenciamento de processos.

No DMAIC são utilizadas etapas para desenvolvimento e mensuração para a proposta de solução de problemas, conforme figura 1.



Fonte: Os autores, 2024.

O método DMAIC, Define, Measure, Analyze, Improve, e Control, é uma abordagem estruturada para melhoria contínua, frequentemente associada à metodologia Seis Sigma. De acordo com Pyzdek e Keller (2014), é uma metodologia robusta para identificar, analisar e resolver problemas de forma sistemática. Começando com a definição clara do problema e estabelecimento de metas (Define), seguido pela coleta e análise de dados (Measure), identificação das causas-raiz (Analyze), implementação de soluções (Improve) e, finalmente, estabelecimento de sistemas de controle para manter as melhorias (Control). Essa abordagem promove a redução de defeitos, otimização de custos e satisfação do cliente, exigindo compromisso com qualidade e análise de dados (Pyzdek & Keller, 2014).

Segundo Jeroen de Mast e Joran Lokkerbol do Instituto de Estatísticas Empresariais e Industriais da universidade de Amsterdam (2011) o método baseou-se em insights do campo da engenharia de qualidade, incorporando ideias de controle estatístico de qualidade, qualidade total, gestão e controle de qualidade off-line de Taguchi.

Segundo Pimenta (2003), o controle é um elemento básico e fundamental em todas as etapas dos sistemas produtivos, desde o planejamento da produção, passando pela entrada da matéria-prima até a expedição do produto acabado.

3. METODOLOGIA

Para o bom desenvolvimento de um projeto é necessário que o mesmo tenha início, meio e fim. Visando essa continuidade é imprescindível a utilização de uma metodologia para essa organização, para o presente trabalho a metodologia escolhida foi o DMAIC, ou seja, *Define-Measure-Analyse-Improve-Control* (ANDRIETTA; MIGUEL, 2007).

Para o desenvolvimento das etapas dessa metodologia, a principal ferramenta utilizada foi a estratificação, que consiste na divisão de grupos em subgrupos. Uma vez que os dados estavam contaminados, foi necessário minerá-los e criar critérios de aceitação e categorização (VITOY, R. 2020).

A estratificação consiste em agrupar as principais causas de variação que atuam no processo produtivo. Neste trabalho utilizou-se os boletins de ocorrência, metodologia aplicada pela organização para quantificar as não conformidades de seu processo produtivo x setores envolvidos.

Os dados foram analisados e se constatou o setor ao qual se destaca o problema. Com base nisso, novas estratificações foram realizadas para identificar as principais causas relacionadas e planos de ação serem propostos.

3.1. FASE DEFINIR

A empresa em estudo utiliza o alumínio para a produção de esquadrias e fachadas de alumínio desde 1996 e possui a produção puxada, onde o *start* é o pedido do cliente, segundo Barco e Villela (2008) estes são sistemas que buscam acertar a demanda à produção, ou melhor, algo irá ser comprado, produzido ou transportado apenas no momento certo em que for indispensável e exclusivamente na quantia que for preciso.

O primeiro contato com o projeto ocorre quando o cliente procura à empresa para realização do orçamento. Nesta fase é confeccionada a lista inicial da obra para avaliação dos custos com matéria prima e é realizado um projeto executivo da obra que será apresentado ao cliente. Após fechamento comercial, um consultor técnico da empresa vai até o local da obra para medir os vãos, com essa informação um projetista elabora as ordens de produção.

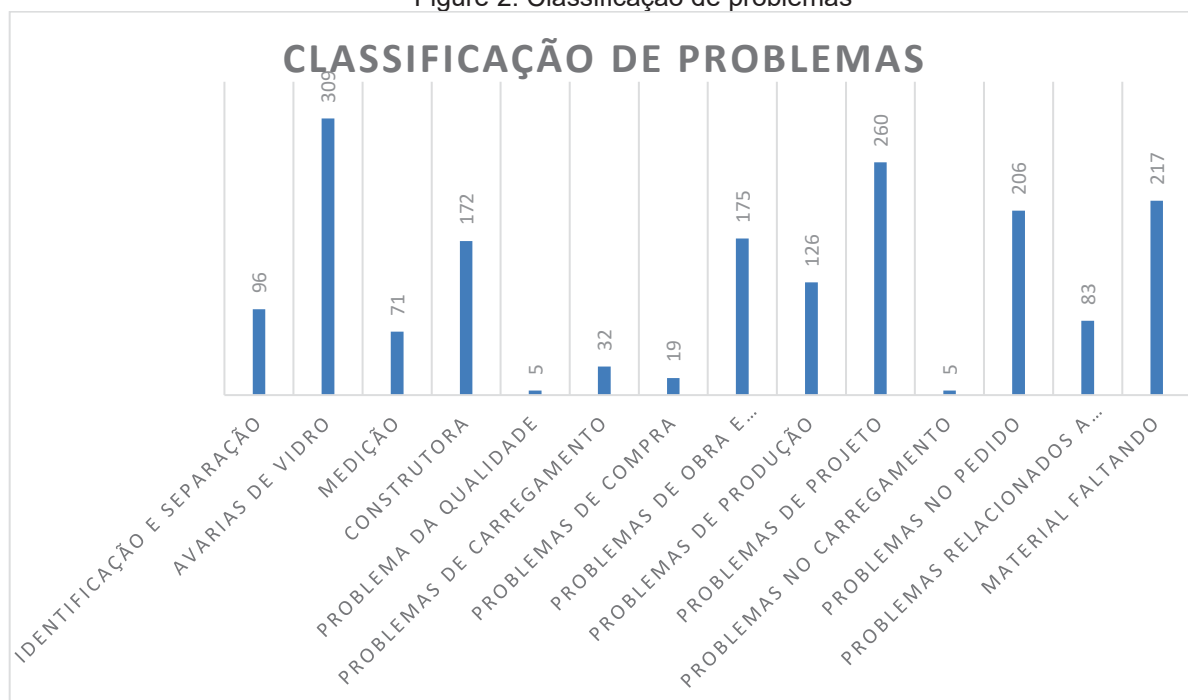
Após elaboração e liberação das ordens de produção pelo PCP, os almoxarifados recebem uma relação para separação da matéria prima, que será

consumido para fabricação das esquadrias. Quando essas ordens de produção são emitidas já existe um planejamento de data de fabricação e os itens necessários para a fabricação já foram comprados. Porém, ao realizar a conferência para a separação percebe a falta e o desacordo de quantidades entre o solicitado para consumo na ordem de produção e o estoque atual.

Como metodologia da empresa, aplica-se abertura de boletins de ocorrência em todos os casos onde há não conformidade com os processos, logo, para estes casos de inconsistência são realizadas as aberturas de B.O que são utilizados para justificar a nova compra. E que utilizaremos como base de dados no projeto.

Abaixo o indicador com a classificação dos B.O's trazendo os dados de Janeiro de 2022 a Agosto de 2023, onde material faltando é o 3º problema com maior recorrência.

Figure 2: Classificação de problemas



Fonte: Os autores, 2024.

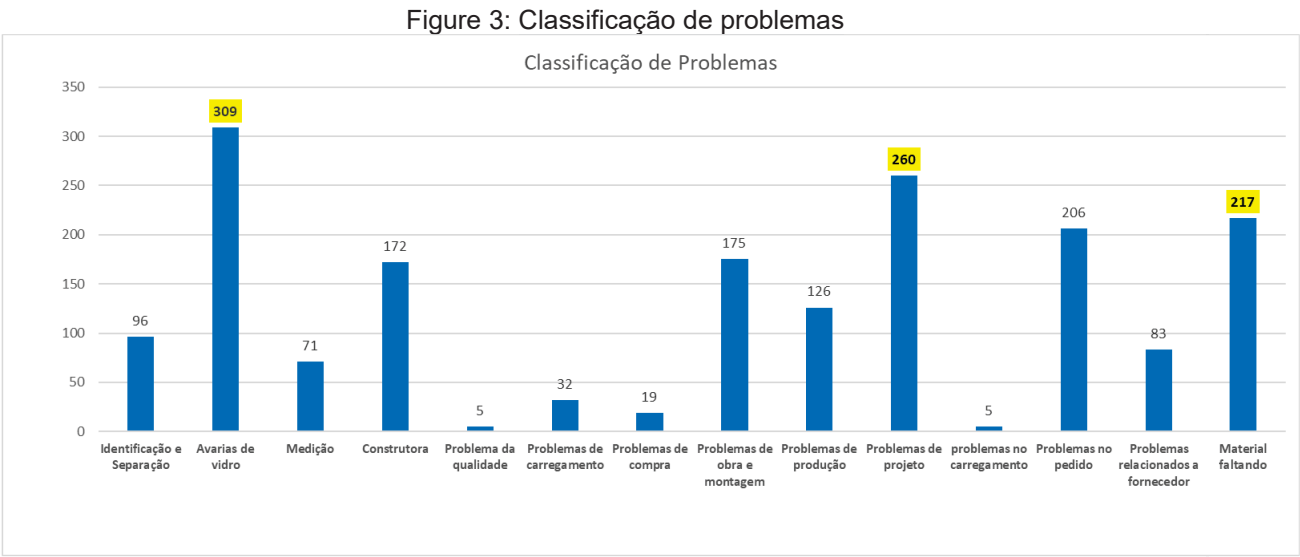
O primeiro Avarias de Vidro, apesar de compor uma grande quantidade de B.Os não possui significância ao comparar com a quantidade de vidros recebidos, e o segundo Problemas de Projeto, são falhas de mão de obra interna. Acreditamos que solucionando o problema de falta de material, reduziremos o tempo para finalização de obras da empresa Alubauen.

A empresa utiliza a metodologia de abertura de Boletins de Ocorrência para registro de não conformidades nos processos, com isso será utilizado o indicador de B.Os para mensurar os resultados do projeto.

A empresa tem definido que para para cada tipo de problema a reincidência não pode ultrapassar 3 vezes/mês.

Boletins de ocorrência	Fórmula: Quantidade de registros de material faltante por mês =<3
-------------------------------	--

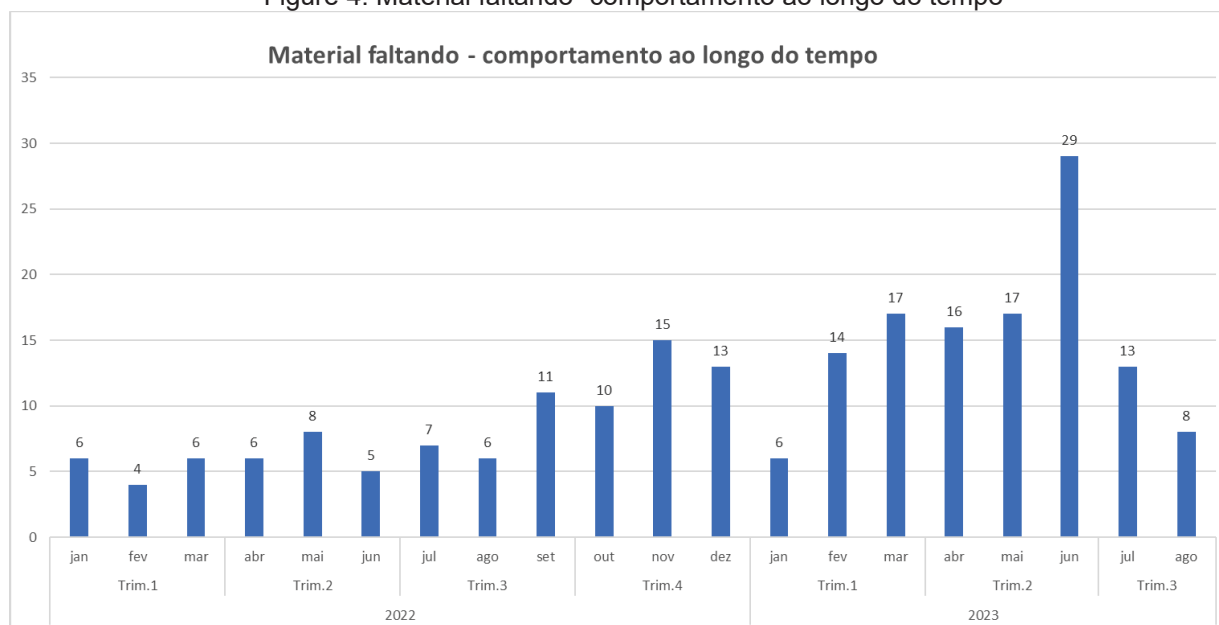
Segundo a metodologia de abertura de BO's, sempre que detectado uma ocorrência o setor que detectou solicita abertura de B.O, esse registro é direcionado ao setor que ocasionou o problema. No período de Janeiro de 2022 a Agosto de 2023 a Alubauen teve 1764 B.O's abertos, quando analisamos os principais problemas das ocorrências, é possível identificar que "Material Faltando" é o terceiro com maior incidência.



Fonte: Os autores, 2024.

Analisando a incidência do problema ao longo do tempo é possível identificar que mensalmente a quantidade de B.O's relacionados a "Material Faltando" ultrapassa a meta de 3 b.o's por mês. Registrando em média 10,85 boletins abertos mensalmente sobre o problema.

Figure 4: Material faltando- comportamento ao longo do tempo



Fonte: Os autores, 2024.

Observando que ocorreram 217 problemas relacionados a falta de material no período de 01/2022 a 08/2023 o objetivo é reduzir os B.Os referentes a falta de matéria prima do setor que apresentar maior incidência, ou seja, observar qual será o setor que mais impacta negativamente a meta de 3 B.O's por mês, atualmente o indicador é de 11/mês. A meta é reduzir de forma global esse índice geral de 217 em 20%

Com a redução da falta de matéria prima, é possível obter ganhos mensuráveis e imensuráveis como:

Table 1: Ganhos mensuráveis e não mensuráveis

Mensuráveis	Não mensuráveis
Redução das pendências de fim de obra	Desgaste dos setores
Melhoria no planejamento do setor do PCP e Almoxarifado	Satisfação do Cliente
Melhor uso dos recursos do setor (colaboradores, máquinas etc.)	
Redução de horas extras	
Turnover	

Fonte: Os autores, 2024.

Além disso, há custos envolvidos que estão relacionados abaixo:

Table 2: Custos

**Utilizado como referência o ano de 2022		
Custos	Valor	Explicação
Compra de materiais	R\$ 1.708.315,52	Custo com a compra de materiais para reposição- Perfil, acessórios e vidros.
Horas extras- Almoxarifados	R\$ 13.248,00	Considerando 3 pessoas realizando horas extras no mês.
Atividades complementares- Projetos	R\$ 37.340,16	Cerca de 5% das atividades realizadas no setor de projetos não são planejadas (listas extras, aditivos etc.).
Pintura de perfis	R\$ 465.618,98	Custo com a subcontratação do serviço de pintura de perfis para lote menores do que mil kg.
Custo com logística para pintura	R\$ 44.000,00	Custo do envio dos materiais acima descritos para o serviço de pintura.
Custo com Retrabalhos	R\$ 427.078,88	Custos relacionados a retrabalhos no processo.
Total de custos	R\$ 2.695.601,54	
Total de save (15%)	R\$ 404.340,23	

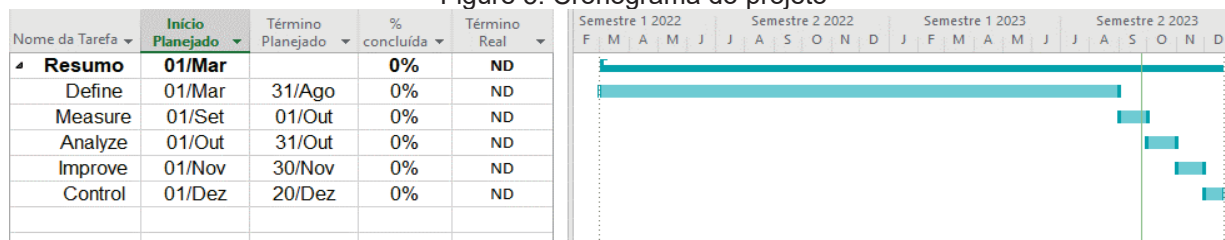
Fonte: Os autores, 2024.

Historicamente conforme registros de B.Os a falta de matéria prima influencia negativamente na finalização de obras, causando impacto nos objetivos estratégicos da alta direção.

Redução de custo em função da compra planejada, visto que quando é necessário comprar itens que não estão planejados perde-se o poder de barganha referente a quantidade. A oscilação de valor em função da inflação e do dolar (material importado) também causam impactos.

3.1.1.1. Cronograma do projeto

Figure 5: Cronograma do projeto



Os autores, 2024.

3.1.1.2. Definição do Principal Processo

Após a elaboração do SIPOC, identificamos que o setor de almoxarifado é central no processo, devido as suas atividades de conferência e separação de materiais.

Figure 6: SIPOC

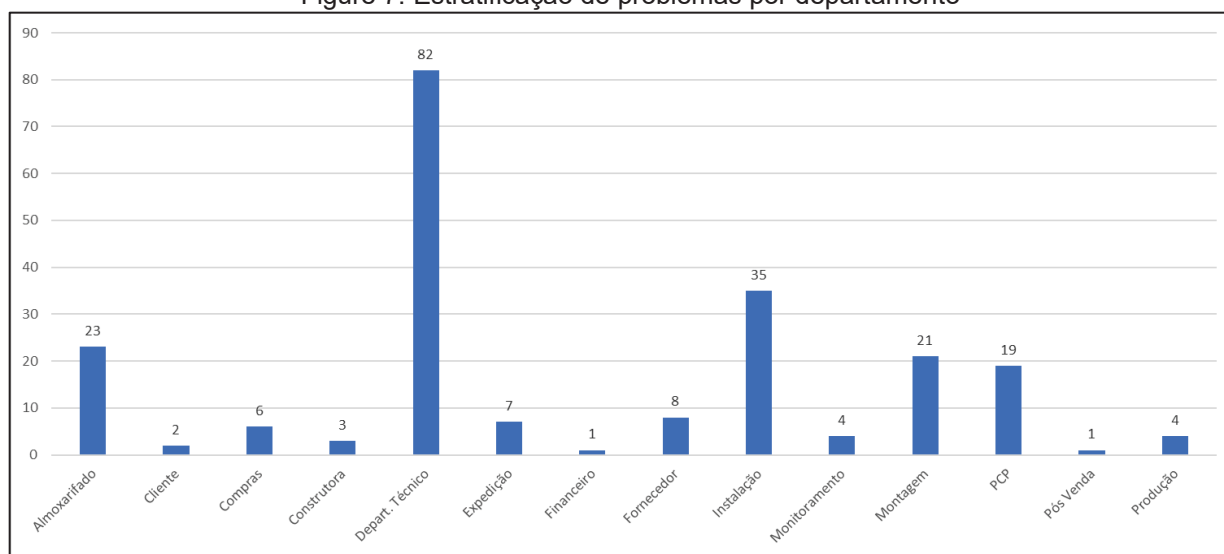


Os autores, 2024.

3.2. FASE MEDIR

Afim de definir o setor em que o foco do problema se apresentava, realizou-se uma estratificação de problema (material faltando) x área. A estratificação utilizou os boletins de ocorrência abertos, conforme metodologia da empresa. Do total de 217 boletins abertos no período de Janeiro de 2022 a Agosto de 2023, 82 deles estão concentrados no setor Departamento Técnico.

Figure 7: Estratificação de problemas por departamento



Fonte: Os autores, 2024

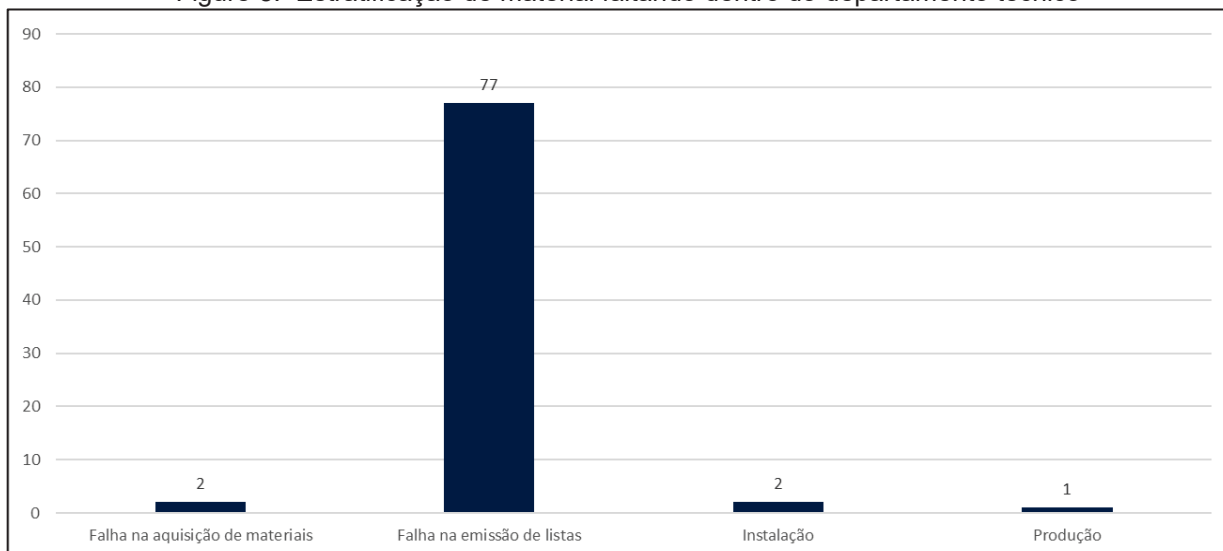
Com base nisso ficou evidente que seria necessário ampliar essa estratificação dentro do departamento técnico. Ao analisar os problemas quatro classificações foram criadas: falha na aquisição de materiais, falha na emissão de listas, instalação e produção. As considerações relacionadas a cada item estão descritas abaixo.

- **Falha na aquisição de materiais:** a problemas na aquisição de materiais decorrentes do setor de projetos.
- **Falha na emissão de listas:** este item está relacionado a erros de mapa, erros de emissão de lista de materiais, erros de otimização e questões que impactem na emissão da lista de materiais.
- **Instalação:** quando durante a instalação são identificadas questões de projeto.
- **Produção:** quando a produção é realizada antes da emissão da lista ou do projeto (adiantamento de produção) e ocorrem erros.

Conforme a figura 7, foi possível identificar que dentre os quatro critérios apresentados, o relacionado a falha na emissão de lista corresponde a 77 dos 82 problemas

apresentados. Entretanto a falha na emissão de listas envolve várias situações que acabam influenciando direta ou indiretamente os projetos.

Figure 8: Estratificação de material faltando dentro do departamento técnico



Fonte: Os autores, 2024.

Uma terceira estratificação foi feita visando identificar quais causas englobadas na falha de emissão de listas são responsáveis pela reincidência. Com base nisso seis focos foram identificados e estão descritos abaixo.

Falha na emissão da lista: são problemas relacionados a ausência de material na lista, necessidade de retrabalho de lista, divergência entre o código do material na lista e no físico ou a lista não foi passada/solicitada para o almoxarifado.

Falha na emissão do mapa: são problemas decorrentes do mapa, como erros na liberação, quantidade de peças necessárias superiores ao planejado.

Falha na otimização: problemas relacionados a otimização, material não descrito ou falhas.

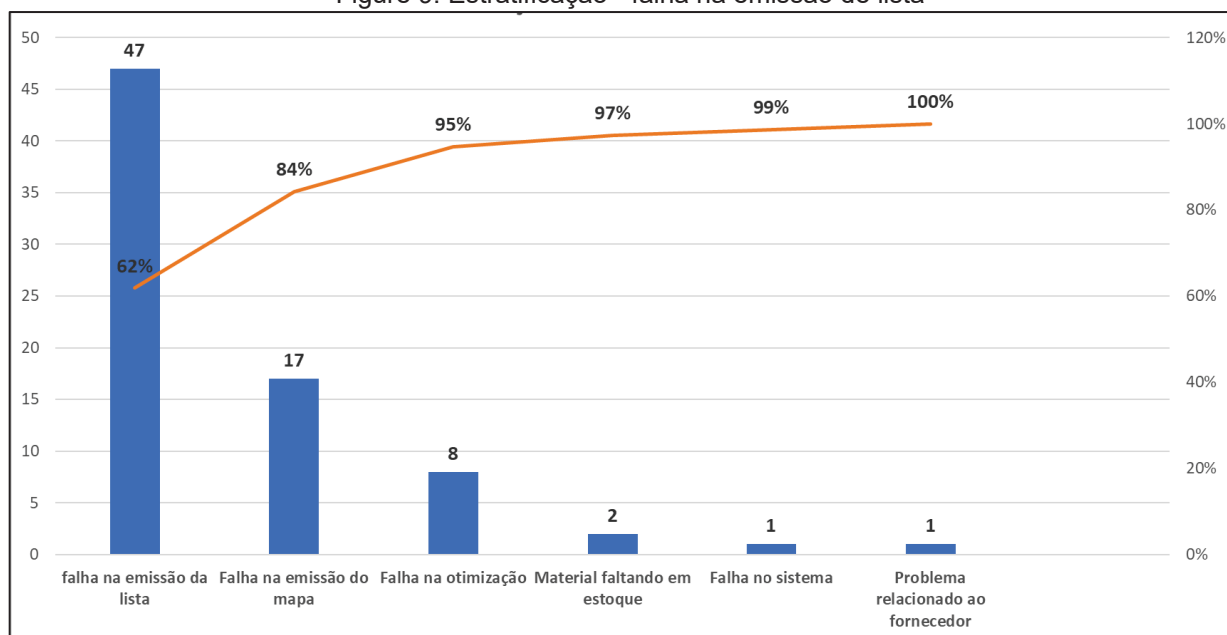
Material faltando em estoque: quando o material solicitado não consta em estoque.

Falha no sistema: falha no sistema operacional.

Problema relacionado ao fornecedor: quando o fornecedor atualiza o código do produto sem notificar a Alubauen.

O gráfico indicado abaixo na figura 9 demonstra que 84% dos problemas estão relacionados a falha na emissão de lista e falha da emissão do mapa.

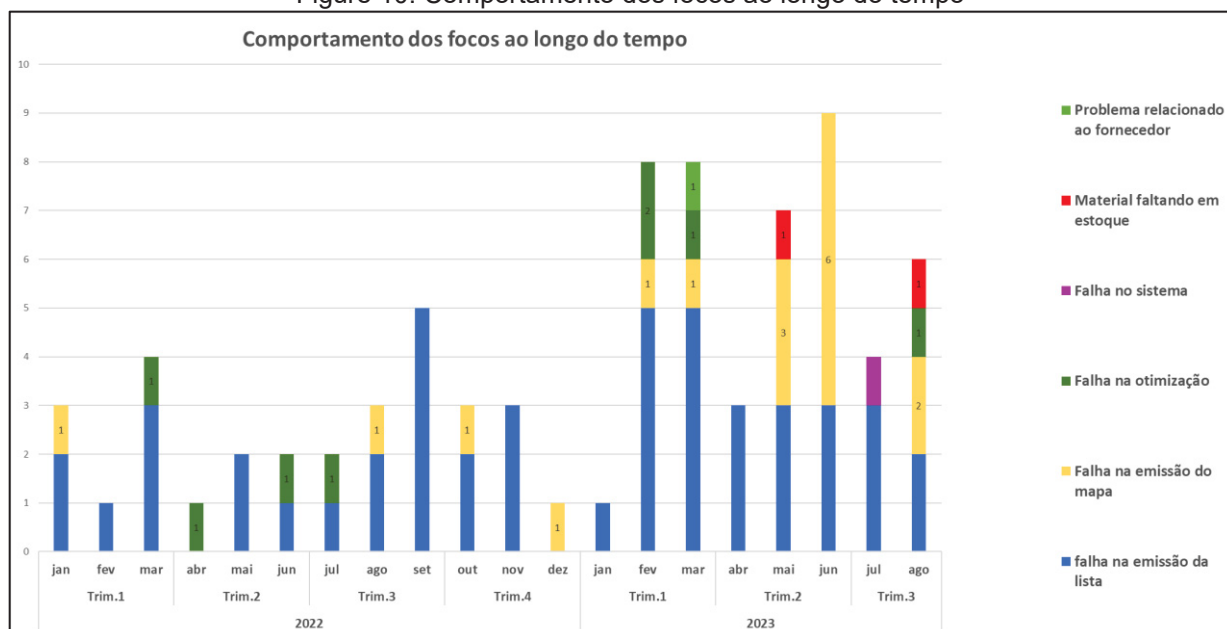
Figure 9: Estratificação - falha na emissão de lista



Fonte: Os autores, 2024.

Com essas informações, os dados foram agrupados de Janeiro de 2022 a Agosto de 2023, para verificar como os focos se comportam ao longo do tempo.

Figure 10: Comportamento dos focos ao longo do tempo

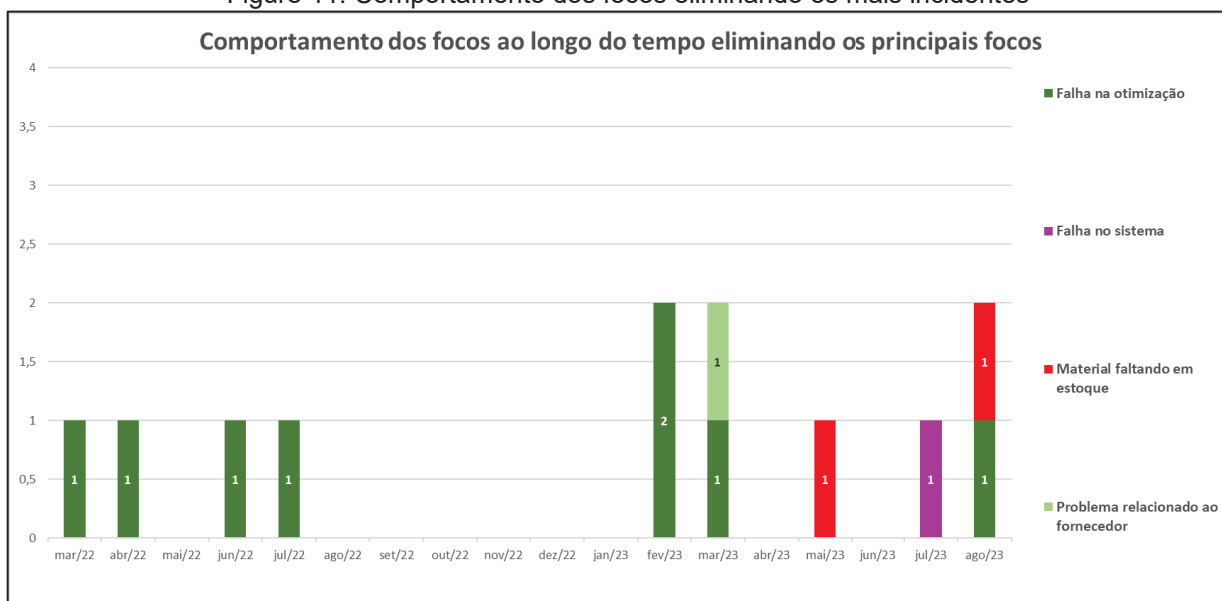


Fonte: Os autores, 2024.

Foi identificado que a separadamente a Falha na emissão da lista apresenta uma quantidade de B.O's ≥ 3 em 9 dos 20 meses avaliados, ou seja, uma incidência de 45%. Podemos observar também que a falha na emissão de mapa apresentou uma quantidade de B.O's ≥ 3 em 2 dos 20 meses avaliados, representando uma incidência de 10%. Entretanto quando se analisa os meses em que a quantidade de B.O's ≥ 3 , é possível observar que estes dois focos se destacam em 12 dos 20 meses analisados, correspondendo a 60% das incidências.

Isso se torna mais evidente quando excluímos esses dois focos e analisamos o comportamento dos demais ao longo do tempo, de acordo com os dados apresentados na figura 10, em nenhum dos meses seria possível notar uma incidência de B.O's igual ou superior a três.

Figure 11: Comportamento dos focos eliminando os mais incidentes

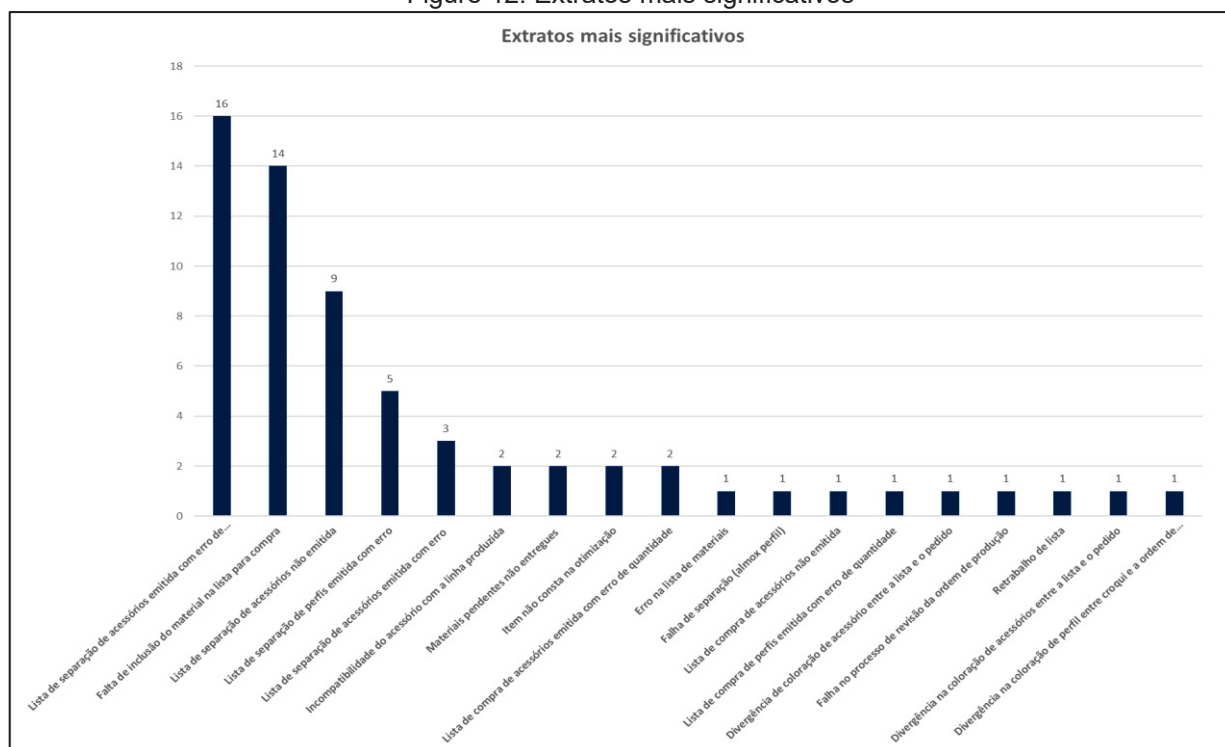


Fonte: Os autores, 2024.

Estes dados evidenciam que os principais focos a serem tratados são a Falha na emissão da lista e Falha na emissão do mapa, para que assim se torne ainda mais visível as possíveis causas. Agrupando os dois focos uma nova estratificação foi realizada conforme indicado na figura 11, e dela 3 itens se destacaram.

- 1- Lista de separação de acessórios emitida com erro de quantidade
- 2- Falta de inclusão do material na lista para compra
- 3- Lista de separação de acessórios não emitida

Figure 12: Extratos mais significativos



Fonte: Os autores, 2024.

3.2.1. Metas específicas:

Com base nos estratos mais significativos, algumas metas foram estipuladas:

- **Falta de inclusão do material na lista para compra:**

Meta: Reduzir em 70% a incidência de Falta de inclusão do material na lista para compra

- **Lista de separação de acessórios emitida com erro de quantidade:**

Reduzir em 70% a incidência de Lista de separação de acessórios emitida com erro de quantidade

- **Lista de separação de acessórios não emitida:**

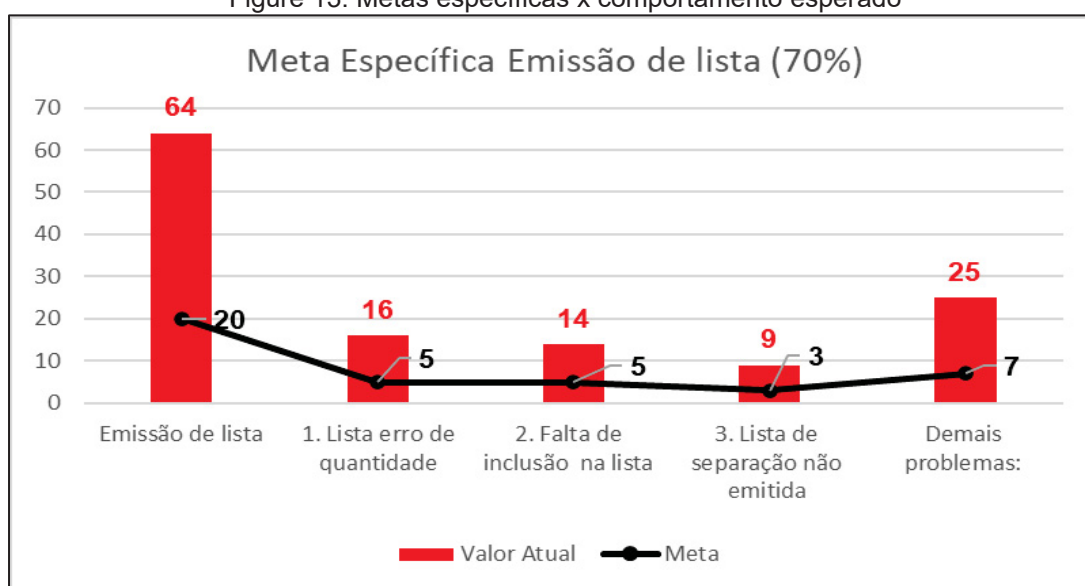
Reduzir em 70% a incidência de Lista de separação de acessórios não emitida

- **Metas relacionadas aos três focos:**

Reduzir em 70% incidência desses problemas em função da resolução dos itens 1,2 e 3.

A figura 13 ilustra o panorama entre o valor atual, as metas estabelecidas e qual o comportamento esperado para cada um dos focos.

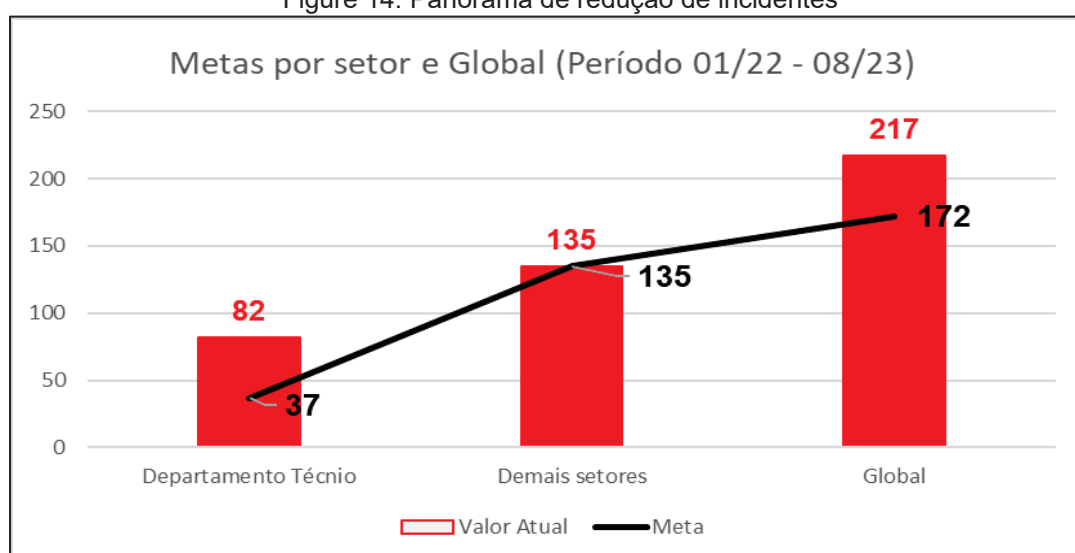
Figure 13: Metas específicas x comportamento esperado



Fonte: Os autores, 2024.

O objetivo dessas metas é reduzir em 20% o índice global de metas, impactando diretamente o departamento técnico. Mesmo que a junção dos demais setores tenha apresente numericamente um valor superior de incidentes do que o departamento técnico, como já demonstrado anteriormente, de forma unitária o departamento técnico se torna significativo.

Figure 14: Panorama de redução de incidentes



Fonte: Os autores, 2024.

Com essa redução de 20% o índice geral cai de 11 para 9 por mês, atingindo a meta global proposta.

3.3. FASE ANALISAR

Para analisar o processo de uma maneira macro através de um fluxograma do processo gerador do problema, conforme figura 14. A ferramenta foi utilizada para detalhamento do processo que antecede a separação de materiais nos almoxarifados, com isso foi possível identificar que o processo gerador do problema está relacionado ao setor de projetos.

3.3.1. Desenho e modelamento

O desenho e modelagem estão disponíveis no anexo 1.

Após a análise do fluxograma do processo, foi utilizado a ferramenta que chamamos de matriz GUT. Essa matriz é utilizada para priorizar problemas em três critérios:

- Gravidade (G): Refere-se à magnitude do impacto que o problema pode causar caso não seja resolvido. Isso pode incluir impactos financeiros, de segurança, de qualidade ou de reputação.
- Urgência (U): Indica o tempo disponível para lidar com o problema antes que ele se torne mais sério ou cause consequências significativas.
- Tendência (T): Considera a probabilidade de que a situação piore com o tempo se não for tratada adequadamente.

Cada critério é avaliado em uma escala de 1 a 5 (sendo 1 o menor e 5 o maior), e então é calculado um valor de prioridade multiplicando esses três valores ($G \times U \times T$). Quanto maior o valor resultante, maior a prioridade do problema em relação aos outros. Portanto, utilizando essa ferramenta priorizamos alguns problemas, conforme tabela 3, para possíveis ações futuras.

Table 3: Matriz GUT

	Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Resultado
1	Lista de separação de acessórios emitida com erro de quantidade	3	3	2	18
2	Falta de inclusão do material na lista de compra	5	5	3	75
3	Lista de separação de acessórios não emitida	4	5	3	60

Fonte: Os autores, 2024.

Com o resultado da multiplicação dos fatores conseguimos definir a ordem de prioridade para criar ações para resolver os problemas, sendo:

- 1ª) Falta de inclusão do material na lista de compra
- 2ª) Lista de separação de acessórios não emitida
- 3ª) Lista de separação de acessórios emitida com erro de quantidade

Para identificação da causa raiz foi realizado um brainstorming com as possíveis causas para cada problema definido na G.U.T. conforme mostra quadro 1.

Quadro 1: Possíveis causas para os problemas priorizados

Falta de inclusão do material na lista de compra	Lista de separação de acessórios não emitida	Lista de separação de acessórios emitida com erro de quantidade
Falta de mão de obra qualificada	Falta de mão de obra qualificada	Falta de controle de revisões de aditivos
Excesso de horas extras/ empreitas	Não cumprimento do processo	Falta de mão de obra qualificada
Falta de parametrização do sistema para entendimento da necessidade do uso	Alteração de prioridade de entrega	Falta de parametrização do sistema para entendimento da necessidade do uso
Falta de inclusão no sistema de esquadrias de canto para liberação do croqui, caderno de medição e ordem de produção	Pressão para entregas	Falta de conferência entre o projeto arquitetônico / executivo / ordem de produção
Solicitação fora do planejado	Rotatividade	Falta de liberação do conjunto completo de esquadria / fachada
Falta de conferência após liberação da lista	-	Excesso de emissão de listas complementares
Falta de desdobramento de indicadores no setor	-	Alteração da prioridade de entrega
Rotatividade	-	Rotatividade
Pressão para entregas	-	Pressão para entregas
Códigos dos itens incompatíveis entre sistema e catálogo	-	Acessório vendido em kit

Fonte: Os autores, 2024.

Com o Brainstorming é possível destacar os pontos em comum entre as três causas: Falta de mão de obra qualificada, Pressão por entregas, Rotatividade e Falta de parametrização do sistema para entendimento da necessidade de uso, como mostra

a figura 15. Além destes 4 pontos com maior incidência é possível verificar que cada causa possui sua particularidade exigindo atenção na hora da resolução do problema.

Figure 15: Brainstorming



Fonte: Os autores, 2024.

Todas as causas priorizadas tem relações com as metas previstas na etapa do *DEFINE* e para ajudar na priorização delas aplicamos novamente a ferramenta da qualidade matriz G.U.T. como mostra a tabela 4.

Table 4: Causas potenciais priorizadas

	Problema	Meta específica	Gravidade	Urgência	Tendência	Resultado
1	Falta de mão de obra qualificada	Meta 1, 2 e 3	3	4	3	36
2	Excesso de horas extras/ empreitas	Meta 1, 2 e 3	3	2	2	12
3	Falta de padronização do sistema para atendimento da necessidade do uso	Meta 2	5	5	4	100
4	Falta de inclusão do parâmetro para liberação de esquadrias de canto no croqui, caderno de medição e ordem de produção	Meta 1, 2 e 3	5	5	4	100
5	Solicitações de liberação de ordens de produção fora do planejado	Outros	3	3	3	27
6	Falta de conferência após liberação da lista de compra	Meta 2	4	5	4	80
7	Falta de desdobramento de indicadores no setor	Meta 1, 2 e 3	4	3	4	48
8	Alteração de prioridade de entrega	Outros	4	3	3	36
9	Rotatividade	Meta 1, 2 e 3	5	4	4	80
10	Pressão para entregas	Meta 1, 2 e 3	4	5	3	60

11	Código dos itens incompatível entre sistema e catálogo	Meta 1 e 2	5	4	4	80
12	Não cumprimento do processo	Meta 3	5	5	4	100
13	Falta de controle em revisões de aditivos	Outros	5	4	4	80
14	Falta de conferência entre o projeto arquitetônico/ executivo/ ordem de produção	Meta 1 e 2	5	4	4	80
15	Falta de liberação do conjunto completo de esquadria/ fachada	Meta 1 e 2	3	3	3	27
16	Excesso de emissão de listas complementares	Outros	3	3	4	36
17	Acessório vendido em kit	Meta 1	2	2	3	12

Fonte: Os autores, 2024.

Com isso pudemos concluir que grande parte das causas, principalmente as que possuem resultado acima de 80, estão relacionados a software/sistema computacional da empresa. A partir dessa informação traçamos algumas ações que serão mais detalhadas no processo de *IMPROVE* do DMAIC, também conhecido como fase melhorar.

3.4. FASE MELHORAR

Durante a etapa de "Melhoria" do projeto, foram identificadas várias causas raízes que contribuem para a falta de matéria durante a execução do projeto, com base nessas descobertas, foram propostas soluções para abordar esses problemas e otimizar os processos que causam essa falta durante o processo. Para resolver a questão, as ações do mapeamento abaixo foram propostas.

As ações foram estratificadas em três grupos distintos para que fosse possível observar seus impactos e a prioridade de implementação.

➤ Software

As atividades foram subdivididas em grupos de trabalho. O primeiro grupo, denominado "Software", foi analisado e constatou-se que a implementação das melhorias propostas resultará em um aumento de 50% na eficiência do processo.

Figure 16: Software

(considerando o tempo de implantação) Alta-1 Média-2 baixa-3	Grupo de trabalho	% Meta	What? (O que)	Why? (porque)	When? (quando)	Where? (onde)	Who (quem)	How? (como)	Solução Implantada	Resultado Da Implementação (Mostrar evidências de que as ações foram implantadas - Incluir Gráficos, links, fotos de como foi feito)
3	Software	50%	Realizar treinamento junto com os responsáveis do sistema para criar um banco de dados. 64h de curso com a PerfSuite	Para redução dos erros nas listas de separação de matéria prima para linhas Bauen	jan/24	Projetos	Anastácia	Agendar treinamento junto ao fornecedor	Não	A empresa está reestruturando o quadro de funcionários, o treinamento foi adiado sem previsão
3	Software		Parametrizar sistema		jan/24	Projetos	Anastácia		Não	A empresa está reestruturando o quadro de funcionários, o treinamento foi adiado sem previsão
3	Software		Diminuir atividades manuais dentro do processo de cadastro das ordens de produção	Melhorar controle de tipologias e custos	set/24	Projetos/ ERP	Anastácia	Unir software de projetos com ERP	Não	A empresa está reestruturando o quadro de funcionários, adiado sem previsão
2	Software		Verificar falta de atualização do sistema pelo fornecedor	Necessidade de atualização do sistem	dez/24	Fornecedor	Mayco	Verificar com o fornecedor a nova versão do software e solicitar correções na versão atual	Sim	Evidência correção do sistema.jpeg
3	Software		Calibração do sistema de emissão da lista de material	Melhorar a assertividade de emissão dos documentos	jan/24	Fornecedor	squad group	Desenvolver política de atualização do sistema semestral junto com o fornecedor	Não	

Fonte: Os autores, 2024.

➤ Planejamento e Processo

O segundo grupo, identificado como "Planejamento e Processo", apresenta potencial para trazer uma melhoria de 40%.

Figure 17: Planejamento e processo

Prioridade (considerando o tempo de implantação) Alta-1 Média-2 baixa-3	Grupo de trabalho	% Meta	What? (O que)	Why? (porque)	When? (quando)	Where? (onde)	Who (quem)	How? (como)	Solução Implantada	Resultado Da Implementação (Mostrar evidências de que as ações foram implantadas - Incluir Gráficos, links, fotos de como foi feito)
1	Planejamento e Processo	40%	Verificar processo de aditivos das obras	Evitar perda de informações entre comercial e dep. Técnico	dez/23	Comercial	Juliana	Estabelecer política de aditivos	Sim	Evidências\Alubauen - Aditivo de contratos.pptx
1	Planejamento e Processo		Manter o mesmo técnico durante o processo de elaboração do projeto executivo, liberação de listas de materiais e mapa	Reduzir a perda de informações durante o processo	Imediato	Dep. Técnico	Anastácia	Planejar para a mesma pessoa elaborar as etapas do processo Vai ser incluso no planejamento Gantt	Sim	Evidências\Liberação de lista e mapa pelo mesmo projetista.jpeg
1	Planejamento e Processo		Incluir reunião de entrega de ordens de produção	Para retirada de dúvidas e verificação de itens pontuais	Imediato	Dep. Técnico/ PCP	Anastácia	Toda quarta-feira reservar um horário para entrega das ordens de produção dos projetistas para os encarregados de produção para entendimento dos detalhes	Sim	Entrega ordens de produção 1.jpeg Entrega ordens de produção 2.jpeg
2	Planejamento e Processo		Reuniões de apresentação da obra antes de iniciar o projeto	Para retirada de dúvidas e verificação de itens pontuais sobre a obra	Imediato	Comercial/ Técnico	Wagner/ Gustavo	Comercial apresentar para equipe técnica, responsáveis da produção e equipe de qualidade as principais características e pontualidades da obra	Não	
1	Planejamento e Processo		Inserir poka yoke na liberação de listas	Evitar erros nas liberações e evitar compras por retrabalho	dez/23	Comercial/ Técnico	Tatyane	Definir formulário de acessórios no comercial e passar este formulário + croqui fechado da obra para o projetista utilizar como base para desenvolvimento do projeto executivo e listas de materiais	Sim	Evidências\Formulário de acessórios.jpeg
3	Planejamento e Processo			Evitar erros nas liberações e evitar compras por retrabalho	abr/24	Sistema Preference		Definir mecanismo de anti erro no sistema de liberação de listas: Ex. Não definir um padrão de cor de acessórios para a obra, deixar para que o projetista insira a informação de acordo com a obra. Gerando bloqueio no sistema caso não definido.	Não	

Fonte: Os autores, 2024.

➤ Planejamento e Processo

Figure 18: Planejamento e processo continuação

Prioridade (considerando o tempo de implantação) Alta-1 Média-2 baixa-3	Grupo de trabalho	% Meta	What? (O que)	Why? (porque)	When? (quando)	Where? (onde)	Who (quem)	How? (como)	Solução Implantada	Resultado Da Implementação (Mostrar evidências de que as ações foram implantadas - Incluir Gráficos, links, fotos de como foi feito)
1	Planejamento e Processo	40%	Estabelecer política de apresentação do croqui + formulário de acessórios + projeto executivo com as definições para o cliente antes da emissão da lista de compras	Para validação do projeto	dez/23	Comercial/ Técnico	Giuliano Wagner/ Gustavo	Apresentação do projeto executivo para o cliente com inclusão de ATA da reunião com assinatura Projeto executivo é a planta Ata com modelo pré estabelecido de perguntas e situações a serem discutidas	Sim	
	Planejamento e Processo		Incluir o uso da liberação de projeto executivo antes da emissão de listas	Aumento da Assertividade na liberação das listas	dez/23	Técnico	Tatyane	Padronizar em ITR a necessidade da liberação de projeto executivo antes da emissão de listas	Sim	ITR_Liberação de material.jpeg
2	Planejamento e Processo		Melhorar o entendimento de obras	Para reduzir a possibilidade de erros durante o processo de elaboração de listas e mapas por falta de informações	Dep. Técnico	Imediato	Anastácia	Planejar a visita do projetista em obra em dois momentos: 1. Liberação de contra marco 2. Liberação de Esquadria/ fachada/ novo lote. E/OU Quando da elaboração da lista de materiais, conforme etapa de andamento da obra (se não for possível visita), caso necessário, agendar reunião com o arquiteto para maiores informações do projeto. Vai ser incluso no planejamento Gantt	Sim	Evidências\Liberação de lista e mapa pelo mesmo projetista.jpeg

Fonte: Os autores, 2024.

➤ Desenvolvimento Humano

Por fim, o último grupo, focado no "Desenvolvimento Humano", é esperado que proporcione um incremento de 10% , com base nos problemas mapeados referente a falta de matéria prima nos almoxarifados .

Figure 19: Desenvolvimento humano

Prioridade (considerando o tempo de implantação) Alta-1 Média-2 baixa-3	Grupo de trabalho	% Meta	What? (O que)	Why? (porque)	When? (quando)	Where? (onde)	Who (quem)	How? (como)	Solução Implantada	Resultado Da Implementação (Mostrar evidências de que as ações foram implantadas - Incluir Gráficos, links, fotos de como foi feito)
2	Desenvolvimento Humano	10%	Garantir que mais de um colaborador entenda das linhas para liberação das ordens de produção	Evitar perda de conteúdo técnico em caso de desligamentos e férias	dez/23	Técnico	Juliana	Estabelecer a matriz de polivalência do setor de projetos	Sim	Alubauen - Proposta Ponto Focal do Projeto.pptx
2	Desenvolvimento Humano		Padronização de integração para o setor de projetos	Para minimizar os impactos no setor produtivo	dez/23	Técnico	Mirian	Desenvolver política de integração garantindo os treinamentos necessários com os responsáveis por cada atividade	Sim	Evidências\Alubauen - Política de Integração.pptx
1	Desenvolvimento Humano		Elaborar cronograma de consulta técnica	Sanar dúvidas relacionadas a parte técnica das esquadrias	Dep. Técnico	dez/23	Anastácia	Contratar consultor técnico externo para dúvidas e melhorias no setor	Sim	Consultoria Silvio.jpeg Visita consultor.jpeg

Fonte: Os autores, 2024.

- Atividades desenvolvidas durante o projeto
 - Foi possível realizar três atividades consideradas de suporte com a empresa, porém por conta da paralização das atividades referentes ao projeto, dado a mudança das estratégias da empresa não foi possível dar continuidade nas atividades relacionadas a essas ferramentas.

Figure 20: Atividades desenvolvidas na empresa

Prioridade (considerando o tempo de implantação) Alta-1 Média-2 baixa-3	Grupo de trabalho	% Meta	What? (O que)	Why? (porque)	When? (quando)	Where? (onde)	Who (quem)	How? (como)	Solução Implantada	Resultado Da Implementação (Mostrar evidências de que as ações foram implantadas - Incluir Gráficos, links, fotos de como foi feito)
1	N.A.		Verificar como ocorre a troca de informações entre Comercial e Dpto. Técnico	Evitar perda de informações	dez/23	Comercial / Técnico	Tatyane	Realizar o mapeamento do processo comercial	Sim	Evidências\Mapeamento comercial.jpeg
1	N.A.		Verificar etapas do processo do Dpto. Técnico	Definição de gargalos e riscos	dez/23	Técnico	Tatyane	Realizar o mapeamento do processo Técnico	Sim	Mapeamento Técnico 1.pdf Mapeamento Técnico 2.pdf
2	N.A.		Alterar metodo do indicador do departamento técnico Itens liberados x itens com problemas (produção de obra predial / residencial)	Melhorar o entendimento das necessidades de treinamentos e dificuldades do setor de forma mais realista	mar/24	Departament o técnico	Guilherme Assis/ Tatyane	Desenvolver indicador no power B.I com cruzamento de informações dos B.Os e das atividades liberadas no setor	Sim	Indicador

Fonte: Os autores, 2024.

3.5. FASE CONTROLAR

As ações foram priorizadas levando em consideração a relação entre o retorno esperado e o prazo de implantação de cada uma delas. Como foi possível visualizar o maior bloco está relacionado a software e é também o que mais necessita de investimentos financeiros. Isto se dá pela ausência de parametrização no sistema, falhas de comunicação entre os sistemas existentes e falta de treinamento dos colaboradores.

Por questões internas, a empresa optou por não aplicar as soluções propostas por essa equipe, uma vez que vem passando por reestruturação financeira e humana. No Anexo 2 está disponibilizado a carta redigida pela empresa que reforça a importância das ações na empresa e justifica o adiamento das ações, por questões de confidencialidade o nome da empresa foi ocultado.

4. CONCLUSÕES

A partir dos levantamentos realizados verificamos que a quantidade de registros no período de setembro de 2023 até fevereiro de 2024 aumentou em relação ao período avaliado na definição do problema. O fato de a quantidade de registros ter aumentado reforça a necessidade da aplicação das ações propostas, e a importância do projeto para melhoria na empresa.

A causa principal do problema é decorrente as questões de parametrização do software utilizado para emissão de listas e ordens de produção. Com a causa em destaque a empresa procurou meios para que houvesse outras fontes de registro para acompanhar o problema. Um exemplo dessas fontes, são os monitoramentos de custo de retrabalho de compra devido aos erros de lista, que agora além de registrados em B.O, possuem monitoramento de custos, e são apresentados para os gestores de cada setor mensalmente. Além disso a partir de setembro de 2023, o almoxarifado de perfis, quando identifica os problemas de otimização/ lista de separação solicita b.os para registro.

Apesar da causa estar enfatizada a empresa optou por adiar as ações relacionadas ao sistema devido ao custo e devido às reestruturações na gestão de pessoas da organização. As ações serão implementadas a partir de maio de 2024, porém, são ações de médio a longo prazo, que devem trazer resultados mais significativos a partir de 2025. Devido ao prazo para entrega do projeto não será possível o registro dos resultados neste trabalho, mas a empresa está comprometida a manter as ações e implementar novas sempre que necessário.

Outras pequenas ações foram propostas e aplicadas, porém, o tempo para verificação do retorno das ações foram cerca de 3 meses, período curto para grandes resultados, algumas dessas ações foram aplicadas no início do ano de 2024.

Com a implantação das ações propostas à empresa, o objetivo do trabalho de reduzir em 20% a quantidade de registros relacionados as faltas de materiais, será alcançado reduzindo dessa forma as pendências de fim de obra que resultam na satisfação do cliente, a melhora no planejamento global da empresa, e a redução das horas extras e pressão no setor de projetos.

Conclui-se que o projeto apresentou relevante importância para a organização, oferecendo ações em diversas frentes da empresa, como: software, planejamento e processo e desenvolvimento humano. Além disso atividades como mapeamento de processo comercial e técnico, melhoria no indicador do setor técnico e definição do processo para aditivos, que eram incômodos para a empresa, foram realizadas.

Apesar de haver a necessidade do adiamento das principais ações que incluem as melhorias propostas para o software, a empresa está disposta a incluir no planejamento do setor as consultorias e treinamentos necessários para que a parametrização seja feita.

Com a parametrização do software de projetos, será mais fácil a conexão com o ERP da empresa, tornando mais rápido o processo de cadastro de ordens de produção e apontamento de matéria prima, atividades hoje manuais na empresa. E a mensuração em tempo real dos perfis sendo cortados. Resultado este que pode influenciar na melhora não só do setor técnico como do planejamento da empresa como um todo.

4.1. Sugestões de trabalhos futuros

Durante a análise e discussão dos resultados surgiram alguns questionamentos que não puderam ser confirmados neste trabalho, mas que serviram para apontar sugestões para a continuidade dos estudos. Essas sugestões são listadas na sequência:

- Melhoria no planejamento global- inclusão de software que permita o entendimento e visualização das necessidades e faltas de matéria prima nos setores de forma eficiente;

- Melhoria na gestão de pessoas- melhoria do meio utilizado para captação de informações e utilização das informações para melhoria do ambiente e dos recursos.
- Utilização de meios digitais- inclusão de meios digitais para inclusão de ordens de produção, tempos de produção, utilização de matéria prima e, entrada e saída de estoque de forma mais automática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAL. **Associação Brasileira de Alumínio.** Disponível em: <<https://abal.org.br/aluminio/historia-do-aluminio/>> Acesso em: 27/03/2024

ABEPRO. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção.** Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_tn_stp_069_490_12240.pdf> Acesso em: 27/03/2024

ANDRIETTA, J.M.; MIGUEL, P.A.C. **Aplicação do programa seis sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras.** Gestão da Produção. São Carlos, v.14, n.2, p. 203-219, maio-ago, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-2 Edificações habitacionais – Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.** Acesso em: 27/03/2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VIDRO. **Esquadrias de ontem, hoje e amanhã.** Disponível em: <https://abravidro.org.br/esquadrias-de-ontem-hoje-e-amanha/> . Acesso em: 01/04/2024

JUNIOR, Alvaro Cabrera. **Dificuldades de implementação de programas seis sigma: Estudo de caso em empresas com diferentes níveis de maturidade.** Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-04072006-222701/publico/DissertacaoAlvaro.pdf>>

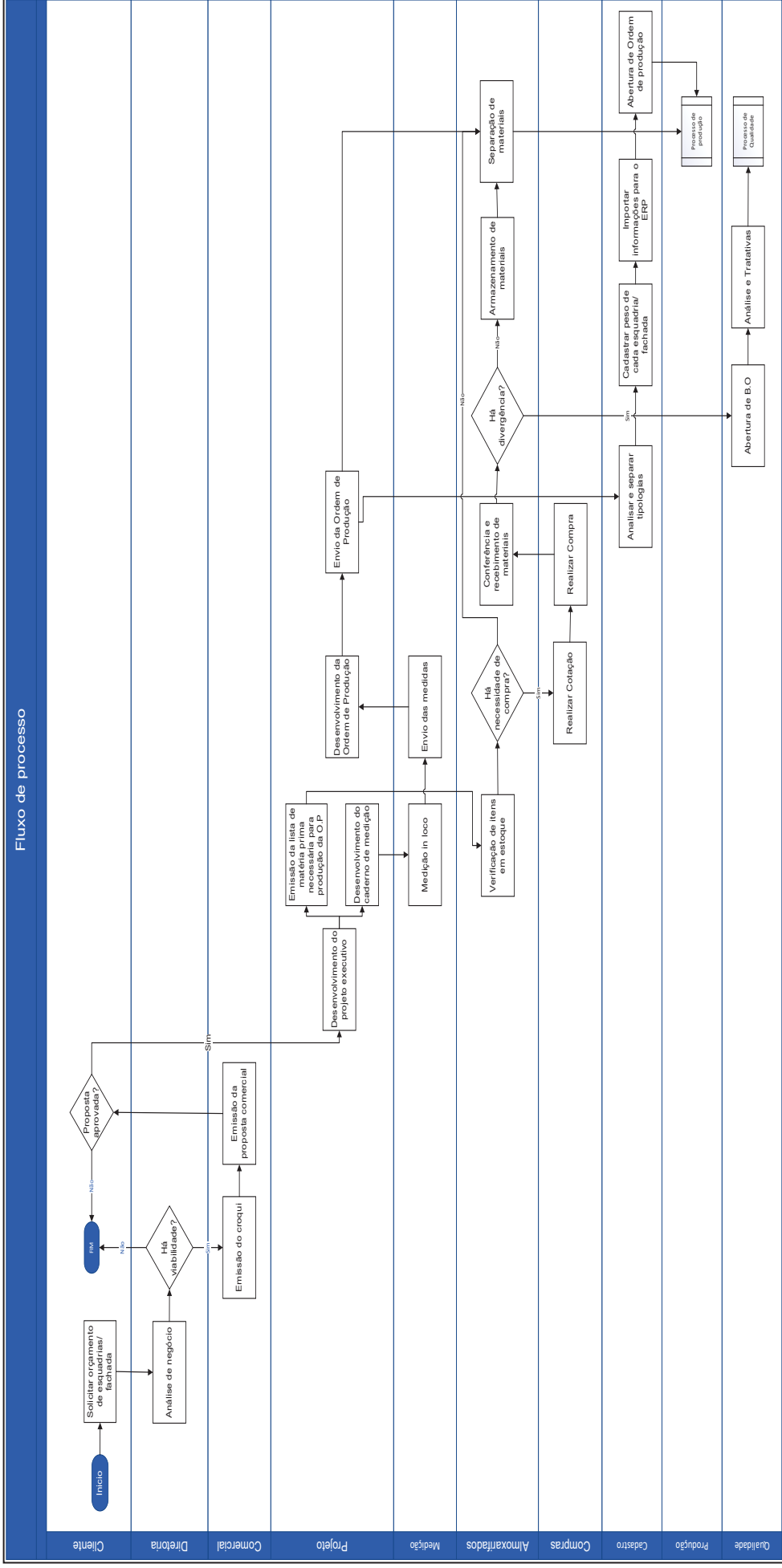
MAST, Jeroen de. **An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving.** Disponível em: https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=DMAIC&btnG=. Acesso em 01/04/2024

PIMENTA, Renata Faria. **Implantação de controle de estoque em uma clínica odontológica: o caso da soorriso & Cia. Ltda.** Ouro Preto, MG: Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), 2003.

Pyzdek, T., & Keller, P. **The Six Sigma Handbook.** McGraw-Hill Education, 2014.

VITOY, R. **Qualidade.** PUC GOIAS. Disponível em: <<https://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/7460/material/Ferramentas%20da%20Qualidade.pdf>>. Acesso em 01 de Abril de 2024.

ANEXO 1



Anexo 2



À UFPR,

Na gestão empresarial, a tomada de decisões é frequentemente influenciada pelas prioridades estabelecidas pela empresa. Nós precisamos ponderar cuidadosamente quais ações estão alinhadas com os objetivos estratégicos de longo e curto prazo. Seja priorizando a inovação para manter a relevância no mercado, redução de custos, foco no atendimento, entre outros fatores.

Visando o panorama atual da empresa, cenários internos e externos decidimos tomar uma ação imediatista a curto prazo. Foi decidido adiar algumas ações estabelecidas no projeto BLACK BELT, praticado pelos alunos Juliana Catelli, Giuliano da Silva Andreatta, Mirian Nunes Alves Afonso e Tatyane de Fatima Rodrigues, orientado pelo professor Anderson Donato na empresa [REDACTED]

Nós, alta direção da [REDACTED] confirmamos através desta carta que a decisão de não implementar algumas recomendações não reflete deficiências nos serviços prestados durante o projeto e reconhece o valor das informações fornecidas, enfatizando a importância da melhoria contínua e expressando esperança de retomar as ações no futuro.

Assinatura e carimbo:

[REDACTED]

Diretora administrativa financeira
[REDACTED]

Curitiba, __ de março de 2024.

|