

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA DE PETRÓPOLIS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

NANA SHAYRA RODRIGUES COSTA

APLICAÇÃO DO ROTEIRO DMAIC PARA ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO
DE ABASTECIMENTO EM UMA EMPRESA DE GLP

PETRÓPOLIS

2020

NANA SHAYRA RODRIGUES COSTA

APLICAÇÃO DO ROTEIRO DMAIC PARA ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO
DE ABASTECIMENTO EM UMA EMPRESA DE GLP

Projeto de Final de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de Petrópolis da Universidade Federal Fluminense, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheira de Produção.

Orientador(a):

Prof. DSc. Moacyr Amaral Domingues Figueiredo

Petrópolis, RJ

2020

Ficha catalográfica automática - SDC/BCPE
Gerada com informações fornecidas pelo autor

C837a Costa, Nana Shayra Rodrigues
APLICAÇÃO DO ROTEIRO DMAIC PARA ANÁLISE E MELHORIA DO
PROCESSO DE ABASTECIMENTO EM UMA EMPRESA DE GLP / Nana Shayra
Rodrigues Costa ; Moacyr Amaral Domingues Figueiredo,
orientador. Petrópolis, 2020.
124 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia
de Produção)-Universidade Federal Fluminense, Escola de
Engenharia de Petrópolis, Petrópolis, 2020.

1. Produção Enxuta. 2. Seis Sigma. 3. Lean Seis Sigma. 4.
Melhoria Contínua. 5. Produção intelectual. I. Figueiredo,
Moacyr Amaral Domingues, orientador. II. Universidade Federal
Fluminense. Escola de Engenharia de Petrópolis. III. Título.

CDD -

Bibliotecário responsável: Sandra Lopes Coelho - CRB7/3389

NANA SHAYRA RODRIGUES COSTA

APLICAÇÃO DO ROTEIRO DMAIC PARA ANÁLISE E MELHORIA DO PROCESSO
DE ABASTECIMENTO EM UMA EMPRESA DE GLP

Projeto final apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de Petrópolis da Universidade Federal Fluminense, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA

Prof. DSc. Moacyr Amaral Domingues Figueiredo – Orientador
UFF

Prof(a). DSc. Ana Carolina Scanavachi Moreira Campos – Membro
UFF

Prof(a). MSc. Lívia Cavalcanti Figueiredo – Membro Convidado

Petrópolis
2020

*Dedico este projeto a minha amada avó Lêda
Felippe Rodrigues, pelo seu amor, amizade e
incentivo.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Eliane e Sebastião pelo incentivo e apoio incondicional em minha educação, sempre levando o estudo como valor de vida e propósito de um futuro melhor.

À minha amada avó Lêda que foi responsável pela minha persistência e dedicação, mesmo em sua ausência.

Ao meu amigo e companheiro de vida, Raphael Condessa Figueiredo, pelo incentivo, carinho e apoio, sendo meu abrigo em momentos de inquietação e dividindo comigo essa jornada de amadurecimento.

À minha segunda mãe, Neide pelo cuidado e dedicação durante todos os anos.

Aos meus irmãos, Vanina, Rubens e Thiago, pela torcida e carinho.

Aos meus tios Elaine e Edmilton pelos conselhos e apoio emocional durante todos os anos da graduação.

Ao meu professor e orientador Moacyr Figueiredo que com profissionalismo e praticidade me orientou para chegar à conclusão dessa importante etapa da minha carreira acadêmica.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização deste projeto.

RESUMO

Este projeto teve como objetivo obter conhecimento sobre a aplicação da metodologia Lean Six Sigma, abordada pelo método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), em uma empresa distribuidora de gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo) que apresenta demanda de atendimento às necessidades dos revendedores no que diz respeito ao alto tempo de permanência dos caminhões na planta de envase de Duque de Caxias / RJ. Baseado nas informações obtidas na revisão de literatura e no âmbito de um estudo de caso, o roteiro DMAIC foi aplicado. Os dados coletados foram analisados utilizando as ferramentas propostas pelo Lean Six Sigma a fim de encontrar a causa raiz do problema apresentado. Os principais resultados da aplicação do roteiro DMAIC foram: uma proposta de melhoria baseada no controle de tempos e movimentos de forma contínua e algumas considerações visando à melhoria do processo de carregamento de caminhões.

Palavras-chave: Lean, Seis Sigma, Lean Seis Sigma, DMAIC, melhoria contínua.

ABSTRACT

The present case study focuses on applying the Lean Six Sigma methodology, addressed by the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) method, in a LPG (Liquefied Petroleum Gas) gas distribution company which presents a demand to meet the resellers' requirements regarding the permanence time of the trucks on the Duque de Caxias/RJ filling plant. The development of the current study was carried out in accordance to the DMAIC script and steps, consisting primarily of a research for scientific references regarding the theme from published papers. In advance, the research was held starting from data collection followed by a deep study on the company's truck loading process. The collected data analyzed following the Lean Six Sigma tools in order to find the cause of the problematic proposed on the study. To sum up, within the results an alternative was found to match with the company's reality, as well as some considerations was made seeking the improvement of the company's truck loading process and business.

Keywords: Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma, DMAIC, Continuous Improvement.

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 — Tela apresentando o Menu da Operação	93
Imagem 2 — Tela de Apresentação da Programação.....	94
Imagem 3 — Tela da Programação	95
Imagem 4 — Programação dos Caminhões	96
Imagem 5 — Apresentação do ícone para clique	97
Imagem 6 — Mensagem de Segurança no Aplicativo	98
Imagem 7 — Ordenação das Filas para Abastecimento.....	99
Imagem 8 — Mensagem de Segurança para o Carregamento.....	100
Imagem 9 — Tela da Portaria para Saída dos Caminhões	101
Imagem 10 — Mensagem de Segurança para Saída de Caminhão	102

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1 — Exemplificação do Lean e do Seis Sigma em um processo produtivo	38
Esquema 2 — Aplicação da Ferramenta SIPOC	46
Esquema 3 — Apresentação Funcional de um Fluxograma de Processo.....	47
Esquema 4 — Ciclo de Movimentações das Partes Interessadas	65
Esquema 5 — Voz do Cliente para o Processo de Abastecimento	67
Esquema 6 — Processo de Abastecimento da Rio Gás.....	68
Esquema 7 — Organização das Linhas de Abastecimento da Rio Gás.....	71
Esquema 8 — Abastecimento na Plataforma de Envase	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 — A distribuição normal em sua forma visual	25
Figura 2 — A distribuição do desvio padrão e as áreas de valor em porcentagem.....	26
Figura 3 — Apresentação de um Exemplo de Histograma	48
Figura 4 — Exemplo de Carte de Controle com processo controlado (a) e com processo com muita variabilidade, descontrolado (b)	49
Figura 5 — Representações gráficas para os padrões de Índices de Capacidade	52
Figura 6 — Exemplo de Gráfico de Série Temporal.....	55
Figura 7 — Exemplo de Matriz de Priorização	56
Figura 8 — Classificação do Conteúdo das Publicações	59

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 — Os Princípios da Produção Enxuta	19
Fluxograma 2 — Sequência das Etapas da Fase de Definição	29
Fluxograma 3 — Sequência das Etapas da Fase de Medição	32
Fluxograma 4 — Sequência das Etapas da Fase de Análise	34
Fluxograma 5 — Sequência das Etapas da Fase de Melhoria.....	35
Fluxograma 6 — Sequência das Etapas da Fase de Controle	37
Fluxograma 7 — Possibilidade 1 e 2 de Filas para Abastecimento	73
Fluxograma 8 — Possibilidade 3, 4 e 5 de Filas para Abastecimento	74
Fluxograma 9 — Possibilidade 6 e 7 de Fila para Abastecimento	75

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 — Carta de Controle do Tempo Total do Processo	79
Gráfico 2 — Representação Gráfica da Capabilidade do Processo, em relação ao Tempo Total de Abastecimento	80
Gráfico 3 — Nível Sigma do Processo de Abastecimento	81
Gráfico 4 — Séries Temporais do Processo de Abastecimento	82
Gráfico 5 — Histograma das Frequências de Tempo de Finalização de Notas Fiscais e Carregamento Operacional	83
Gráfico 6 — Quantificação da Ociosidade em Relação ao Tempo de Permanência em horas.	84
Gráfico 7 — Histograma do Horário de Chegada dos Caminhões a Base de Envase.....	85
Gráfico 8 — Histograma do Horário de Saída dos Caminhões a Base de Envase.....	86
Gráfico 9 — Séries Temporais da Demanda durante o mês de Março	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Fatores Críticos para Implementação de um Programa de Excelência	40
Quadro 2 — Relação de Ferramentas com as Etapas do DMAIC.....	42
Quadro 3 — Proposta de Contrato de Projeto	44
Quadro 4 — Informativo dos Índices de Capabilidade	51
Quadro 5 — Interpretação do Índice Cpk	53
Quadro 6 — Exemplificação da Ferramenta 5W2H	54
Quadro 7 — Critérios de Seleção para Referências Bibliográficas.....	59
Quadro 8 — SIPOC do Processo de Abastecimento.....	66
Quadro 9 — Plano de Coleta de Dados	77
Quadro 10 — Matriz de Causa e Efeito	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — A relação do nível Sigma com o Nível de Serviços Ofertados.....	27
Tabela 2 — A relação do nível sigma com o custo da não qualidade.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W2H	Abreviatura da Ferramenta de Criação de Plano de Ação
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CD	Centro de Destroca
Cp	Índice de Capacidade do Processo
Cpk	Índice de Capacidade do Processo
DMAIC	Etapas Definição, Mensuração, Análise, Melhoria e Controle
DPMO	Defeitos por Milhão de Oportunidades
LIC	Limite Inferior de Controle
LSC	Limite Superior de Controle
P-13	Botijão de 13kg
P-20	Botijão de 20kg
P-45	Botijão de 45kg
P-5	Botijão de 5kg
PPM	Parte por Milhão
SIPOC	Abreviação de Fornecedores, Entradas, Processo, Saídas e Clientes
VOC	Voz do Cliente

LISTA DE SÍMBOLOS

σ

Sigma

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Situação Problema	14
1.2	Objetivos	15
1.3	Organização do Trabalho	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	A Produção Enxuta	17
2.2	O Seis Sigma	23
2.3	O Lean Seis Sigma	37
3	METODOLOGIA	57
3.1	Unidade de Análise	58
3.2	Pesquisa Bibliográfica	59
3.3	Metodologia da Pesquisa de Campo	61
4	ESTUDO DE CASO	63
4.1	Apresentação do Problema	63
4.2	Descrição do Estudo de Caso	65
5	CONCLUSÃO	104
	REFERÊNCIAS	106
	APÊNDICE A — Contrato do Projeto	111
	APÊNDICE B — Fluxograma do Processo de Abastecimento	112
	APÊNDICE C — Folha de Amostragem Padronizada	113
	APÊNDICE D — Planilha Padronizada	114
	APÊNDICE E — Tempos de Emissão de Notas Fiscais	115
	APÊNDICE F — Fluxograma do Processo de Abastecimento Modificado	116
	APÊNDICE G — Plano de Ação para a Janela de Atendimento	117
	APÊNDICE H — Plano de Ação para o Aplicativo	118

1 INTRODUÇÃO

A competitividade do mercado em geral, dado o contexto de um mundo cada vez mais globalizado, está alcançando altos níveis, sendo uma tendência crescente para o futuro no que diz respeito à sobrevivência das organizações. De acordo com Domingues (2013), o aspecto competitivo e cada vez mais dinâmico, impulsionam as empresas a passarem por constantes mudanças no cenário a qual estão envolvidas a fim de suportarem os novos paradigmas e se manterem vivas aos olhos dos consumidores, visto que, as estratégias empresariais de outrora perderam a força e se mostram insuficientes frente a consumidores cada vez mais rigorosos e exigentes em suas necessidades a serem atendidas.

Pensando no ponto de vista do cliente e suas necessidades, como sendo o principal motivador da existência das organizações e ponderando a competitividade como sobrevivência, segundo Scalera (2012), a busca constante das organizações pela melhoria de forma geral, como em processos, produtos, serviços, capacitação intelectual e outros que diferenciam a marca e agregue valor perceptível que faça o consumidor se inclinar ao escolher sua preferência. Nesse sentido, de acordo com George (2004), se encaixa a proposta do *lean seis sigma*, como uma estratégia de melhoria contínua que busca o valor agregado para o cliente racionando custos de capital, de material, de tempo, de pessoas e agregando valor, sendo um potencial aliado a gestão inovadora que o mercado, com sua competitividade acirrada, exige.

A estratégia *lean seis sigma*, surgiu da união dos fundamentos e ferramentas do *lean manufacturing*, ou ainda, produção enxuta com as ferramentas e conceitos que embasam o seis sigma. De acordo com Devane (2004), ambas as estratégias possuem pontos fortes que ao somarem forças entregam uma robusta proposta direcionadora para as organizações buscarem a excelência operacional e com isso, se tornarem cada vez mais competitivas.

O *lean manufacturing* se consolidou como estratégia de gestão orientada ao aperfeiçoamento de processos. De acordo com Domingues (2013), a estratégia permitiu as organizações a produzirem mais, melhor, mais rápido e com o menor custo possível, isso porque, o enfoque da estratégia está direcionada a racionalização de tudo que não agrega valor, sendo classificado como desperdício. Segundo Pinto (2014), para atender tal objetivo, a estratégia busca entender o que o cliente deseja e por meio disso, há uma variedade de metodologias e ferramentas que se adequam a cada proposta que quando aplicadas, permite tornar os processos mais enxutos e eficientes.

A proposta do seis sigma, segundo Linderman et al. (2003), é baseada em ferramentas e métodos estatísticos, sendo em um primeiro momento o profundo entendimento do processo e as nuances que o envolvem. Com isso, buscam-se melhorias consistentes e aderentes que façam a diferença no valor agregado para o cliente, com a redução da variabilidade dos processos, ou seja, a racionalização dos defeitos.

Segundo Snee e Hoerl (2007) a união de ambas estratégias faz sentido, porque reduzir os desperdícios é essencial, porém não é suficiente para se atingir a excelência do processo. Da mesma forma, reduzir a variabilidade de um processo, como aborda a estratégia seis sigma, unicamente, não permitirá a organização atingir níveis expressivos de eficiência. Portanto, uma visão ampla e holística de melhoria de processo se faz necessária, combinando as duas estratégias, de forma flexível, no qual uma complementa e reforça o uso da outra.

1.1 Situação Problema

As motivações que embasaram o desenvolvimento do presente estudo de caso perpassam por dois pilares de interesse da organização parceira: o foco no atendimento ao cliente e a melhoria contínua dos processos, uma diretriz em implementação em todas as filiais da empresa.

A primeira motivação, relacionada à experiência do cliente, tem como embasamento, o expressivo aumento das reclamações dos revendedores, em relação ao elevado tempo de permanência dos caminhões na base de envase de gás. De acordo com os revendedores, os caminhões ficam horas aguardando o processo de abastecimento ocorrer, o que impacta o abastecimento das vendas.

Com isso, a empresa parceira considerou como necessário um estudo de tempos e movimentos aprofundado do processo de abastecimento dos caminhões, a fim de identificar os gargalos e as oportunidades de melhorias, ambos com o foco na diminuição do tempo de permanência dos caminhões na base de envase da filial de Duque de Caxias – Rio de Janeiro.

A segunda motivação é o desenvolvimento de projetos sob a ótica do *lean* seis sigma. A empresa parceira se encontra em transição estratégica, onde busca implementar a cultura de melhoria contínua em seus processos e ser mais competitiva, e com isso, busca realizar projetos multidisciplinares com os colaboradores para disseminar a nova diretriz.

1.2 Objetivos

O seguinte estudo de caso objetiva discutir a aplicação do roteiro DMAIC sob o contexto da estratégia *lean seis sigma* para o aperfeiçoamento do processo de abastecimento de caminhões que envolvem o descarregamento e o carregamento na base de envase de gás da empresa parceira.

1.2.1 Questão Central

A seguir, a questão central do tema de proposta de análise e aperfeiçoamento do processo de abastecimento de caminhões.

- Como aperfeiçoar o tempo de permanência dos caminhões no processo de carregamento e descarregamento de uma base de produção, utilizando o roteiro DMAIC?

1.2.2 Questões Específicas

As questões específicas acerca do tema análise e aperfeiçoamento do processo de abastecimento de caminhões são mostradas a seguir:

- Quais as principais práticas e ferramentas aplicadas do *lean seis sigma* mais adequadas ao estudo de caso proposto?
- Qual a causa raiz identificada como origem da ineficiência do processo de abastecimento?
- Quais são as causas potenciais que potencializam a ineficiência do processo de abastecimento?
- Quais são as barreiras e os facilitadores identificados na aplicação do roteiro na empresa?

1.3 Organização do Trabalho

A estrutura organizacional do presente trabalho é dividida sob a forma de capítulos, cada qual com a abordagem lógica sequencial do desenvolvimento científico. O primeiro capítulo é apresentado uma introdução ao tema, sobre o cenário competitivo que embasa o contexto de aplicação do *lean seis sigma* e as motivações que levaram ao desenvolvimento do estudo de caso apresentado.

O segundo capítulo aborda todo o referencial teórico, onde é realizado um levantamento da literatura sobre os principais tópicos envolvidos no trabalho: *lean manufacturing*, os princípios *lean*, o conceito dos desperdícios, seis sigma, definição estatística, roteiro DMAIC, o *lean seis sigma* e as principais ferramentas dos *lean seis sigma*.

O terceiro capítulo apresenta a proposta metodológica, onde é definida a sistemática de pesquisa do conteúdo do referencial teórico e também a metodologia direcionada ao estudo de caso.

O quarto capítulo apresenta o desenvolvimento do estudo de caso proposto na empresa parceira, já na sequência de desenvolvimento do roteiro DMAIC.

Findando, o quinto capítulo aborda as conclusões a partir do que foi apresentado ao longo do projeto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre os temas que estão relacionados ao estudo de caso desenvolvido, de forma a criar o embasamento teórico capaz de servir como base para o entendimento dos conceitos apresentados durante o desenvolvimento do trabalho.

Primeiramente é abordado os temas da produção enxuta e do seis sigma de forma separada, demonstrado os conceitos chaves de cada estratégia e em seguida, a conformação do *lean seis sigma* com a junção de ambas as estratégias e o seu grande potencial por meio da aplicação das ferramentas durante o roteiro escolhido, o DMAIC.

2.1 A Produção Enxuta

O conceito de produção enxuta ou *lean manufacturing* foi apresentado ao mundo através do livro: “A Máquina que Mudou o Mundo”, contextualizando a fundo como a indústria automobilística japonesa, em situação do pós-segunda guerra mundial deu a volta por cima e criou vantagem competitiva frente à concorrência mundial da época, com um conjunto de conceitos, métricas, modos operacionais e ferramentas aplicadas a processos e pessoas. Segundo Womack e Jones (2003), os japoneses enfrentavam muitos desafios, como: mercado interno pequeno e demandando variabilidade de produtos, aumento significativo de concorrentes e economia destruída e ainda se mantendo na produção artesanal.

Os grandes desafios enfrentados pela indústria japonesa foram os principais motivadores que impulsionaram a busca por um novo modelo de gestão. Segundo Arruda e Luna (2006), o que hoje entendemos como *lean manufacturing*, teve início na *Toyota Motors Company*, sob o comando do então gestor e herdeiro da Toyota, Eiji Toyoda que buscou o principal modelo de gestão e produção da época, a da *General Motors*, nos Estados Unidos que já aplicavam um modelo produtivo inovador frente à produção ainda artesanal japonesa: o fordismo, com as linhas de produção em massa e com isso, detinham expressivas parcelas de mercado. De acordo com Womack e Jones (2003), além de Eiji e sua bagagem de conhecimento adquirido da General Motors, havia o executivo Taiichi Ohno, principal responsável pela adaptação e implementação de toda transformação pioneira no conceito de manufatura enxuta por meio do Sistema Toyota de Produção.

O Sistema Toyota de Produção tem como principal objetivo, segundo o entendimento de Werkema (2012), a identificação e redução sistemática dos desperdícios pensando na redução dos custos, qualidade final e rapidez de operação, com foco em suprir a necessidade do cliente de forma eficaz e satisfatória, aumentando a competitividade. Para tal, Womack e Jones (2003) enfatizam a necessidade de se distribuir bem as funções e as responsabilidades para todos os colaboradores envolvidos e que agregam valor ao produto final, pois de acordo com Ohno (1997), o objetivo é produzir o que é demandado, no momento correto e na quantidade exata, fazendo jus ao conceito de redução dos desperdícios.

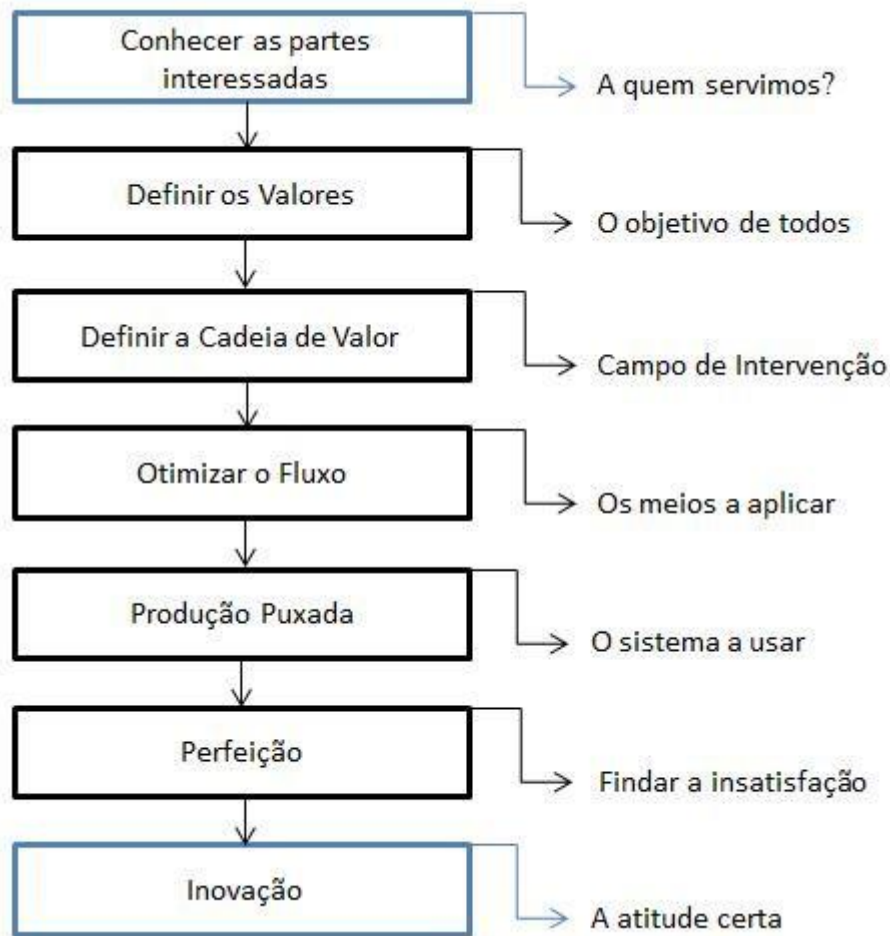
Dado tal sucesso adquirido, a essência do Sistema Toyota de Produção se difundiu pelo mundo, principalmente após a publicação do livro de Womack e Jones que definiu o termo *lean* para embasar e contextualizar todo o Sistema Toyota de Produção, popularizando a filosofia e a essência do trabalho dos japoneses de produzir mais com menos recursos possíveis.

2.1.1 Os Princípios da Produção Enxuta

Na filosofia da Manufatura Enxuta, segundo Pinto (2008), há cinco princípios sequenciados de sustentação que suportam a forma de pensamento *lean* e facilitam a disseminação da informação e a condução da aplicação da teoria na prática. Nesse contexto, fica claro que os princípios são fundamentais para a eliminação dos desperdícios e por consequência, o atingimento da proposta. De acordo com Marchwinski *et al.* (2008), a consequência, é de resumirem todo o pensamento enxuto, sendo eles: definição do que é valor, identificação da cadeia de valor, o fluxo de valor, a produção puxada e a busca pela perfeição.

Para Pinto (2014), os cinco princípios apresentados possuem algumas bases que hoje, fazem uma grande diferença frente às necessidades competitivas por consequência da globalização como: a consideração apenas da cadeia de valor do cliente e não a complexidade de cadeias de valores que existe atualmente, como as de cada fornecedor ou outra parte interessada além do ciclo interminável de redução, deixando em segundo plano a geração de valor mediante criatividade e inovação. Com isso, apresenta-se no fluxograma 1, a sugestão de revisão que Pinto (2014) propôs, com a conceituação de mais dois princípios que somados aos cinco, previamente nomeados, complementam o pensamento *lean* de acordo com a nova realidade competitiva.

Fluxograma 1 — Os Princípios da Produção Enxuta



Fonte: Adaptado de João Paulo Pinto, 2014.

O primeiro princípio é o conhecimento das partes interessadas, que do ponto de vista de Pinto (2014), representa tudo aquilo que é atuante no negócio, desde colaboradores, sociedade em geral, meio ambiente, fornecedores e clientes finais.

Em sequência, há o segundo princípio, este já inerente na proposta elucidada por Womack e Jones (2003), a definição de valor por parte do cliente final. Este valor não é definido pelas empresas, mas sim o consumidor que tem uma necessidade a ser suprida e é essa necessidade que gera o valor, cabendo às empresas interpretar e oferecer seus produtos e serviços a fim de atender tal demanda. Sendo valor, no entendimento do Wilson (2010), tudo aquilo que o cliente está disposto a não abrir mão e pagar para ter. Além de valor para o cliente, do ponto de vista de Pinto (2014), as partes interessadas também devem ser levadas em consideração na significação de valor por serem colaborativa ao negócio. Cabe ressaltar

que toda característica ou atribuição do produto ou serviço que não esteja de acordo com as necessidades do cliente ou partes interessadas, tornam-se pontos de racionalização.

O terceiro princípio é a definição da cadeia de valor. A cadeia de valor é caracterizada, de acordo com Domingues (2013), como sendo toda atividade e informação necessária para se conduzir o desenvolvimento de um produto em específico pelas três tarefas críticas que se encontram em qualquer negócio: a de solução de problema que possa ocorrer desde a concepção da ideia do produto até o seu lançamento; a tarefa de gerir a informação, que perpassa pelo recebimento do pedido do cliente até a sua entrega, de acordo com o cronograma proposto e por último, a tarefa de transformação física, que é a matéria prima se transformando em produto acabado, passando pelos processos produtivos definidos. Segundo Pinto (2008), “A cadeia de valor é o veículo que permite entregar valor aos clientes. É a sequência de processos que desenvolvem, produzem e entregam os resultados desejados.” deixando claro a necessidade de identificar e mapear com detalhe o fluxo do produto para se pontuar possíveis oportunidades de redução de desperdícios e elucidar o que de fato agrega valor ou não, fazendo uma análise da cadeia de valor. Para Pinto (2008), uma sucinta análise seria, em um primeiro momento, o entendimento das atividades e em sequência, a classificação em:

1. Atividades que criam valor;
2. Atividades que embora não propõem valor, não podem ser desconsideradas no presente momento por alguma razão, como: gestão atual ou a tecnologia atual;
3. Atividades que não acrescentam nenhum valor são oportunidades para o beneficiamento da cadeia de valor ao serem retiradas da operação.

Dando continuidade, o quarto princípio, encadeado aos demais, se refere à manutenção do fluxo de valor. Womack e Jones (1998), afirmam que, “uma vez que, para determinado produto o valor tenha sido especificado com precisão, o fluxo de valor mapeado, as etapas que não agregam valor são eliminadas, é fundamental que o valor em processo flua, suave e continuamente, dentro das três tarefas gerenciais críticas: solução de problemas, gerenciamento da informação e transformação física”. Tornando evidente a importância da fluidez, quando Pinto (2008, p.4) disserta “A ideia de criar um fluxo contínuo é poder fabricar produtos ou serviços ao ritmo a que são pedidos pelo cliente.”.

A produção puxada é definida como o quinto princípio proposto por Womack e Jones (2003), e discorre sobre a necessidade de se produzir somente aquilo que se precisa, nem a mais e nem a menos, além da rapidez da fabricação. A ideia de produção puxada é evitar a

formação de estoques com acúmulos seja de matéria prima ou produto acabado e aumentar a flexibilidade da operação, operando somente o demandado. Ou seja, de acordo com Domingues (2013), o cliente puxa a operação ao imputar seu pedido e só assim, começa a se produzir. Não havendo pedido, não há operação.

O sexto e penúltimo princípio *lean*, é intitulado pela busca da perfeição. A proposta desse princípio para Pinto (2014) é de continuidade em todos os níveis da organização no que diz respeito a entregar o melhor para os clientes. Fica claro que se trata de um processo contínuo e cíclico, pois a partir da implementação do primeiro princípio surgem novas demandas e desperdícios a serem sanados e o mesmo acontece para outros princípios, deixando claro que a busca é constante pela eficiência e eficácia.

O último princípio, é a inclusão da inovação constante, princípio esse revisado por Pinto (2008) com a proposta de aderência a competitividade atual dada à globalização. Para o autor, a inovação é a chave principal para se ter e manter o valor nas companhias, podendo emergir em novos produtos, novos serviços, processos que agreguem ainda mais ao produto no que se refere a diminuição de desperdícios.

Com isso, fica evidente que o pensamento *lean*, baseado nos princípios aqui descritos não se torna um meio radical para gerar mudanças agressivas e rápidas, como bem descreve Pinto (2008, p.5) ao dizer “O pensamento *lean* não é um meio para implementar mudanças radicais nas organizações, é antes de tudo uma mudança de atitude e de cultura empresarial.”

2.1.2 O Conceito de Desperdício

De acordo com a cultura japonesa, a palavra muda, tem o significado de desperdício. Nesse contexto, Dennis (2008) afirma que o desperdício é tudo aquilo que não agrega valor ao cliente ou ainda, é o que o cliente não está disposto a arcar em questão de custos.

Em relação aos desperdícios, podem-se destacar os oitos tipos relacionados na literatura do *lean*, sendo sete desperdícios relacionados por Taiichi Ohno e trazidos as organizações: o de excesso produção, por processo, por movimento desnecessário, de transporte, de estoques, de espera por defeito e de conhecimento, sendo este último, o oitavo, mais recente adicionado a literatura no livro “*Lean Thinking*”, Womack *et al.* (1996), definindo-os, então, como:

- Excesso de Produção: A definição de acordo com Pinto (2014) perpassa por antecipação, quando se produz mais cedo do que se precisa onde se gera estoque e os

produtos precisam aguardar até sua consumação ou aproveitamento de uma próxima etapa de processamento, ou ainda pela quantificação, quando se produz além do que é demandado, onde sobram peças. Em outras palavras, está relacionado ao ideal de eficácia de produção em massa de se atender ao cliente evitando pausas na produção, sem observar as consequências, como alocar os recursos de forma errada ou retirar a flexibilidade do processo. No entendimento de Ohno (1997), o desperdício por excesso de produção é considerado o maior gargalo dentre todos, pois tem a capacidade de dar origem a outros desperdícios.

- **Por Processo:** É um dos desperdícios mais trabalhados, dado a interação. Segundo Dennis (2008), as perdas por processamento são originadas com máquinas utilizadas de forma inadequada de acordo com a sua capacidade ou ainda processos desnecessários ou ineficientes que geram dificuldade de aplicação ou retrabalho e não agregam valor.

- **Movimentos Desnecessários:** No entendimento de Pinto (2014), referem-se à movimentação que não agrega valor a operação, podendo ser de colaboradores ou de equipamentos, podendo ser demasiado lento ou com rapidez. Nesse desperdício, as causas principais estão ligadas ao layout disposto, operações isoladas ou ainda ao projeto ergonômico local.

- **Transporte:** Diferente do desperdício por movimentação, o desperdício por transporte está relacionado a peças ou produto final propriamente dito e não a equipamentos ou pessoas. Nesse sentido, contextualizando Dennis (2008), é qualquer movimentação ou transferência de um lugar para o outro que não agrega valor ao produto final, pois enquanto ocorre o transporte, não há processamento em andamento, havendo perda de tempo e recursos.

- **Estoque:** É o desperdício que define a armazenagem excessiva. Para Riani (2006), o desperdício por estoque significa aprisionar os recursos financeiros e físicos quando se retém produto acabado, peças ou ainda matéria-prima pensando em adquirir vantagem produtiva gerando, na verdade, custo, deterioração e perda de flexibilidade.

- **Espera:** É o desperdício oriundo da inatividade devido à espera de algo. A espera entra no contexto de máquinas, pessoas e processos. Um exemplo de desperdício por espera:

“no processo, quando ocorre à falta ou atraso na matéria-prima e um lote inteiro fica aguardando a operação da máquina para iniciar sua produção; do lote, quando peças já passaram por determinado processo e tem que esperar todas as outras peças do lote para poder seguir a próxima etapa; e do operador, quando o operário permanece ocioso, assistindo uma máquina em operação. (RIANI, 2006, p.18)

- **Defeito:** É o desperdício associado ao retrabalho, quando se produz fora da especificação e não atende aos padrões de qualidade ou confiabilidade esperado, se faz necessário consertar o defeito, gerando perda de tempo e recursos materiais e de mão de obra.
- **Conhecimento:** O desperdício relacionado à criatividade e conhecimento do colaborador. Nele, há a incapacidade momentânea ou contínua de exploração do potencial do capital humano que geram o desperdício de ideias que jamais serão expostas e a inibição do fluxo do conhecimento. As principais consequências desse desperdício são intangíveis, perpassam pela desmotivação, alienação que impactam em todo o processo produtivo.

2.2 O Seis Sigma

A origem do seis sigma remete a meados de 1980 na empresa Motorola que tinha o objeto de tornar a empresa mais competitiva, buscando produzir com qualidade superior ao que era ofertado no mercado a custos menores, utilizando as ferramentas já conhecidas da qualidade junto a novos conceitos de gestão. (PYZDEK; KELLER, 2014).

O seis sigma é considerada uma estratégia de nível gerencial que tem como premissa alavancar o desempenho e a lucratividade das empresas, visando a satisfação dos consumidores e tornando-as mais competitivas, mediante melhoria contínua de processos e produtos baseada no trabalho de dados sob a forma quantitativa. (WERKEMA, 2012).

Para Carvalho e Paladini (2012), fica claro que para atingir tal objetivo, o seis sigma é caracterizado pelo uso marcante e massivo das ferramentas estatística e a profunda análise dos dados de forma sistemática a fim de buscar variabilidades.

O termo variabilidade é conceituado como uma falha intrínseca a qualquer processo, porém, por não ser uma característica bem vinda, faz-se necessário a sua tratativa por meio de projetos de melhoria contínua a fim de minimiza-las, tomando ciência da impossibilidade de resolução completa. (RATH; STRONG, 2001).

Nesse contexto fica claro que o seis sigma busca diminuir a variabilidade de processos e produtos, que é toda especificação fora do que se é esperado ao se produzir, caracterizando um defeito, uma não conformidade e para tal, é atribuído o uso ferramentas estatísticas junto ao pensamento lógico direcionando a uma tratativa quantitativa no intuito de alavancar a competitividade de uma empresa.

Cabe ressaltar, como bem discorre Matos (2003), que a aplicação do seis sigma não está direcionada a área da qualidade de uma companhia, dada atribuição da busca por zero defeitos, mas que deve estar amplamente difundida em todos os processos e integrando os colaboradores e fornecedores de uma empresa. O que relaciona muito bem ao que discute Harry (2000) ao pontuar a redução de risco do negócio como o maior propósito, indo mais além do que a ideia simplista de redução de defeitos através de um programa de qualidade, ou seja, tendo foco na diminuição dos riscos atrelados aos processos ou operações internas como um todo e com isso os ganhos são diversos: diminuição do retrabalho, maior confiabilidade, alocação assertiva dos recursos, redução de custos, proposta de valor para o consumidor e outros que geram competitividade, fator determinante para manutenção de uma empresa nos dias atuais.

Tal entendimento, segundo Harry (2000), pode ser escalonado para toda cadeia de valor, atingindo parceiros e fornecedores que ofertam ou se beneficiam do produto ou serviço em questão, tendo também uma tangível redução dos riscos de falhas. Com isso, no entendimento de Matos (2003), quando se aplica o seis sigma em uma empresa, tanto parceiros quanto clientes, tendem a sensação de maior confiabilidade em relação aos padrões mundiais no que tange ao desempenho da qualidade no que adquirem.

2.2.1 Definição Estatística

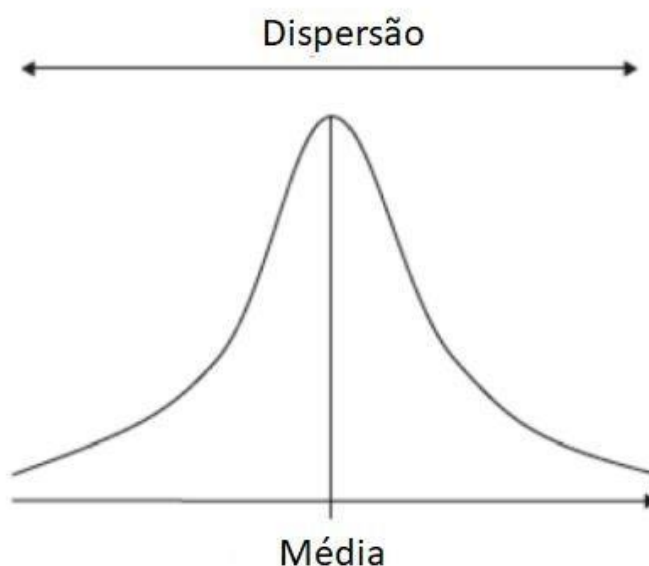
Entrando no contexto da estatística, a relação da redução da taxa de falhas e a variabilidade de processo pode ser descrita pela relação dos conceitos estatísticos aplicados ao seis sigma descritos a seguir.

Em qualquer processo, considerando a inerência da variabilidade, é possível observar, segundo Montgomery (2004), a dispersão ou variação dos dados propostos em torno de um ponto central, ou seja, como os dados se dispõem em relação ao que se é esperado e tanto para mais quanto para menos. A esse ponto médio, denomina-se o conceito estatístico de média,

que é a representação numérica do cálculo da divisão do somatório dos valores dos dados pela quantidade de dados pontuada. Além disso, o conceito de desvio padrão representa toda variação de dados que ocorre em torno da média.

Segundo ECKES (2001), a representação visual do ponto médio e do desvio padrão é demonstrada por meio da curva de distribuição de probabilidade normal ou ainda curva de Gauss, representada na figura 1, que é caracterizada pelo formato de sino, onde o ponto médio da curva é destacado como sendo o de maior concentração de dados, ou seja, em uma distribuição normal, quando mais distante do ponto central da curva, maior a dispersão, maior a variabilidade de processo encontrada.

Figura 1 — A distribuição normal em sua forma visual



Fonte: Adaptado de Oliveira e Hu, 2018

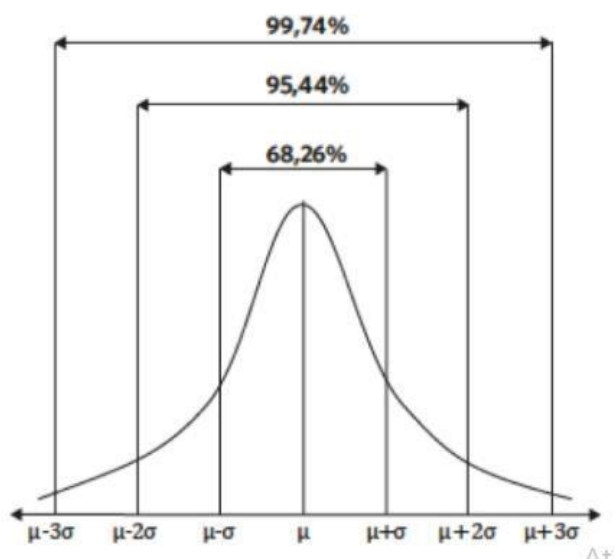
“A razão para o nome Seis Sigma foi porque ‘sigma’ é a medida estatística relacionada com a capacidade de um processo, ou a habilidade deste processo em produzir peças sem defeitos. No jargão estatístico, sigma é a medida da variação do processo ou o desvio padrão” (KLEFSJO, 2001 p.32).

O desvio padrão é representado visualmente pela letra grega sigma (σ) em uma distribuição de probabilidade. A letra sigma sempre está representada seguida de um número, que segundo Antony (2006), representa o quão disperso os dados se encontram. Dados conceitos enunciados, é possível inferir que quanto maior o desvio padrão, maior é a variação do processo ou produto em relação ao ponto médio.

No contexto da estatística e tendo com base a curva normal, o conceito de seis sigma pode ser enunciado como a busca constante pela redução da variabilidade, ou seja, manter o produto ou processo o mais próximo dos limites de especificação possível, máximos e mínimos, de um dado objetivo, com a finalidade de ofertar a qualidade esperada. (ANTONY, 2006)

Segundo Hilsdorf (2002), uma conformação seis sigma é aquela em que o processo tem a sua média de dados focada no valor central da especificação esperada, além dos limites de especificação, máximo e mínimo ou inferior e superior que detém a área responsável pela concentração de todos os resultados, dentro de uma distância de seis desvios padrões do valor da média definida, ou seja, na curva normal, a representação visual ficaria sendo como demonstrado na figura 2:

Figura 2 — A distribuição do desvio padrão e as áreas de valor em porcentagem



Fonte: Oliveira e Hu, 2018.

Entretanto, manter um processo centralizado para estar em conformação com o seis sigma não é uma tarefa fácil. De acordo com Rath & Strong (2001), dado que a variabilidade para processos a longo prazo tendem a aumentar por diversos fatores, seja para maior ou menor do valor das especificações em concordância como bem descreve Scatolin (2005), a literatura recorre à padronização aceitável de desvio de até 1,5 desvio-padrão dos limites especificados nos casos de processos em longo prazo, que são os processos reais da natureza, e caracteriza um processo em curto prazo, também chamado de processo teórico, aquele em que a média é centrada nos limites especificados, Com isso, um processo que apresenta o

nível seis sigma em curto prazo, apresentará no longo prazo, a redução do nível sigma para 4,5 sigma considerando os mesmos limites especificados anteriormente.

Sendo assim, o grande valor do seis sigma fica visível quando relaciona-se a taxa de falha com o nível sigma praticado pela empresa ou que se deseja alcançar, como mostrado nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 — A relação do nível Sigma com o Nível de Serviços Ofertados

Nível de Qualidade Sigma	Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO)	Nível de Serviço dentro dos Requisitos dos Clientes
6	3,4	99,9997%
5	233	99,977%
4	6.210	99,379%
3	66.807	93,32%
2	308.537	69,20%
1	690.000	31%

Fonte: Adaptado de George, 2004

Abrindo uma discussão acerca da tabela 1, pode-se observar a decrescente quantificação de defeitos para cada milhão de oportunidades, quando se pensa em um processo em longo prazo, considerando a variabilidade e a atenuação necessária, mantendo os limites especificados. Para um nível 6 sigma, há a taxa de 3,4 defeitos para cada um milhão de oportunidades, exemplificando em um contexto: caso se produza 1 milhão de bolsas, há possibilidade de erro, ao aplicar a metodologia Seis Sigma, é de se apresentar 3,4 bolsas defeituosas. Pode-se destacar também o alvo atingido quando se relaciona o nível seis sigma, a taxa de falhas com a probabilidade de atendimento a demanda do cliente, no nível seis sigma, sendo de 99,9997%

Outra relação que demonstra a eficácia da metodologia seis sigma, é quando se relaciona o nível sigma, atrelado a taxa de falha pertinente em relação ao custo da não qualidade exigido. Como demonstrado por Werkema (2012), quanto mais se investe no alcance do seis sigma, menores são os custos acerca da manutenção da qualidade. Tal relação fica evidente dada à diminuição de reprocesso, aumento da confiabilidade e outros.

Tabela 2 — A relação do nível sigma com o custo da não qualidade

Nível de Qualidade	Defeitos por milhão (ppm)	Custo da não qualidade (percentual do faturamento da empresa)
Dois Sigma	308.537	Não se Aplica
Três Sigma	66.807	25% a 40%
Quatro Sigma	6.210	15% a 25%
Cinco Sigma	233	5% a 15%
Seis Sigma	3,4	menos que 1%

Fonte: Adaptado de Werkema, 2012

2.2.2 Metodologia DMAIC

O seis sigma possui uma metodologia lógica e estruturada que suporta toda a sua aplicação para atingir o objetivo principal de melhoria do processo. Segundo Pande *et al.* (2001), tal metodologia é ordenada e disciplinada em cinco grandes fases a serem seguidas de forma sequencial para o melhor aproveitamento, para que, segundo Domingues (2013), seja possível evitar conclusões precipitadas acerca do entendimento do contexto no qual a problemática se insere bem como a premeditação de soluções ineficientes que venham a prejudicar a resolução.

Tal metodologia é denominada como DMAIC, um acrônimo que representa as fases: D de *define* (definição), M de *measure* (medição), A de *analyze* (análise), I de *improve* (melhoria) e o C de *control* (controle), a serem discutidas abaixo.

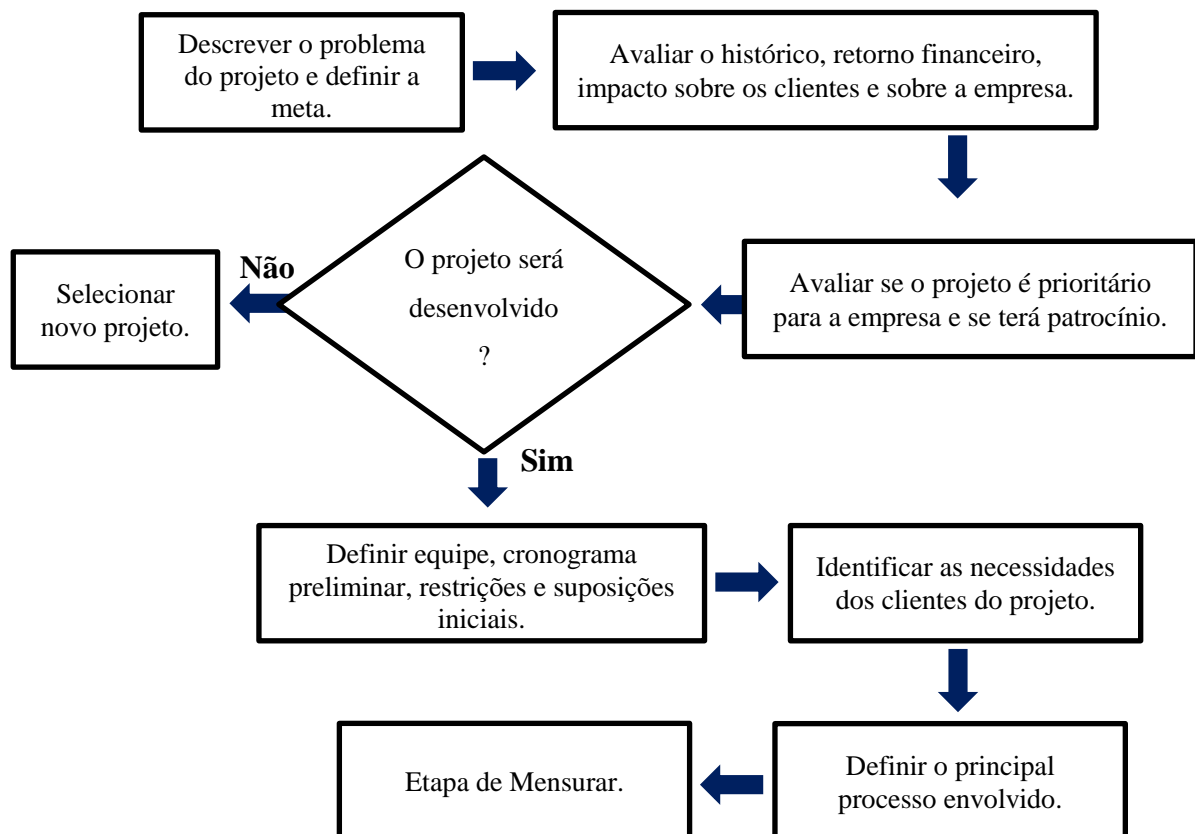
2.2.2.1 Definir

O seis sigma, de acordo com Figueiredo (2006), ao aplicar a metodologia DMAIC, deve-se iniciar com a proposta da definição do problema bem como os objetivos, metas e benefícios que se pode alcançar com o desenvolvimento de um projeto. Segundo Dias (2011), para atingir essa proposta, há a necessidade de se centrar em informações lógicas e objetivas, deixando de lado propostas de projetos intuitivas ou baseadas no *feeling*. Com isso, espera-se que os líderes envolvidos, dentro da fase de definição, busquem um planejamento do trabalho a ser executado.

De acordo com Goffnett (2004), é comum o uso de gráficos, investigações documentais, entrevistas e dados já utilizados pela empresa para se entender o cenário atual e simultaneamente, possíveis oportunidades de melhorias.

Seguindo o fluxograma adaptado proposto por Werkema (2012), a fase de definição é caracterizada por outras pequenas etapas encadeadas como mostrado no fluxograma 2:

Fluxograma 2 — Sequência das Etapas da Fase de Definição



Fonte: Adaptado de Werkema, 2012.

Na fase de definição, a descrição de uma problemática alvo deve ser acompanhada da estipulação de uma meta. Segundo Duarte (2011), as metas são os objetivos principais que se deseja alcançar quando se monta um projeto, é a busca de toda aplicação do seis sigma, podendo ser de qualquer natureza: aumento de produtividade, diminuição de estoque, capacidade de máquina e outros. Uma meta, segundo Moreira *et al.* (2004), deve conter prazo, objetivo e valor. Referindo-se a prazo, como uma questão de tempo corrido, uma data estipulada, já o objetivo como sendo estratégico e definido pela empresa, podendo variar de

acordo com a necessidade que se deseja alcançar e quanto ao valor, sendo o comparativo através do histórico interno de uma corporação ou por intermédio do *benchmarking* externo.

Em seguida, é feita uma avaliação da proposta que tangencia informações de impacto financeiro e institucional. É o momento de avaliação do retorno esperado baseado na meta definida, o comparativo do quão prejudicial à proposta é com base no histórico financeiro e nos impactos na empresa com o quão é possível se trabalhar para a sua diminuição. A partir disso, uma série de decisões são tomadas com base nas informações descritas prioritariamente em relação ao problema a ser resolvido. A sequência perpassa pela decisão da formação da equipe de atuação e de um cronograma com início e fim, caracterizando os marcos: inicial e final de um projeto, dentro de um tempo estipulado.

Na sequência, a caracterização final perpassa pelas necessidades a serem atingidas, pensando nos cliente, sejam eles, externos ou internos a corporação e por último, o processo no qual se encontra o problema proposto.

2.2.2.2 **Mensurar**

A fase de mensuração se concentra no problema. Segundo Stamatis (2004), é a fase em que há a discussão dos procedimentos de coleta de dados do processo em questão. Tais procedimentos, quando aplicados, avaliam o desempenho atual do processo, sendo uma informação muito importante para se direcionar as tratativas dentro de um planejamento mais assertivo.

A avaliação do sistema de medição é o direcionador inicial para a equipe atuante pontuar melhorias no processo, devendo-se considerar por meio das métricas aplicadas, a situação de repetitividade e reprodutibilidade do sistema de medição para fins de confiabilidade dos dados. É na fase de medição, que surge a necessidade de se referenciar valores, métricas, bem como, apresentar os dados de forma mais visual e estratificada possível, sendo muito comum o uso de gráficos e mapeamentos de processo. (GOFFNETT, 2004).

De acordo com Trusko *et al.* (2010), toda coleta de dados tem o propósito de assegurar a conformidade em relação a normatizações, regras e especificações, portanto, tanto o plano de coleta de dados quanto a Avaliação do Sistema de Medição/Inspeção devem ser fiéis ao proposto pelo padrão discutido.

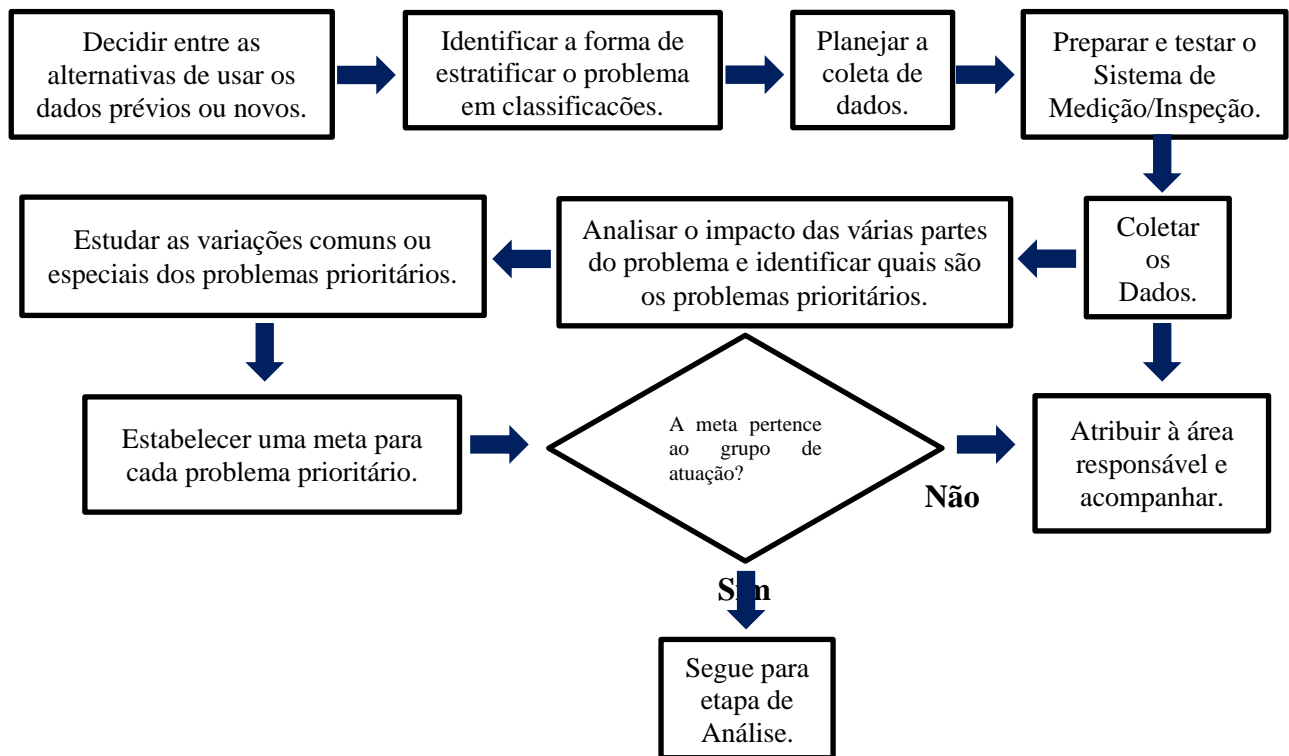
O comparativo de medições fica atrativamente mais claro em formas gráficas, podendo-se fazer inferências em relação à situação atual do processo e o que deveria, de fato, ser considerado o esperado ou o resultado ótimo, dentro das mesmas condições de avaliação. As possíveis variações que podem ocorrer, dado comparativo de medições, podem ser classificadas em: variações comuns, que são as variações que envolvem a discrepância de fatores como: máquinas, procedimentos, do ambiente, matéria prima ou de mão de obra empregado e que possuem diversas razões e são consideradas potenciais oportunidades de melhorias. São exemplos de causas de instabilidades geradoras da variabilidade classificada como comum: emocional do colaborador ou falta de treinamento, parada de processo por falta de insumo ou manutenção e outros. (STAMATIS, 2004).

A outra classificação de variação é denominada de variação especial, como tendo causas imprevisíveis e com isso, tendo o agravante de difícil previsibilidade de ocorrência para se tratar. (STAMATIS, 2004).

Por fim, há a consolidação e registros dos dados levantados, gerando o plano de coleta de informações. Porém, para chegar à concretização do plano de coleta de informações, é fundamental o planejamento. Para isso, é necessário, segundo Moreira *et al.* (2004), que se faça o desdobramento do problema em casos, ou ainda, pequenos problemas que ao se juntarem formem o problema foco que se deseja trabalhar, para então identificar a criticidade e se atingir a causa raiz, pois como bem explica Breyfogle (2002), ao implementar o roteiro, a empresa precisa alinhar suas expectativas em relação ao que se deseja alcançar com a realidade que vivência, de forma que não se perca o foco. Assim sendo, o desdobramento das métricas principais, em métricas menores, é um direcionador para os colaboradores não focarem esforços em que não agrega valor.

No entendimento de Werkema (2012), um bom desenvolvimento da mensuração, deve ocorrer em pequenas etapas, de forma encadeada, como mostrado no fluxograma 3:

Fluxograma 3 — Sequência das etapas da Fase de Medição



Fonte: Adaptado de Werkema, 2012.

A proposta de Werkema (2012), está de acordo com o que sugere Breyfogle (2002), Moreira *et al.* (2004), Trusko *et al.* (2007) e Stamatis (2004), o que demonstra um consenso, exceto pela etapa inicial que discorre sobre a indecisão de se usar os dados que a empresa já possui. Diferente de Werkema, os outros autores citados anteriormente, destacam a necessidade de realizar a medição atual do processo em estudo, não usando somente os dados que já se tem, para se ter um comparativo de variabilidade, sendo ela especial ou comum e assim, um banco de dados mais confiável junto ao teste do sistema de medição.

De acordo com Werkema (2012), o conceito de dados na fase de mensuração é qualquer informação relevante que ajuda na tomada de decisão, podendo ser, por exemplo: tempo de chegada, quantidade de defeito, capacidade de produção de um equipamento e outros. Se a empresa não controla as informações necessárias ou surgem novas demandas, deve-se optar por uma nova coleta de dados.

Na estratificação, se desmembra o problema em classificações a serem escolhidas, usualmente as mais selecionadas por Werkema (2012), são: tempo, local, tipo, sintoma ou pessoa como o problema em questão se comporta sob diferentes perspectivas, de modo a

focalizar e entender mais a fundo o que se é proposto. Segundo Duarte (2011), quanto maior o problema, mais estratificado deve ser, pois assim a possibilidade de solução se torna mais clara.

Tendo os dados mensurados, é possível discutir a relevância e a profundidade dos mesmos, destacando-se os de prioridade maior que impactam diretamente o problema proposto a ser trabalhado e definindo a meta a ser alcançada. A partir disso, segundo Duarte (2011), devem-se desdobrar as metas estipuladas para os problemas prioritários encontrados por meio dos dados para o grande problema, inicialmente enunciado na fase de definição, com a premissa de que se situa na área responsável ou não. Em caso negativo, deve ser direcionado a fim de acompanhamento.

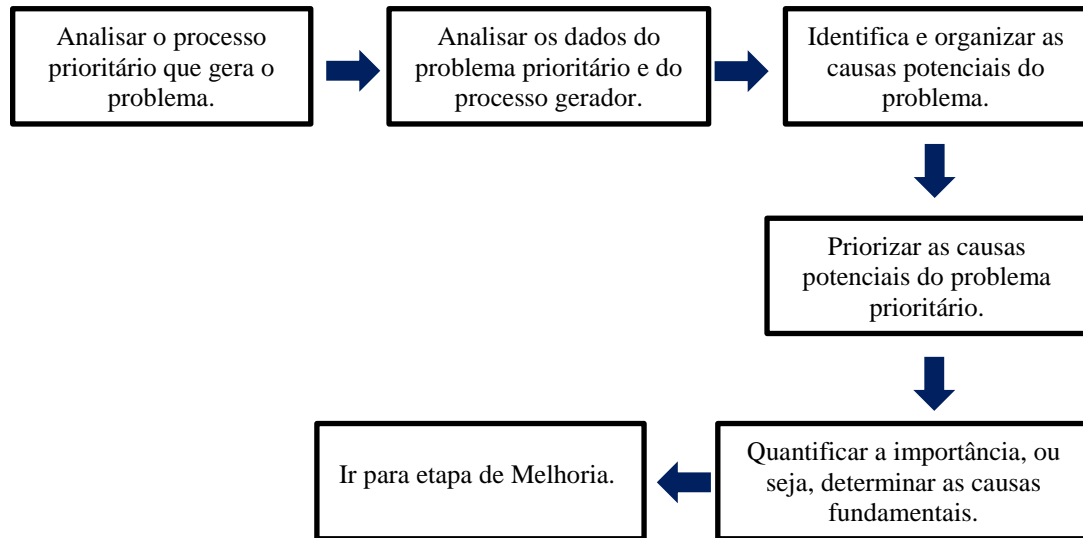
De forma geral, na fase de mensuração é realizado o trabalho com os dados através da elaboração de gráficos, planilhas, uso constante da lógica matemática e estatística, observação, pesquisa e entrevistas de modo geral, podendo transformar dados de formas quantitativas ou qualitativas, ou ainda, ambas as formas.

2.2.2.3 **Analisar**

A terceira fase é direcionada, segundo Lin et al. (2013), a busca pelas possíveis causas que desdobraram o problema definido na primeira etapa do DMAIC e que afeta o processo, tendo uma maior profundidade até se encontrar a causa raiz e quantifica-la com base nos dados que se foram encontrados previamente, na etapa de mensuração. Para tal, é necessário o uso de ferramentas estatísticas e da qualidade que trabalhem os dados de forma sistêmica oferecendo a descoberta das causas óbvias e não óbvias de influência no processo (ROTONDARO, 2002).

Uma proposta feita por Werkema (2012) de atividades, divididas em etapas é apresentada para a fase de análise no fluxograma 4:

Fluxograma 4 — Sequência das etapas da Fase de Análise



Fonte: Adaptado de Werkema, 2012.

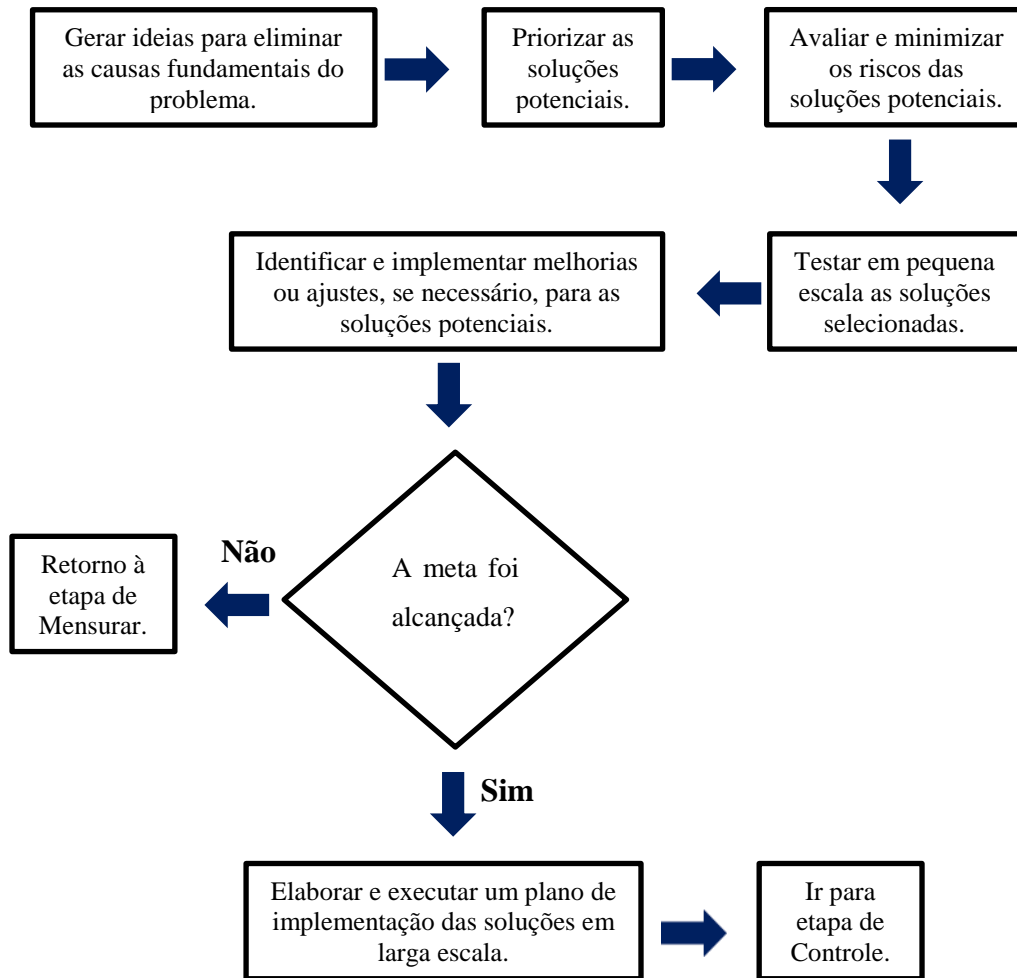
2.2.2.4 Melhorar

Na sequência de fases enunciadas, entra-se na fase de melhoria, onde de acordo com Chakravorty (2009), deve-se sugerir potenciais sugestões de melhorias, levando em considerações os benefícios e custos envolvidos, para somente depois, se ter uma implementação em pequena escala e em sequência, a avaliação da eficácia, para assim, considerar a conclusão da etapa.

De acordo com Goffnett (2004), as potenciais sugestões devem ser filtradas, levando em consideração fatores que vão além dos custos envolvidos, como: a probabilidade de sucesso se implementada, o tempo que leva para executar a implementação, os impactos nos recursos materiais e colaborativos, como os próprios colaboradores e a rotina operacional. Por isso, como bem citado por Pyzdek e Keller (2014), a fase de melhoria deve levar em consideração a opinião dos envolvidos no processo problemático a fim de se encontrar aderência ou não na proposta ofertada de melhoria, pois segundo Stamartis (2004) atrelado a essa dinâmica de envolvimento junto ao conjunto de dados levantados é o que conduz a equipe de trabalho a propor melhorias tangíveis de acordo com a realidade da empresa.

Uma proposta apresentada por Werkema (2012), conceitua a fase de melhoria em etapas apresentadas no fluxograma 5:

Fluxograma 5 — Sequência das etapas da Fase de Melhoria



Fonte: Adaptado de Werkema, 2012.

Segundo Werkema (2012), a geração de ideias potenciais é o ponto chave da fase de melhoria, visto que, após todo o encadeamento de etapas, fica claro a prioridade a ser atingida com os principais problemas identificados. Nesse contexto, incita-se a geração de ideias que agreguem resolução a problemática, filtrando as que possuem mais aderência e assertividade, levando em consideração os custos envolvidos e os riscos inerentes que podem impactar o processo.

Em seguida, destaca-se a realização de um piloto, onde a proposta de pilotar é identificar se faz sentido para o objetivo da equipe a melhoria proposta e como ela se comporta no ambiente real, bem como, se atinge as expectativas. Em caso afirmativo do piloto, ocorre, por fim, o proposto em larga escala.

Além disso, a autora salienta a necessidade de formalização de um plano para implementação em larga escala. Isso porque, como bem descreve Duarte (2011), faz-se necessário uma avaliação profunda se a meta proposta tem alcance viável em larga escala por intermédio das soluções escolhidas.

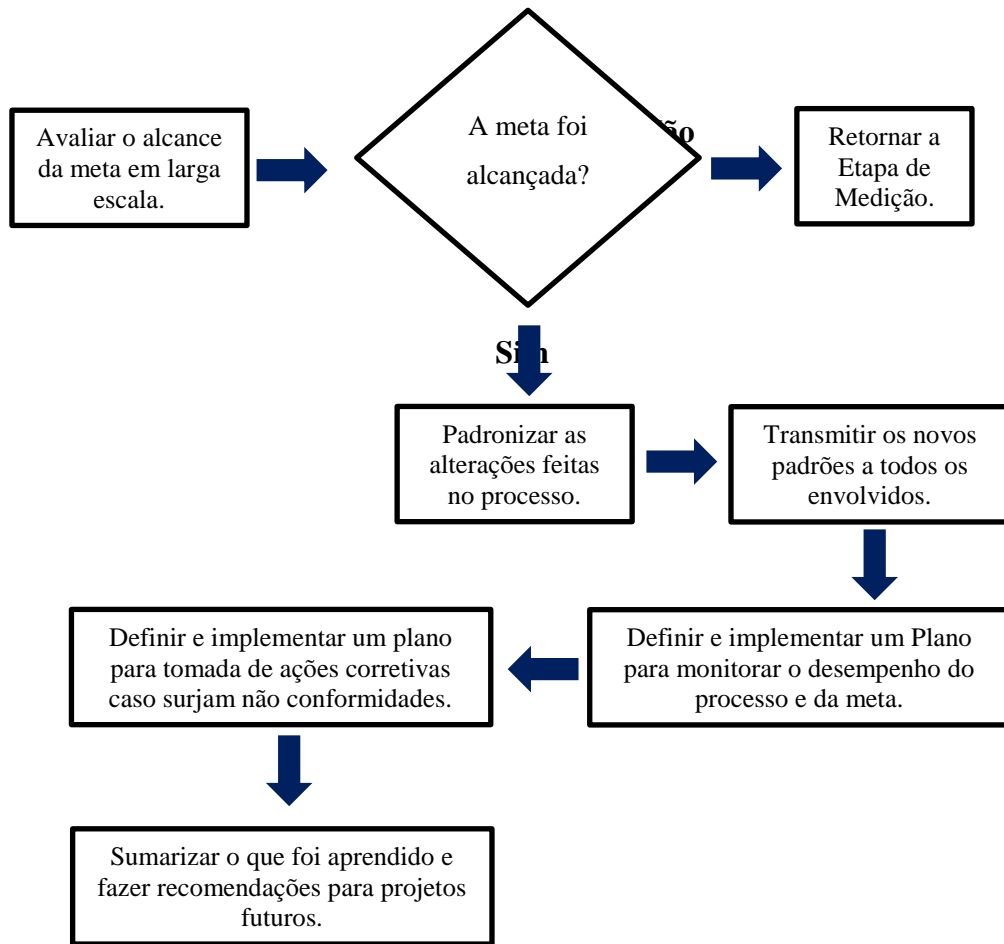
Com isso, como bem citado por Dias (2011), tudo que for melhorado só voltará a ser um tópico dentro do conceito do seis sigma se houver uma nova solução que potencialize ainda mais o que se oferta.

2.2.2.5 Controlar

De acordo com o entendimento de Chakravorty (2009), a última fase do roteiro DMAIC, é a fase de controle do trabalho realizado. É nesta fase que se desenvolve e implementa um sistema que seja capaz de assegurar, através de dados, que as melhorias implementadas na fase de melhoria, mantenham o processo mais fluído e menos variável. Para Stamatis (2004), a geração de um plano de controle que registre informações como: responsáveis, o que se está mensurando para controlar, parâmetros de desempenho e medidas de correção, são essenciais para a manutenção da melhoria que fora implementada.

Uma proposta de atividades encadeadas, apresentada por Werkema (2012) elucida o contexto da manutenção da melhoria frente ao controle das informações, adicionando ao contexto da etapa de controle, a necessidade de se expor a melhoria em forma de padronização para todas as partes interessadas envolvidas no processo, como colaboradores diretos e indiretos da área responsável, gestores, fornecedores. Muito alinhado com o entendimento de Pyzdek e Keller (2014) que a mudança proposta na fase de melhoria, deve estar de acordo com a proposta esperada pela equipe de colaboradores e que os mesmos sejam capacitados e estejam aderentes a nova realidade, assim como toda a estrutura corporativa. De acordo com Dias (2011), e dentro do contexto enunciado, sempre que ao findar a fase de controle com a propagação da informação das modificações do processo observadas, se ainda houver necessidade de melhoria, volta-se a fase inicial do DMAIC, a fase de definição, o que demonstra ser um ciclo contínuo de melhoria. Uma proposta apresentada por Werkema (2012) das etapas da fase de controle é apresentada no fluxograma 6:

Fluxograma 6 — Sequência das Etapas da Fase de Controle



Fonte: Adaptado de Werkema, 2012.

2.3 O Lean Seis Sigma

O termo *lean seis sigma* surgiu da integração da filosofia *lean* e suas atribuições junto à metodologia seis sigma e suas atribuições. Para Werkema (2012), essa junção é algo natural de se acontecer e é comum a utilização de ambas às estratégias, aderindo à realidade de cada empresa.

Discutindo o ponto forte de cada estratégia, é possível destacar o que tanto o *lean* quanto o seis sigma agregam valor quando aplicados de forma conjunta. Segundo Anthony e Kumar (2012), o *lean* é responsável por criar uma melhor ambientação para o fluxo dos processos com a diminuição dos desperdícios. Já em relação ao seis sigma, a identificação e a quantificação de falhas e a diminuição de variabilidade. Ou ainda é possível, discorrer da ausência de cada estratégia, como bem citado por Werkema (2012), o *lean* não possui um

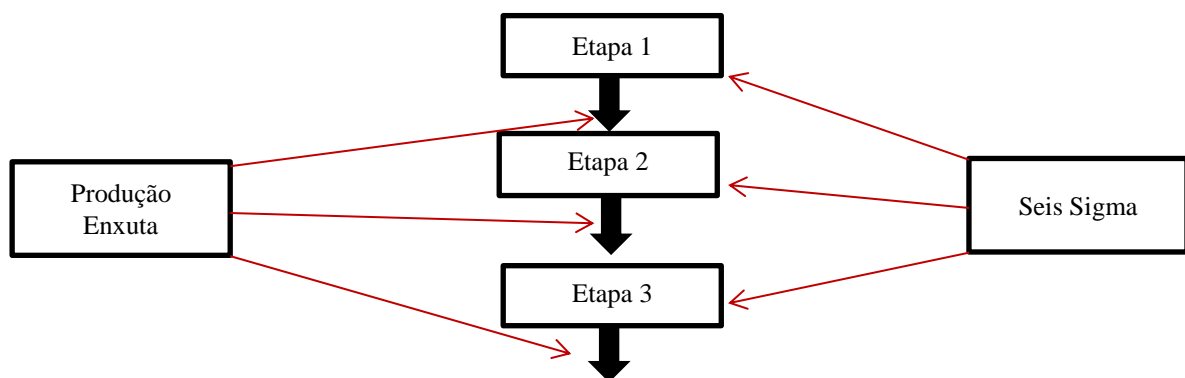
método elaborado e profundo que alinha a informação ao trabalho da estatística e a lógica para resolução de problema de variabilidade, o que se pode complementar com o uso do seis sigma em conjunto, assim como, há a ausência de enfatizar a necessidade de velocidade e redução de tempos ou ainda, os principais desperdícios que vão defasando a qualidade de uma empresa, aspectos da produção enxuta.

Com isso, fica claro que as estratégias discutidas não implicam em conflitos diretos ou indiretos, pois cada uma atua de forma distinta em relação ao objetivo no quesito qualidade: o *lean* busca a redução dos custos eliminando os desperdícios, já o seis sigma busca também a redução dos custos reduzindo a variabilidade além da diferenciação das ferramentas aplicadas para atingir tal objetivo. Sendo assim, a melhor forma de integrá-las é a aplicação dos pontos mais fortes de cada uma delas. (OLIVEIRA, 2007).

Para Ehrlich (2002), a integração das duas estratégias viabiliza uma grande proposta de valor, entregando alta qualidade, produtos altamente especificados e atrelados às demandas dos clientes, baixo custo e um fluxo contínuo de melhoria que atinge a cultura corporativa. Além disso, pode-se adicionar o benefício discutido por Chen (2008), em que a combinação de ambas as propostas tem por consequência uma maior capacidade de resolução de problemas tanto do nível operacional quanto estratégico quando se pensa em saúde do negócio.

A percepção de valor agregado ao integrar as duas estratégias fica evidenciada pelo entendimento de Snee e Hoerl (2007), que exemplifica o *lean* seis sigma através do esquema 1:

Esquema 1 — Exemplo do Entendimento do *Lean* e do Seis Sigma em processo produtivo



Fonte: Adaptado de Snee e Hoerl, 2007.

Segundo Snee e Hoerl (2007), as caixas do esquema 1 representam as etapas do processo produtivo que se deseja trabalhar e se tem valor sendo agregado ao produto e em relação às setas, representam o fluxo da informação e de materiais que suportam cada etapa e são indispensáveis para fazer o processo produtivo acontecer.

Para os autores, Snee e Hoerl (2007), na maioria das vezes, a causa raiz dos principais problemas é encontrada nas etapas de fluxo da informação e materiais, porém nas etapas processuais há uma probabilidade considerável de se ter atividades que não agregam valor ou que tenham variabilidade do processo. Com esse entendimento, fica evidente que a filosofia *lean* e suas atribuições são bem alocadas quando se trata do fluxo entre as etapas processuais e o seis sigma quando se trata de reduzir a variabilidade das etapas do processo. Isso porque, reduzir os desperdícios e os tempos envolvidos tem sua relevância, mas não supri a totalidade para se atingir a excelência operacional. O mesmo entendimento perpassa para a redução da variabilidade unicamente, não sendo suficiente para se atingir a eficiência em grandes números. Para os autores, se faz necessário à visão holística de ambas as estratégias, na qual um reforça a implementação da outro.

Entretanto, a implementação do *lean* seis sigma frequentemente encontra barreiras. De acordo com Achanga *et al.* (2006), muitas empresas buscam adotar as práticas do *lean* seis sigma, mas não atingem o objetivo e acabam por não serem beneficiadas. A razão disso, segundo os autores, é o desconhecimento em relação aos custos associados para a implementação e os possíveis resultados, ou seja, o que é tangível de acontecer, o que leva ao fracasso. Além disso, de acordo com Carvalho e Paladini (2012), há ainda a necessidade de se ter mão de obra capacitada que seja direcionada ao entendimento teórico e os princípios da estratégia para melhor aproveitamento.

Um estudo realizado por Loureiro Junior (2013), relaciona os principais fatores críticos que objetivam o sucesso da implementação do *lean* seis sigma, a ausência de uma tratativa que sustente tais fatores, desencadeia barreiras e conseqüentemente, pode se concretizar no fracasso da implementação. Segundo o autor, a proposta foi elaborada com base nos fatores de sucessos levantados por Jeyaraman e Teo (2010) em um comparativo com as bibliografias mais citadas que não só relacionam a estratégia, mas que também criam um programa de excelência. Os fatores que mais frequentemente são citados são: o comprometimento e engajamento da liderança, o desenvolvimento das competências *belt*, que é a trilha de desenvolvimento teórico-prático que fundamenta o colaborador a liderar projetos de melhoria continua onde se trabalha o *lean* seis sigma, o investimento financeiro e um

programa efetivo de treinamentos direcionado as equipes, tais fatores são apresentados no quadro 1:

Quadro 1 — Fatores Críticos para Implementação de um Programa de Excelência

Fator Crítico de Sucesso \ Autor	Braunscheidel (2011)	Andrietta e Miguel (2007)	Santos e Martins (2010)	Carvalho, Ho e Pinto (2007)	Fernandes, Silva e Turroni (2010)	Pepper e Spedding (2010)	Santos e Martins (2008)	Kornfeld e Kara (2011)	Dumitresco e Dumitrache (2011)	Gutierrez, Montes e Sanchez (2009)	Mehrjerdi (2012)	Gershon e Rajashekharalah (2011)	Corbett (2011)	Miguel et al. (2012)
Cultura e crença organizacional	x	x	x	x					x	x	x		x	
Comprometimento e Engajamento da liderança	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x		x
Sistema de reconhecimento e premiação		x												
Competência de <i>Master Black Belts</i> e <i>Black Belts</i>		x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	
Capacidade financeira da empresa (investimento)		x	x	x			x		x	x	x	x	x	x
Frequente comunicação dos resultados do programa		x		x	x	x			x		x			
Seleção, priorização, revisão e acompanhamento de projetos		x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
Compartilhamento de boas práticas de projetos			x							x				
Efetivo programa de treinamento de Lean Seis Sigma		x	x	x		x	x			x	x	x	x	x
Painel de controle de indicadores estabelecido		x					x		x					

Fonte: Loureiro Junior, 2013

2.3.1 Principais Ferramentas Utilizadas

O desenvolvimento do *lean seis sigma* por meio do roteiro DMAIC, é baseado na aplicação de um vasto repertório de ferramentas que, de forma ordenada, trazem as informações necessárias para a tomada de decisão e tratativas das oportunidades de melhoria. Por ser uma estratégia adaptada ao contexto de cada situação problema, não se faz necessário à aplicação rígida de cada uma das ferramentas, mas sim a busca por aquelas que possuem mais aderência ao contexto selecionado, ou seja, que se possa aplicar de acordo com o cenário da problemática.

O quadro 2 apresenta uma proposta relacionada por Werkema (2012) que demonstra a aplicação das ferramentas de acordo com a etapa do DMAIC em que o projeto se encontra. Algumas ferramentas serão detalhadas, dado a aplicação no estudo de caso desenvolvido.

Quadro 2 - Relação de Ferramentas com as Etapas do DMAIC.

Etapa de Definição	
Atividades	Ferramentas
Descrever o problema do projeto e definir a meta.	Mapa de Raciocínio; Project Charter
Avaliar o histórico, retorno financeiro, impacto sobre os clientes e sobre a empresa.	Project Charter; Métricas Seis Sigma; Gráfico Sequencial; Carta de Controle; Análise de Série Temporal; Métricas Lean, Análise Econômica
Definir equipe, cronograma preliminar, restrições e suposições iniciais.	Project Charter
Identificar as necessidades dos clientes do projeto.	Voz do Cliente
Definir o principal processo envolvido.	SIPOC; Mapeamento de Fluxo de Valor.
Etapa de Medição	
Atividades	Ferramentas
Decidir entre as alternativas de usar os dados prévios ou novos.	Avaliação do Sistema de Medição/Inspeção
Identificar a forma de estratificar o problema em classificações.	Estratificação
Planejar a coleta de dados.	Plano de Coleta de Dados; Amostragem; Folha de Verificação
Preparar e testar o Sistema de Medição/Inspeção.	Avaliação do Sistema de Medição/Inspeção
Coletar os Dados.	Plano de Coleta de Dados; Amostragem; Folha de Verificação
Analisar o impacto das várias partes do problema e identificar quais são os problemas prioritários.	Estratificação; Diagrama de Pareto; Mapeamento de Fluxo de Valor; Métricas Lean
Estudar as variações comuns ou especiais dos problemas prioritários.	Gráfico Sequencial; Carta de Controle; Análise de Séries Temporais; Histograma; Boxspot; Índices de Capacidade; Métricas dos Seis Sigma; Análises Multivariadas; Mapeamento de Fluxo de Valor; Métricas Lean
Estabelecer uma meta para cada problema prioritário.	Cálculo Matemático; Kaizen
Etapa de Análise	
Atividades	Ferramentas
Analisar o processo prioritário que gera o problema.	Fluxograma; Mapa de Processo; Mapa de Produto; FMEA; FTA; Mapeamento de Fluxo de Valor; Métricas Lean
Analisar os dados do problema prioritário e do processo gerador.	Avaliação do Sistema de Medição/Inspeção; Histograma; Boxspot; Estratificação; Diagrama de Dispersão; Cartas Multi-Variáveis
Identificar e organizar as causas potenciais do problema.	Brainstorming; Diagrama de Causa e Efeito; Diagrama de Afinidade; Diagrama de Relações.
Priorizar as causas potenciais do problema prioritário.	Diagrama de Matriz; Matriz de Priorização.
Quantificar a importância, ou seja, determinar as causas fundamentais.	Avaliação do Sistema de Medição/Inspeção; Carta de Controle; Análise de Regressão; Testes de Hipóteses; Análise de Variância; Planejamento de Experimentos; Análise de Tempos de Falhas; Teste de Vida Acelerado; Métricas Lean; Diagrama de Dispersão.
Etapa de Melhoria	
Atividades	Ferramentas
Gerar ideias para eliminar as causas fundamentais do problema.	Brainstorming; Diagrama de Causa e Efeito; Diagrama de Afinidades; Diagrama de Relações; Mapeamento de Fluxo de Valor; Métricas Lean; Redução de Setup
Priorizar as soluções potenciais.	Diagrama de Matriz; Matriz de Priorização
Avaliar e minimizar os riscos das soluções potenciais.	FMEA; Análise das Partes Interessadas
Testar em pequena escala as soluções selecionadas.	Teste na Operação; Teste de Mercado; Simulação; Kaizen; Métricas Lean; Kanban; 5S; TPM; Redução de Setup; Poka Yoke; Gestão Visual.
Identificar e implementar melhorias ou ajustes, se necessário, para as soluções potenciais.	Operações Evolutivas; Testes de Hipóteses; Mapeamento do Fluxo de Valor; Métricas Lean.
Elaborar e executar um plano de implementação das soluções em larga escala.	5W2H; Diagrama da Árvore; Diagrama de Gantt; PERT/COM; Diagrama de Processo; Decisório; Kaizen; Métricas Lean; Kanban; 5S; TPM; Redução de Setup; Poka Yoke; Gestão Visual.
Etapa de Controlar	
Atividades	Ferramentas
Avaliar o alcance da meta em larga escala.	Avaliação do Sistema de Medição/Inspeção; Carta de Controle; Histograma; Testes de Hipóteses; Índice de Capacidade; Métricas Seis Sigma; Diagrama de Pareto; Mapeamento do Fluxo de Valor.
Padronizar as alterações feitas no processo.	Procedimentos Padrão; 5S; TPM; Poka-Yoke; Gestão Visual.
Transmitir os novos padrões a todos os envolvidos.	Manuais, Reuniões; Palestras; OJT; Procedimento Padrão; Gestão Visual.
Definir e Implementar um Plano para monitorar o desempenho do processo e da meta.	Avaliação do Sistema de Medição/Inspeção; Plano para Coleta de Dados; Amostragem; Carta de Controle; Histograma; Índices de Capacidades; Métricas do Seis Sigma; Mapeamento do Fluxo de Valor; Métricas Lean; Poka-Yoke.
Definir e implementar um plano para tomada de ações corretivas caso surjam não conformidades.	Relatórios de Anomalias;

Fonte: Adaptado de Werkema, 2012

Adentrando aos detalhes de algumas ferramentas, pode-se destacar:

2.3.1.1 **Contrato de Projeto**

A ferramenta funciona como um contrato entre a liderança do projeto, a equipe e a administração da empresa com o objetivo de reunir as principais informações norteadoras do projeto que vai se desenvolver a fim de manter a equipe focada no objetivo central, esclarecendo as expectativas das partes interessadas bem como as limitações com que o projeto deve considerar.

É composto pelos seguintes elementos, segundo adaptação de Finamore Jr (2008):

1. Descrição do problema;
2. Escopo do projeto;
3. Funções dos membros da equipe;
4. Datas de resultados ou finais de fases;
5. Suporte necessário.

Uma proposta de modelo de Contrato de Projeto pode ser observado no quadro 3.

Quadro 3 — Proposta de Contrato de Projeto

Contrato de Projeto <i>Project Charter</i>			
Projeto:		Líder:	
Cliente:		Patrocinador:	
Área:		Data:	
Objetivo do Projeto			
Justificativa / Histórico			
Definição da Meta		KPIs	
Límites do Projeto (Inclui Exclui)			
Premissas e Restrições do Projeto			
Equipe de Trabalho			
	Nome	Cargo	Área / Empresa
Líder:			
Patrocinador:			
Membros da equipe:			
Especialistas para suporte técnico:			
Requisitos do Cliente			
Validação Final do Projeto			
Aprovação:			

Fonte: Adaptado de Voitto, 2020

2.3.1.2 Voz do Cliente

Aplicando a ferramenta intitulada Voz do Cliente, é possível elucidar, segundo Werkama (2012) as principais necessidades, especificações, expectativas que os clientes demandam serem atendidas em relação ao produto ou processo em questão. É possível identificá-las mediante pesquisas de opinião, reclamações diretas ou indiretas, avaliações orais ou escritas, de origem virtual ou não.

Os dados gerados da coleta da voz do cliente devem ser abordados sobre a ótica de identificação das chamadas características críticas para a qualidade dos produtos e serviços de

uma empresa, ou ainda, para os processos da mesma. Com isso, há um direcionador estratégico para processos e setores importantes que necessitem de melhorias para agregar valor (VOITTO, 2017c).

De acordo com Strapasson (2018), a voz do cliente é uma ferramenta estratégica por alinha a necessidade e especificações do cliente e a avaliação crítica dos processos e produtos de uma empresa, direcionando o foco em projetos de melhoria oportunos para o atingimento dos objetivos propostos.

2.3.1.3 SIPOC

A ferramenta representada pela sigla SIPOC, de acordo com Rasis, Gitlow e Popovich (2002) tem aplicabilidade simples e objetiva para definição das etapas de um dado processo, bem como os fornecedores, as entradas, as saída e a segmentação de partes interessadas nas saídas.

A sigla SIPOC tem conformação na língua inglesa e a tradução para o português relaciona:

S para *suppliers*, que significa em português fornecedores, podendo ser externos a organização ou internos;

I para *inputs* sendo traduzido para o português como as entradas do processo, ou seja, o que é recebido dos fornecedores para que o processo ocorra, levando em consideração os requisitos desejáveis de qualidade.

P para *process*, traduzindo para o português como processo, sendo a ação em si. A transformação que as entradas oriundas dos fornecedores passam para se tornarem produto ou serviço de valor agregado para o cliente;

O para *output*, traduzindo para o português como as saídas, tudo aquilo que fora transformado previamente e é de interesse do cliente, ou seja, o produto final ou o serviço a ser prestado para a satisfação do cliente.

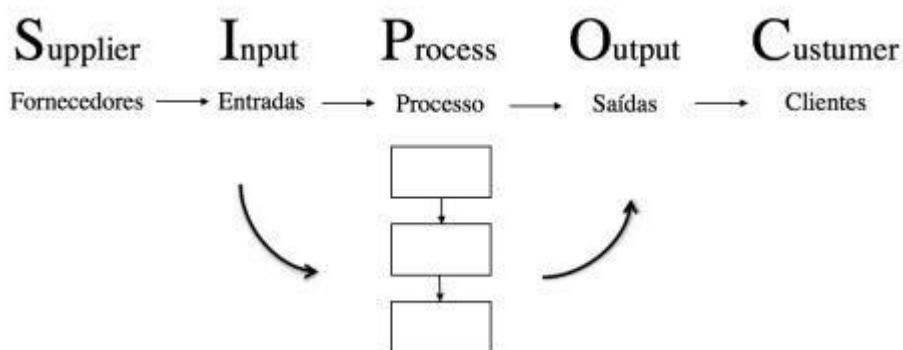
C para *control*, traduzindo para o português como sendo o cliente, podendo ser externo a organização ou interno. É o cliente que demanda as especificações que devem moldar tudo o que é entregue nas saídas.

Visualmente, o SIPOC é uma ferramenta efetiva de comunicação, principalmente por ordenar as informações em uma forma lógica que permite os usuários uma compreensão

sistêmica, porém superficial do processo como o todo, bem como, das partes de interesse para o cliente (FINAMORE JUNIOR, 2008).

A construção do SIPOC é realizada em linhas que complementam as informações pertinentes, uma proposta de SIPOC é demonstrada no esquema 2:

Esquema 2 — Aplicação da Ferramenta SIPOC



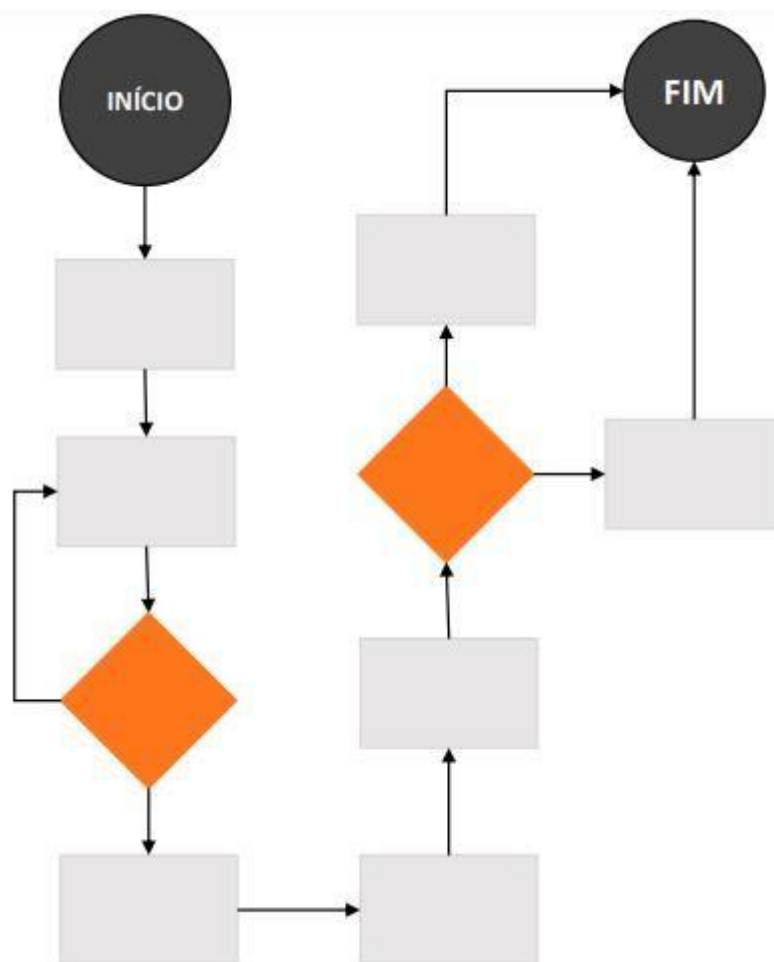
Fonte: Manoela Franco, 2016

2.3.1.4 Fluxograma de Processo

O mapeamento de processo é a consequência de todas as informações e entendimentos extraídos de observações, entrevistas, documentos e outros que contribuam para a construção do fluxo das ações até a concepção de um produto ou serviço.

De acordo com Rotondaro et al. (2002), as organizações estão divididas em departamentos ou áreas e para produzir, esses departamento e áreas devem interagir, em um fluxo de informações de processos que convergem para a concepção do proposto, porém dada a complexidade podem gerar conflito que ocasionam o insucesso. Com isso, a ferramenta pontua de forma simples as etapas ou tarefas realizadas, desde o início ao fim, de forma encadeada o que permite ao usuário ter uma boa visibilidade do que compõem o processo em questão, bem como os conflitos de interesse e as oportunidades de melhorias. No esquema 3, um exemplo organizacional da estrutura visual de um fluxo de processo, sendo muito comum o uso de figuras geométricas para pontuar a representação das atividades.

Esquema 3 — Apresentação Funcional de um Fluxograma de Processo



Fonte: Adaptado de Voitto, 2020.

2.3.1.5 Brainstorming

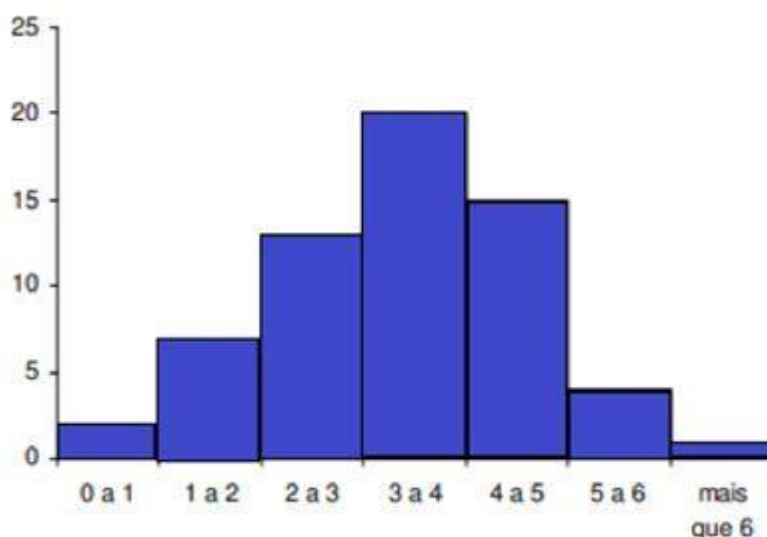
A ferramenta *brainstorming*, em tradução para o português, significa tempestade de ideias. Segundo Finamore Jr (2008), a proposta da ferramenta é extrair dos envolvidos, potenciais ideias de forma rápida, considerando todas as possibilidades para em um segundo momento, filtrar o que se torna relevante. Para Marshall Junior et al. (2003), a técnica busca a diversidade de ideia e a transparência aliados a criatividade que por muitas vezes as pessoas escondem ou ainda, não desenvolvem.

Não há um roteiro a ser seguido, porém é muito comum o uso oral, a fala entre os envolvidos em torno de um tema, onde a reunião dos membros e apenas anotações do que é evidenciado.

2.3.1.6 Histograma

O histograma é um gráfico muito utilizado para reunir informações dentro de uma estratificação considerada, ou seja, é possível pontuar visualmente a frequência em que os dados se compartilham de forma estratificada. A representação do gráfico, segundo Duarte (2011), é feita pela composição de barras, que representam as classes ou grupos de estratificação e a altura das barras, corresponde à frequência observada de ocorrência dos dados de cada classe ou grupo. Além disso, é possível extrair informações importantes a cerca da representação gráfica do histograma, como o comportamento da distribuição a fim de classifica-la quanto ao tipo, à tendência central dos dados e as variações em torno. Na figura 3, há a visualização de um histograma exemplificado.

Figura 3 — Apresentação de um Exemplo de Histograma

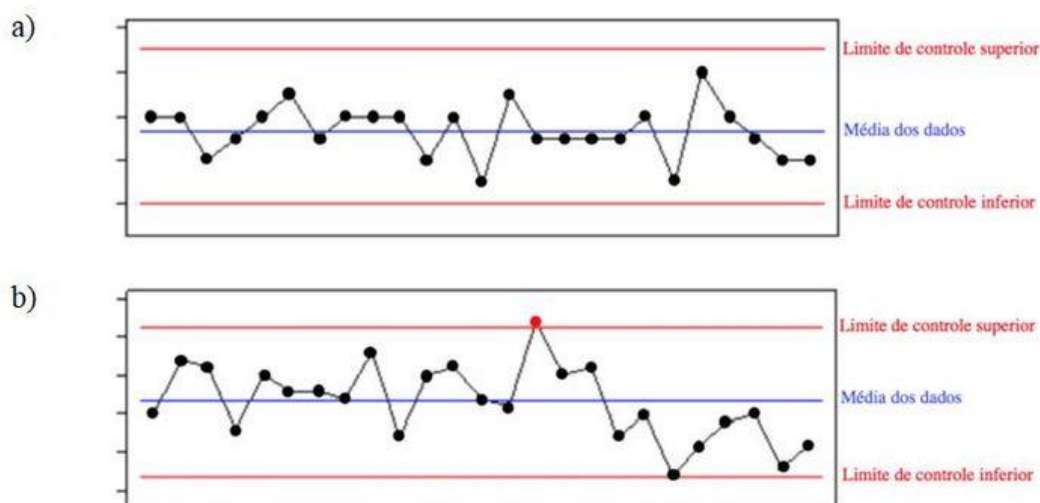


Fonte: Adaptado de Charles Spina, 2008

2.3.1.7 Cartas de Controle

O objetivo principal da ferramenta estatística gráfico ou carta de controle é a observação, através da visualização do comportamento dos dados, da variabilidade do processo em questão. Segundo Montgomery (2004), a concepção de uma carta de controle é baseada no entorno de três linhas: uma linha representa a média dos dados e se aloca de forma centralizada no gráfico e as outras duas, são definidas como o limite superior e o limite inferior de controle. Um exemplo de carta de controle é apresentado na figura 4:

Figura 4 — Exemplo de Carte de Controle com processo controlado (a) e com processo com muita variabilidade, descontrolado (b)



Fonte: Adaptado de Manoela Franco, 2016.

É por meio dos limites de controle que é possível pontuar sobre a variabilidade em que o processo se encontra ao longo do tempo. As variações associadas podem ser classificadas como comum, ou seja, são previsíveis e ocorrem devido às variações normais do processo ou pode ser classificadas como imprevisíveis, que ocorrem por consequência de causas especiais no processo.

Quando se possui uma variação comum, a representação gráfica dos dados, em uma carta de controle, se limita a estar dentro dos limites de controle. Diferente quando ocorre uma variação imprevisível, em que os dados apresentam o comportamento de extrapolarem os limites de controle, como evidenciado em (b) da figura 4.

Porém, não somente a visualização gráfica é pertinente. De acordo com Montgomery (2004), um processo pode estar em descontrole estatístico e ainda sim, estar contido dentro da delimitação gráfica dos limites superior e inferior. Tal observação é pontuada quando há uma representação sistemática dos pontos que representam os dados. De acordo com Portal Action (2015), os mesmos devem estar dispostos de forma aleatória e não em uma tendência ou sazonalidade. A fim de investigar tais comportamentos, é comum a realização de testes, ou seja, avaliar se os dados apresentam um padrão de acordo com as regras estabelecidas. Uma proposta para testes apresentada por Montgomery (2004) é descrita abaixo:

Teste 1: Verifica se o ponto está localizado acima dos limites de controle. Se sim, o processo se encontra em descontrole estatístico;

Teste 2: Avalia a presença de sete pontos ou mais consecutivos localizados acima ou abaixo da linha da média. Em caso afirmativo, o processo se encontra em descontrole estatístico;

Teste 3: Pondera se existem seis ou mais pontos consecutivos crescentes ou decrescentes, gerando uma tendência. Em caso afirmativo, o processo se encontra em descontrole estatístico;

Teste 4: Avalia a existência de quatorze pontos alternados em uma linha, gerando uma variação sistemática. Em caso afirmativo, o processo se encontra em descontrole estatístico;

Teste 5: Avalia a existência de dois de três pontos localizados no mesmo lado a dois desvios-padrão acima ou abaixo da linha central. Em caso afirmativo, o processo se encontra em descontrole estatístico;

Teste 6: Verifica se existem quatro dos cinco pontos localizados no mesmo lado a um desvio-padrão acima ou abaixo da linha central. Em caso afirmativo, o processo se encontra em descontrole estatístico;

Teste 7: Avalia a formação de quinze pontos consecutivos localizados, para cima ou para baixo, a menos de um desvio-padrão da linha central. Em caso afirmativo, o processo se encontra em descontrole estatístico;

Teste 8: Avalia se existem oito pontos consecutivos acima ou abaixo, a mais de um desvio-padrão da linha central, gerando um padrão de mistura. Em caso afirmativo, o processo se encontra em descontrole estatístico.

Há uma variedade considerável de cartas de controle e a opção de escolha deve estar em conformação com o tipo de dado que se pretende avaliar, sendo contínuo ou discreto além da forma da coleta, individual ou em sub-grupos.

2.3.1.8 Índice de Capabilidade

A capacidade do processo, também é definida como capacidade do processo e segundo Slack (2012), é a aceitação de variabilidade do processo no que se refere ao atendimento dos requisitos dos clientes, ou seja, o quanto um processo varia em atendimento as especificações esperadas. No contexto da estatística, a avaliação da variabilidade é feita em

forma de gráfico, comparando a faixa característica do processo com a faixa de especificação desejada.

Para Torminato (2004), os índices de capacidade do processo e suas análises são de profunda relevância para o controle estatístico do processo, pois permite ponderar a respeito da capacidade do processo entregar o que se é esperado pelo cliente, bem como, diagnosticar o estado em que o processo se encontra para se ter um direcionador de aonde é possível obter melhorias e entregar o que se é desejado.

O gráfico de capacidade é construído com base nos índices de capacidade, que são valores adimensionais e são relacionados de acordo com a distribuição de dados que possui, segundo Montgomery (2004), como sendo a mais comum à distribuição normal utilizada. No quadro 4, há a descrição dos índices e a forma de trabalho de cada um.

Quadro 4 — Informativo dos Índices de Capabilidade

Índice	Descrição	Cálculo
Cp	Mede a capacidade de maneira simples, para processos centrados. Mede o potencial do processo	$Cp = (LSE - LIE) / 6\sigma$ Sendo LSE e LIE os limites de especificação do processo (superior e inferior, respectivamente)
Cps	Diferença do centro da distribuição e a especificação superior	$Cps = (LSE - \mu) / 3\sigma$
Cpi	Diferença do centro da distribuição e a especificação inferior	$Cpi = (\mu - LIE) / 3\sigma$
Cpk	Mede a capacidade de processos que não estão centrados	$Cpk = \text{mín} \{Cps ; Cpi\}$

Fonte: Adaptado de Voitto, 2020.

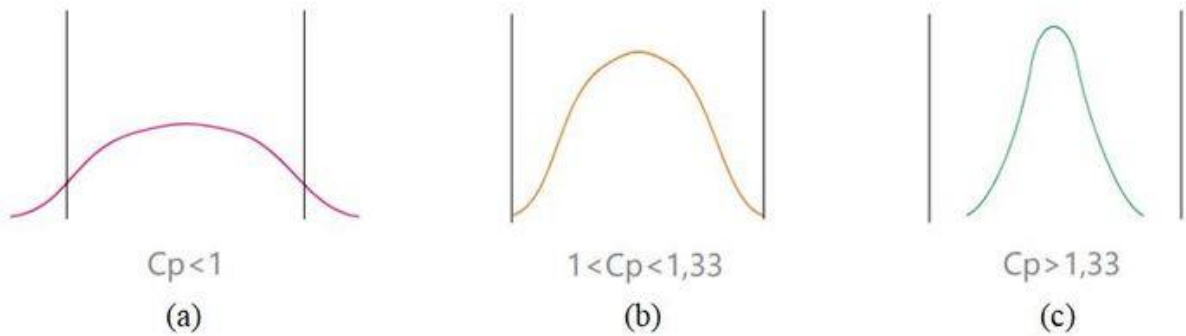
O resultado proveniente dos cálculos dos índices, são avaliados dentro de uma escala numérica de aceitação para a relação de Cp e Cpk, de forma conjunta. De acordo com Montgomery (2004):

Cp menor que 1: O processo não pode ser considerado capaz de atender os requisitos do cliente, visto que, sua faixa está marginalizada, fora da especificação, como mostrado da figura 5 (a);

Cp entre 1 e 1,33: O processo é considerado marginalmente capaz, dado que a faixa de especificação e a do processo se encontram atreladas, como demonstrado na figura 5 (b);

C_p igual ou superior a 1,33: O processo é considerado capaz, as margens do processo estão contendo os limites de especificações do cliente, como demonstrado na figura 5 (c)

Figura 5 — Representações gráficas para os padrões de Índices de Capacidade



Fonte: Adaptado de Voitto, 2020.

Em relação ao índice C_{pk} que mede a quantidade de desvios padrões que estão alocados no intervalo entre a média do processo e o limite especificado mais próximo. Com isso, sendo maior o valor do C_{pk} , menor será a dispersão dos dados do processo, ou seja, menor o afastamento da média do processo em relação a especificação. Os resultados de C_{pk} podem ser avaliados de acordo com o quadro 5, bem como a relação com o C_p .

Quadro 5 — Interpretação do Índice Cpk

Cpk	Interpretação	Ações Pertinentes	Relação do valor nominal e a linha central do processo
$Cpk \geq 2.0$	PROCESSO EXCELENTE Altamente confiável	Os operadores têm perfeito controle do processo	Se $Cp = Cpk \rightarrow$ Processo centrado
$1.33 \leq Cpk \leq 2.0$	PROCESSO CAPAZ Relativamente confiável	Os operadores têm que monitorar para evitar deterioração	Se $Cpk \neq Cp \rightarrow$ Processo está fora de alvo
$1.00 \leq Cpk \leq 1.3$	PROCESSO RELATIVAMENTE INCAPAZ Pouco confiável	Exige dos operadores controle contínuo	$Cpk < Cp$ Processo está fora do alvo, mas está dentro dos limites de especificação
$0 < Cpk < 1$	PROCESSO INCAPAZ Podemos ter produção defeituosa	Exige dos operadores controle 100% da produção	$Cpk < Cp$ A linha central do processo está dentro ou coincidindo com um dos limites de especificação (podemos ter 50% de produção acima ou abaixo dos limites de especificação)
$Cpk < 0$	PROCESSO TOTALMENTE INCAPAZ Não tem condições de manter as especificações		$Cpk < Cp$ A linha central do processo está fora dos Limites da Especificação Se $Cpk < -1 \rightarrow$ toda a produção está fora dos Limites de Especificação

Fonte: Adaptado de Douglas Duarte, 2011.

2.3.1.9 5W2H

A ferramenta 5W2H, segundo Duarte (2011), representa a conformação orientadora para a criação de planos de ações por intermédio de atividades sequenciadas. A sigla tem composição de palavras na língua inglesa e traduzindo para o português, tem-se: 5W para representar palavras em inglês que se iniciam com a letra w e 2H, para representação de palavras em inglês que iniciam com a letra h, todas em formato de perguntas a serem respondidas.

A relação pode ser entendida, mediante da tradução: w para *What* (O que será feito?), *Why* (por que será feito?), *Where* (onde será feito?), *When* (quando?) e *Who* (quem fará?). Além do h para *How* (como será feito?) e *How much* (quanto custará?).

Segundo Peinado e Graeml (2007), como sendo um roteiro de perguntas a serem respondidas pelo usuário, as repostas definidas, possibilitam a elaboração de uma sequência de ações que encadeadas, possibilitam a visualização e percepção mais clara do direcionamento em que o projeto deve ser seguido.

Para Behr, Moro e Estabel (2008), a ferramenta 5W2H é uma forma de organizar o pensamento e materializar a racionalização através de ações desmembradas, rica em detalhes, dentro de um processo, para um melhor acompanhamento do seu desenvolvimento.

Uma proposta de aplicação da ferramenta é apresentado no quadro 6 como exemplo em formato de formulário, onde cada linha representa a ação a ser realizada bem como todas as informações que a compõem. Um exemplo de aplicação da ferramenta 5W2H é apresentada no quadro 6:

Quadro 6 — Exemplificação da Ferramenta 5W2H

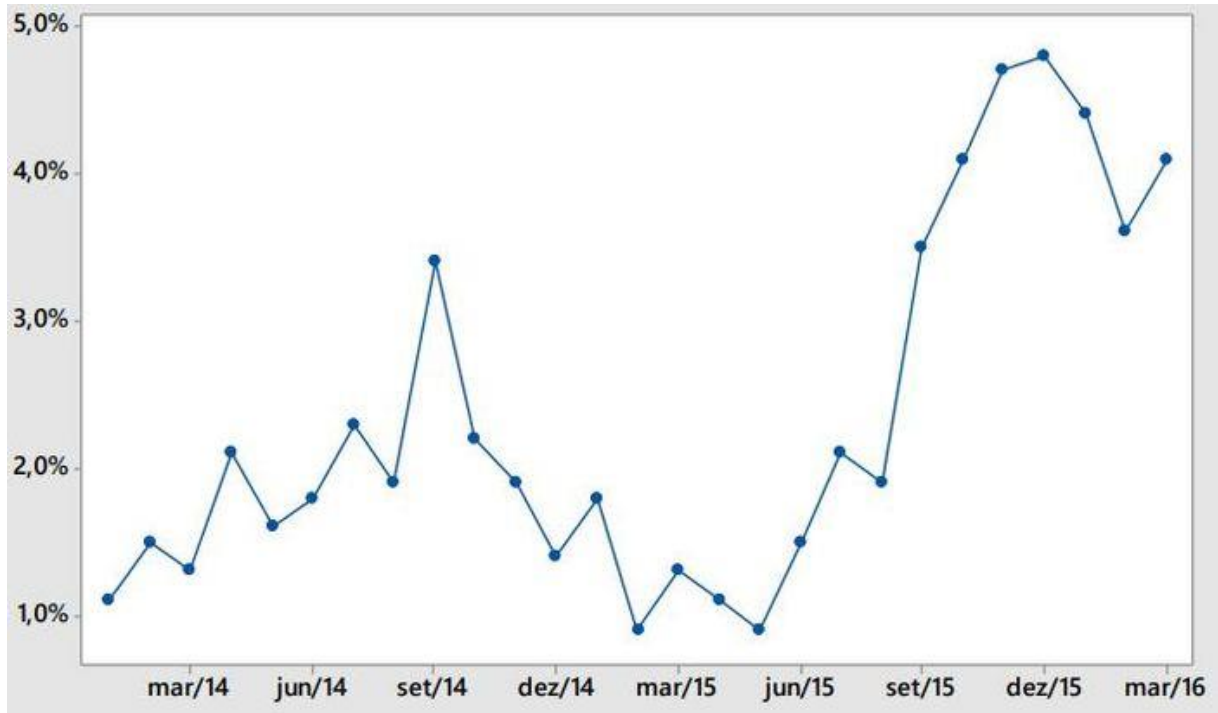
O que?	Quem?	Onde?	Por quê?	Quando?	Como?	Quanto?
Aumentar a temperatura do forno	José	Forno 2W5C	Diminuição da duração do processo	01/maio	Aumentar potência do motor	Para 1100°C
Incluir inspeção durante o processo	Carlos	Linha 17	Diminuir refugo	05/junho	Aumentar um operador	Um operador
Reunião de segurança no início do turno	Larissa	Unidade de BH	Diminuição de acidentes	07/maio	Reunião com o supervisor de segurança	5 minutos iniciais do turno
Comprar novo sistema de manutenção	Roberto	Unidade SP	Muitos dias fora da meta de produção	01/março	Implantação de novo sistema pela Manutenção	R\$ 20.000,00

Fonte: Voitto, 2020.

2.3.1.10 Séries Temporais

Segundo Soares (2019), o gráfico de séries temporais é uma ferramenta estatística que representa a distribuição dos dados que estão sendo trabalhados, de forma individual, em relação a um histórico do tempo. Visualmente, é uma ferramenta que possibilita ver se os dados se comportam de forma aleatória, o que é o desejado ou se apresentam sazonalidades, oscilações parametrizadas e tendências que indiquem descontrole estatístico. Um exemplo de gráfico de séries temporais é apresentado na figura 6.

Figura 6 — Exemplo de Gráfico de Série Temporal



Fonte: Voitto, 2020.

2.3.1.11 Matriz de Priorização

A matriz de priorização é uma ferramenta de gestão que pondera a relação dos resultados do processo com os requerimentos dos clientes, ou ainda, as entradas e os potenciais resultados. Segundo Finamore Jr (2008), o objetivo da matriz de priorização é a identificação do que se torna crítico a fim de se formalizar um plano de ação para mitigar a problemática que mais apresenta uma alta correlação.

Segundo Werkema (2012), a usabilidade da matriz de priorização perpassa por diversas etapas do ciclo DMAIC, dada a sua flexibilidade, podendo ser construída de diversas formas, mantendo apenas o caráter da correlação atendendo aos índices que são multiplicados pelos pesos nos quais os fatores críticos carregam. Um exemplo de matriz de priorização é apresentado na figura 7.

Figura 7 — Exemplo de Matriz de Priorização

		SAÍDAS			RESULTADOS FINAIS	
		y1 = Tempo de preparação	y2 = Qtd. hambúrgueres descartados	y3 = Itens corretos na bandeja		
		PESO	5	10	8	
x1	Tempo excessivo para embalar o hambúrguer		5	0	1	33
x2	Tempo de espera do cliente muito alto		5	0	0	25
x3	Ambiente quente prejudica qualidade dos vegetais		1	3	1	43
x4	Poluição sonora dificulta a concentração		3	3	3	69
x5	Ingredientes fora do padrão de qualidade		3	5	1	73
x6	Pão e carne são consumidos mais rapidamente		5	1	1	43
x7	Alface é de difícil manuseio		3	1	0	25
x8	A embalagem do hambúrguer mais solicitado acaba		0	0	1	8
x9	Procedimento de montagem de difícil compreensão		5	5	3	99
x10	Padrão de correspondência de embalagens é confuso		0	0	3	24
x11	Colaborador não segue o procedimento de montagem		3	3	1	53
x12	Colaborador recebeu treinamento insuficiente		3	3	3	69
x13	Forno apresenta problemas frequentes		3	1	1	33

Fonte: Voitto, 2020.

A figura 7 apresenta um exemplo de uma matriz de priorização. A correlação é definida atendendo a legenda e todos os fatores críticos são descritos por linhas a serem classificadas com tais índices.

Em um primeiro momento, classificam-se os fatores críticos ao processo correlacionando com os seus respectivos pesos. Em sequência, devem-se somar todos os resultados das multiplicações referenciadas por cada linha. O resultado de maior valor é considerado o mais crítico em relação aos outros.

3 METODOLOGIA

De acordo com o entendimento de Gil (2008), pode-se conceituar pesquisa como um processo sistemático com o objetivo principal de se obter compreensão a cerca de problemas reais com base em um procedimento científico encadeado denominado metodologia científica.

Para uma melhor apreciação, a estrutura metodológica deste projeto começa a ser descrita quanto à finalidade da pesquisa. Do ponto de vista de Prodanov e Freitas (2013, p.51), "Pesquisa Aplicada: objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais", ou seja, de uma problemática singular dentro do contexto específico. Com isso, dado desenvolvimento prático, o projeto em questão, caracteriza-se como natureza aplicada.

Em sequência, no que tange às classificações de pesquisa encontradas na literatura, pode-se destacar dentre as três observadas, a aplicada no presente projeto: descritiva. Na contextualização de Gil (2008), pode-se dizer que pesquisas de cunho descritivas são definidas pela marcante objetividade de descrever características de processos, população, fenômenos ou estabelecer conectores de relação entre variáveis, destacando atenção para as técnicas padronizadas de coleta de informações.

Em relação à abordagem da pesquisa, elucidando o entendimento de Prodanov e Freitas (2013), a abordagem quantitativa, traz luz à possibilidade de transformar opiniões e informações em números, para assim, analisá-las.

O presente projeto é condicionado à abordagem mista, dado a necessidade de se coletar dados numéricos de tempos e movimentos no que diz respeito à abordagem quantitativa, bem como a demanda pela compreensão do processo e a percepção dos colaboradores, levando a aplicação da abordagem qualitativa, como bem descrito acima, sendo diretamente ligada a subjetividade e o entendimento do pesquisador.

Escalonando a estrutura metodológica, conforme verificado por Gil (2008), após desenvolvimento do marco teórico do projeto para finalidade de significação científica acima descrito, se faz necessário elucidar o problema em questão sob a ótica da verificação empírica. Para tal, leva-se em consideração o ambiente que consta as informações e os procedimentos pertinentes para operacionalizar a coletar os dados necessários que investiguem as hipóteses previamente levantadas.

Os dados foram coletados em entrevistas orais com colaboradores do setor operações que engloba as áreas: portaria, pátio, logística, produção e manutenção e o setor administrativo que engloba os departamentos: financeiro e faturamento. Também foram coletados dados em documentos da empresa, assim como em observações feitas em visitas à organização e por cronometragem de tempos e movimentos para preenchimento de planilhas e folhas de verificação padronizadas.

O desenvolvimento do projeto contou com a formação de uma equipe multidisciplinar que representasse as principais áreas envolvidas, uma proposta do contexto do programa de estágio da empresa no qual o estagiário é responsável conduzir o projeto.

Por fim, o projeto foi orientado pelo roteiro DMAIC, roteiro este que é dividido em cinco grandes etapas, definidas em sequência como definição do problema; mensuração das informações de forma qualitativa e quantitativa; análise dos dados encontrados; proposta de melhorias tangíveis a realidade da empresa e propostas de controle.

3.1 Unidade de Análise

A administração da empresa, na qual foi desenvolvido o trabalho, solicitou confidencialidade no que diz respeito à divulgação de nome, razão social e imagens, para que assim, possa se tratar os dados de forma ampla e transparente. Para tal, a empresa será denominada pelo nome de Rio Gás.

A Rio Gás conta com mais de 70 anos de mercado e está presente em mais de 20 estados do Brasil, sendo considerada uma grande empresa no mercado tão competitivo de gás liquefeito do petróleo, apresentando em seu portfólio, dois grandes segmentos: o domiciliar e o empresarial.

O segmento domiciliar é responsável pelas soluções de condicionamento do gás em botijões, tendo sua classificação de acordo com o peso ofertado para o cliente: P-5, botijões de 5kg; P-13, botijões de 13kg; P-20, botijões de 20kg; P-45, botijões de 45kg. Outra classificação pertinente do domiciliar diz respeito à solução ofertada, podendo ser: botijões de cozinha, que é o P-13, com a maior demanda do segmento ou ainda as soluções industriais que são voltadas para pequenos comércios ou ainda para residências que demandam um volume maior de gás, não só para cozinhar, que são os volumes ofertados de 5kg, 20kg, 45kg,

tendo ambas soluções, distribuições por transportadoras ou motoristas próprios dos revendedores, que são os clientes principais do segmento.

O segmento empresarial é caracterizado pela distribuição de gás para os clientes finais, não passando por intermediário, como no caso do segmento domiciliar, que apresenta os revendedores que vendem para o cliente final, pessoas físicas. No segmento empresarial, a caracterização principal é quanto ao atendimento, o gás é distribuído pela aquisição por volume, podendo variar de cliente para cliente. Ou seja, a Rio Gás envia seus caminhões tanques carregados de gás até o cliente final, abastecendo-o de acordo com a requisição de volume adquirido. O segmento atende pequenas, médias e grandes empresas, bem como condomínios, pousadas, hotéis, hospitais, clubes, eventos e outros, para diversas finalidades, como: aquecimento, combustível para equipamento, energia e outros.

O produto ofertado pela Rio Gás, independente do segmento, é o gás, porém a mesma não é a refinadora do produto final, sendo sua principal função o envase do gás no botijão e/ou distribuição. O principal fornecedor do gás para a Rio Gás assim como dos concorrentes diretos que possui, são as refinarias de petróleo que vendem o gás liquefeito do petróleo já em condições de envase para a Rio Gás.

A Rio Gás conta com mais de 15 bases de envase de gás, sendo a base de Duque de Caxias a escolhida para o desenvolvimento do projeto. A caracterização da base perpassa pela oferta dos dois segmentos, sendo o foco de desenvolvimento do projeto, o segmento domiciliar.

3.2 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica é parte fundamental para o desenvolvimento de um projeto científico, sendo o direcionador do mesmo, pois permite o pesquisador adquirir mais conhecimento do que tivera sobre o tema em questão.

Nesse contexto, com o objetivo de se criar e pôr em prática um modelo de estudo de pesquisa que suporte a necessidade de informações relevantes para o projeto, fez-se necessário à formalização de uma metodologia de revisão bibliográfica, com a recorrência a diversidade de fontes de informações previamente publicadas de forma escrita ou virtual, nos mais diversos canais, tais como: documentos, livros de referência, artigos científicos atuais e dissertações que agregassem valor aos temas: *lean seis sigma*, roteiro DMAIC e estudos de tempos e movimentos.

A metodologia de revisão da bibliografia proposta seguiu seis etapas em sequência: busca, organização, seleção, leitura, anotações e redação.

Na primeira etapa, denominada busca foram utilizadas ferramentas de busca nas plataformas confiáveis, comumente usadas para trabalhos científicos: Google Acadêmico, Scielo, Portal Periódico CAPES, utilizando palavras-chave como: Gestão da Qualidade, Metodologia *Lean*, *Lean Six Sigma*, Roteiro DMAIC, Ferramentas da Qualidade. Priorizou-se livros, artigos, dissertações, teses da grande área de Engenharia de Produção, bem como a subárea, Gestão da Qualidade.

Em sequência, a etapa de organização, os materiais previamente buscados para referência bibliográfica foram organizados com o uso do software *Mendeley*, um gerenciador de referências gratuito e também uma rede social acadêmica comumente utilizada para organização de trabalhos científicos. Na plataforma, os materiais foram classificados, por definição própria, quanto ao nome, autor, tipo, ano, palavras-chave, nome, *abstract*, *tags* e ordem alfabética. A plataforma *Mendeley* também orienta quanto à estatística de busca de um determinado material, auxiliando a filtragem de materiais mais citados, com mais confiabilidade para se utilizar.

Com isso, chega-se a etapa três, seleção. A seleção é feita pós-organização no *software Mendeley* e o objetivo é refinar os materiais encontrados no que diz respeito à confiabilidade da informação e aceitação para com o tema. Nessa etapa, filtraram-se os materiais que serão colaborativos e descartam-se o que não é usado. Para tal, foi criada uma métrica para seleção própria que consta de: os requisitos de avaliação que são utilizados, os pesos relacionados aos requisitos e o valor atribuído a cada situação em uma planilha do *Microsoft Excel*. Assim, as referências bibliográficas foram classificadas em ordem numérica de acordo com o resultado da multiplicação da nota pelo peso.

Quadro 7 — Critérios de Seleção para Referências Bibliográficas.

Critérios de Priorização	Pesos	Notas
Data da Publicação	1	Há mais de 10 anos (2); últimos 5 anos (3); últimos 2 anos (10)
Número de Citações	2	Até 30 citações (1); de 30 até 60 citações (3); mais de 60 citações (10)
Tipo de Literatura	3	Artigos em Congressos, teses e dissertações (2); Periódicos (3); Revisões de Literatura (10)
Questão Central e/ou Questão Específicas Respondidas	5	1 questão respondida (1); 3 questões respondidas (3); 5 questões respondidas (10)

Fonte: A autora (2020)

Dando continuidade, após seleção sistemática, houve a etapa de leitura que também ocorreu na plataforma *Mendeley*, onde as informações importantes de cada texto teve destaque com o sombreamento do marca texto da plataforma. Algumas anotações se fizeram necessária, na aba “Notes” da própria plataforma, seguindo as diretrizes apresentadas na figura 8.

Figura 8 — Classificação do Conteúdo das Publicações

Classificação do Conteúdo das Publicações					
Palavras-chave	Objetivo	Método empregado	Setor de aplicação	Conceitos adotados	Resultados alcançados

Fonte: GOHR et al., 2013.

Finalizando a metodologia de revisão da bibliografia, houve a etapa da redação da revisão de literatura. A redação foi redigida levando em consideração as anotações feitas, uma análise criteriosa dos assuntos que permeiam o projeto e as considerações dos autores envolvidos com informações como: resumo, palavras-chave, introdução, metodologia, itens de conceituação, resultados, conclusão e referências.

3.3 Metodologia da Pesquisa de Campo

A pesquisa de campo deste projeto classifica-se como estudo de caso que segundo Yin (2001, p. 17) representa a estratégia mais adequada quando se colocam questões de pesquisa do tipo "como" e "por que", quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Os procedimentos de coleta de dados determinados por Yin (2001, p. 119) foram aplicados no estudo e foram utilizadas três fontes de evidências principais. Pode-se classificar esta pesquisa de campo como estudo de caso exploratório, onde por meio de análise documental, entrevistas e observações pode-se determinar o cenário atual, propor melhorias e simular o cenário futuro em relação à situação problema.

3.3.1 Procedimento de Coleta de Dados

Na pesquisa de campo foram utilizadas três fontes de dados: entrevistas, documentos e observação direta, visando não fixar a análise em apenas uma fonte, conforme recomenda

Yin (2001). As entrevistas foram realizadas com os colaboradores envolvidos diretamente com a situação problema. A análise documental foi realizada com base em documentos disponibilizados pela empresa e ajudou na contextualização do caso. As informações obtidas pela observação direta foram coletadas e armazenadas em diários de campo, utilizados para relatar as observações e percepções da autora.

3.3.2 Procedimento de Análise e Avaliação dos Dados

As informações coletadas nas entrevistas, anotadas no diário de campo e obtidas nos documentos consultados foram analisadas e consolidadas conjuntamente. Com essa forma triangulada de análise dos dados garantiu-se a confiabilidade e a validade do estudo de caso.

4 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo será abordada a parte prática do projeto, ou seja, todo o contexto no qual está inserido o processo de estudo, bem como a aplicação das ferramentas aplicadas que mais aderissem a realidade do projeto e os resultados obtidos em uma profunda análise de dados quantitativos e qualitativos a fim de embasar a conclusão em relação ao problema proposto.

4.1 Apresentação do Problema

O processo operacional de venda dos botijões para o cliente final, os consumidores residenciais ou comerciais é o mesmo para todas as congêneres: o revendedor é acionado por telefone, aplicativo, presença física ou outro meio de comunicação com a necessidade do cliente de se adquirir o gás. Com isso, o revendedor leva o botijão cheio para o local designado pelo cliente e faz a troca, levando consigo o botijão do cliente seja de qual marca for, e entregando o botijão da marca Rio Gás cheio.

Nesse contexto, ao ir para a base de envase para abastecer a revenda com novos botijões cheios e continuar as vendas, os motoristas ou transportadores, que prestam serviço para a Rio Gás de distribuição para revendedores que optam por esse serviço, devem passar pelo Centro de Destroca, para realizar a troca dos botijões de outras marcas que não seja a congênera Rio Gás. Ou seja, o CD é responsável apenas pela destroca de botijões vazios, o caminhão entra com diversas marcas de botijões vazio no Centro de Destroca e sai com o a mesma carga que deu entrada no local, porém com botijões apenas da congênera na qual pertence. Com isso, o caminhão está pronto para ir para a base de envase da Rio Gás.

Tal etapa do processo é necessária, dada resoluções empresariais e legais, o botijão, como carcaça, vazio é um ativo de valor da empresa a qual pertence, tendo sua validade de 15 anos dado sua fabricação, aumentando em mais 10 com a sua requalificação. Ou seja, podendo ser aproveitado por um total de 25 anos, caso esteja em condições de uso, do contrário, deve ser sucateado, impedindo seu reaproveitamento. Sendo assim, cada congênera é responsável por envasar apenas botijões na qual é detentora, bem como é responsável pela manutenção e sucateamento se necessário.

Após a apresentação do roteiro de trajetória do processo de venda e de destroca, é possível adentrar no processo que compete internamente a Rio Gás, o de abastecimento. O processo começa com a chegada dos caminhões vindos do Centro de Destroca e que são alocados dentro da empresa para descarregamento dos botijões vazios e o carregamento dos botijões cheios.

O processo é realizado de forma contínua, ou seja, ao passo que há caminhões descarregando, há caminhões carregando, de forma pareada, pois os botijões seguem a linha de envase sem interrupções, que será mais bem discutido nas etapas do roteiro DMAIC.

Nesse contexto, a problemática gira em torno dos tempos em que os caminhões que abastecem as revendas dispendem no processo até retornarem com a carga, para manterem o ciclo apresentado no esquema 4.

Esquema 4 — Ciclo de Movimentações das Partes Interessadas



Fonte: A autora (2020)

A empresa tem enfrentado um crescente aumento no número de reclamações por parte dos revendedores no que diz respeito ao tempo de permanência dos caminhões na base da Rio Gás, o que levou a necessidade de se fazer o projeto *lean seis sigma* para aprofundar o entendimento do processo de abastecimento da empresa a fim de diminuir as queixas das partes interessadas e melhorar a experiência do cliente, uma diretriz da Rio Gás.

As consequências plausíveis do não atendimento das demandas, principalmente do cliente externo, são: rompimento de contrato, perda de cliente, perda de mercado, diminuição da demanda. Nesse contexto, o objetivo principal do projeto, considerando os fatos

apresentados, é de reduzir o tempo de permanência dos caminhões na base no que se refere ao processo de abastecimento.

4.2 Descrição do Estudo de Caso

O estudo de caso foi realizado na base de Duque de Caxias da empresa Rio Gás, sendo direcionado ao segmento domiciliar. A metodologia de abordagem prática empregada no estudo de caso foi o roteiro DMAIC, dado a organização encadeada em etapas sequenciais que permite identificar o problema em que se deseja trabalhar e também identificar a solução tangível a realidade da empresa e, além disso, permitir a adequação de acordo com a necessidade enfrentada no que e diz respeito a variedade de ferramentas que podem ser aplicadas, sem a exigência de um roteiro engessado que não se adequa a proposta.

O roteiro DMAIC está consolidado na estratégia seis sigma, tendo uma baixa explanação de sua integração com as ferramentas *lean* nesse contexto, porém como bem citado por Werkema (2012), há um ganho expressivo com a integração das ferramentas *lean* e as ferramentas do seis sigma, o que permite a viabilização do DMAIC sob uma ótica holística e completa e não engessada que se adequa a realidade de cada empresa. Logo, através do ciclo DMAIC, há a possibilidade de se explorar as variadas ferramentas em cada uma das etapas encadeadas de acordo com o objetivo pretendido.

Nesse contexto, a discussão do desenvolvimento, bem como dos resultados encontrados será apresentada de acordo com a sequência das etapas, sendo demonstrados por sub capítulos que representam cada uma das etapas, agregando as ferramentas utilizadas, as pessoas envolvidas e por consequência, os objetivos concretizados de acordo com o que fora proposto na revisão da literatura em cada uma delas.

4.2.1 Etapa de Definir

A primeira fase do roteiro DMAIC desempenha a função de definir o escopo do projeto, com as informações que alimentam as suas limitações, bem como os direcionadores para se atingir a meta proposta, visto que, a identificação de uma potencial melhoria, depende da sensibilidade de se conhecer a fundo o processo na qual está inserido o problema.

Em um primeiro momento, fez-se necessária observação *in loco* e entrevistas informais com as partes interessadas. Com isso, desenvolveu-se o diagrama SIPOC, apresentado no quadro 8, para entendimento prévio do processo de abastecimento dentro de um contexto operacional, bem como os agentes envolvidos e a contribuição de cada um para o processo acontecer.

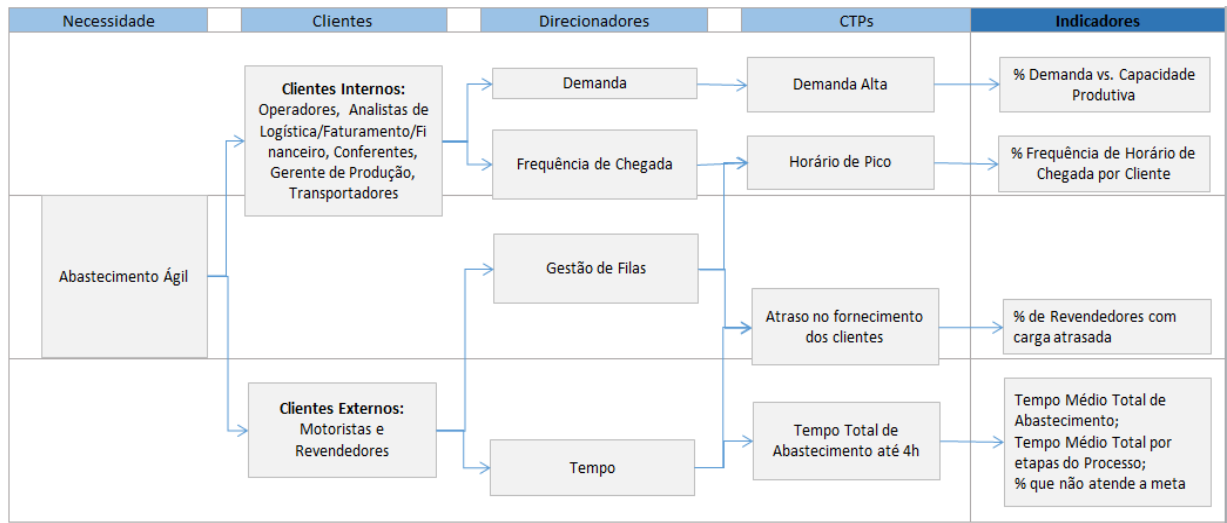
Quadro 8 — SIPOC do Processo de Abastecimento

S	I	P	O	C
Suppliers	Inputs	Process	Outputs	Customers
Fornecedores	Insumos	Processo	Produtos	Clientes
Revendedores	Pedido do Cliente	Recepção do Pedido	Implantação do Pedido no sistema	Logística e Administrativo
Motoristas e Transportadores	Documentações	Cadastro do Veículo	Liberação de entrada	Portaria e Segurança
Motoristas e Transportadores	Nota Fiscal de Entrada de Ativos	Inspeção/Conferência	Liberação de Estacionar no Pátio	Conferência
Logística e Produção	Lança/linha de Envase	Descarregamento	Botijões Vazios	Motoristas e Transportadores
Logística e Produção	Lança/linha de Envase	Carregamento	Botijões Cheios	Motoristas e Transportadores
Financeiro	Liberação Financeira	Faturamento	Nota Fiscal	Revendedor, Motoristas e Transportadores.
Motoristas e Transportadores	Caminhão cheio e Nota Fiscal	Inspeção/Conferência	Liberação para Saída	Conferência

Fonte: A autora (2020)

Com a compreensão preliminar dos agentes envolvidos no processo de abastecimento, ficou mais claro a necessidade de se entender as demandas de cada parte interessada a fim de definir os direcionadores focais do projeto, bem como traçar a meta. Para tal, foram realizadas entrevistas abertas com os principais envolvidos no processo de abastecimento a fim de coletar as demandas mais relevantes e as principais reclamações do ponto de vista deles. O resultado foi à construção da VOC (voz do cliente) apresentada no esquema 5, com aplicação direta dos parâmetros críticos para o processo, que permite identificar potenciais indicadores para acompanhar o processo na fase de análise.

Esquema 5 — Voz do Cliente para o Processo de Abastecimento



Fonte: A autora (2020)

Em um segundo momento, já possuindo as informações que caracterizam o processo e as principais demandas das partes interessadas com os direcionadores, houve a reunião com a equipe do projeto e a administração da Rio Gás para formalizar o contrato, que pode ser visto, em sua totalidade no APÊNDICE A e que descreve todas as informações relevantes acordadas para se iniciar um projeto *lean seis sigma*.

Com isso, algumas informações são relevantes e necessárias para caracterizar o projeto proposto. O escopo do projeto trata do tempo total do processo, medido em horas, do processo de abastecimento dos caminhões dos revendedores na base de envase da Rio Gás.

Os principais clientes externos são os revendedores de gás e seus motoristas, e os principais clientes internos são: os analistas da logística, financeiro, de faturamento, a equipe de operadores da produção, o líder de produção, os conferentes, o gerente de produção e o gerente de mercado.

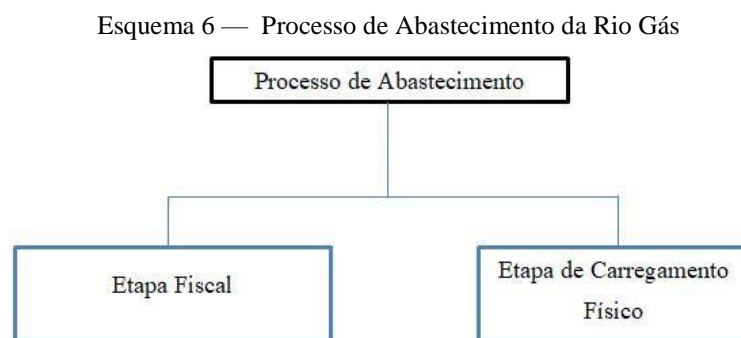
Foi acordado que as restrições envolvidas são direcionadas a não incluir no projeto qualquer tratativa que seja de influência externa a base de envase, o que envolve o centro de troca e as tratativas de responsabilidade dos revendedores devido a complexidade e a variabilidade dado o número grande de revendedores que são clientes da Rio Gás.

4.2.2 Etapa de Mensurar

Após a fase de definição, iniciou-se a fase de mensurar as informações quantitativas e qualitativas envolvidas no processo. A etapa de mensuração tem o foco principal de pontuar os dados que são relevantes e fundamentais para o levantamento da causa raiz do cenário atual, para assim, ser possível a tratativa correta e a melhoria do processo.

Com isso, foi necessário se aprofundar no processo de interesse, visto que há, de acordo com o SIPOC apresentado, uma participação grande de vários departamentos de forma direta ou indireta e que influenciam o processo de abastecimento. Para obter tal entendimento, visitas de campo na operação física e na rotina administrativa para observação do processo, foram realizadas o que possibilitou gerar o mapeamento do processo de abastecimento completo utilizando a ferramenta *Bizagi*.

Antes da apresentação do mapeamento de processo, cabe ressaltar as características inerentes ao processo de abastecimento da Rio Gás para um melhor entendimento. É comum na empresa, a divisão do processo em duas fases ou partes de processo: uma referente ao processo de abastecimento físico, como sendo de fato o trajeto do caminhão desde a chegada à base até a saída, e outra referente ao fluxo fiscal que cobre desde a entrada da Nota Fiscal de ativo até a saída da Nota Fiscal da carga, ficando evidente no esquema 6.



Fonte: A autora (2020).

Quanto ao fluxograma apresentado no APÊNDICE B, é possível pontuar que para finalizar o processo de abastecimento e o caminhão obter a liberação de saída, o mesmo deve concluir ambas as fases do processo: obter a Nota Fiscal da carga e o caminhão deverá estar carregado, do contrário, o mesmo fica retido até a conclusão do que está pendente.

Portanto, as fases processuais são complementares, porém ocorrem de forma independente, devendo ter a união ao fim do abastecimento, ou seja, não necessariamente uma

fase termina antes da outra sempre. Cada caso é avaliado de forma independente, há pedidos em que são carregados no caminhão antes da Nota Fiscal da carga ficar pronta e há pedidos em que a Nota Fiscal da carga é emitida, mas o caminhão aguarda ser carregado. Isso ocorre por diversos fatores, que serão discutidos abaixo com os impedimentos descritos.

Cabe pontuar que o cerne da independência das fases, tem origem no momento em que o pedido do revendedor é imputado no sistema, o que permite o início da fase fiscal, independente do caminhão se encontrar na base de envase ou não.

Tal divisão em etapas é feita para caracterizar o processo como um todo e orientar os colaboradores a passarem as informações aos revendedores, principalmente á respeito dos possíveis impedimentos que podem ocorrer como enumerados de um até cinco e registrados em vermelho no mapeamento de processo realizado acima.

Os impedimentos de processo não foram abertamente tratados no momento da concepção do mapeamento do processo, pois além de alguns serem de origem externa e não estarem no escopo direto do projeto, dificulta a visualização do fluxo de atividades inerente e participantes do escopo, porém, para melhor entendimento do contexto, cabe uma discussão para elucidar os impactos gerados por eles.

- O impedimento 1, atrelado a área do financeiro remete as pendências financeiras do revendedor, ou seja, se o revendedor está em dia com a Rio Gás ou se há saldo a quitar de outro abastecimento. No caso em que há saldo, o financeiro fica impedido de liberar para gerar a nota fiscal do atual pedido, aguardando decisão comercial para liberação. Nesse contexto, o analista do financeiro precisa emitir comunicado via e-mail para o responsável comercial da revenda em questão e aguardar a liberação. Sem ela, o processo não caminha para tal revendedor.
- O impedimento 2, atrelado a área da Logística, diz respeito a documentação do veículo e do motorista, que são acompanhados pela Rio Gás. Caso o motorista tenha pendências de qualquer natureza em relação a tais documentações, o veículo mesmo que carregado, não sai da base com a carga. Nesse contexto, há a possibilidade de espera em casos que a tratativa de resolução é rápida, ou ainda a necessidade de deixar o caminhão na base, carregado de um dia para o outro até resolver a documentação ou ainda, descarregar o caminhão que se encontra carregado.
- O impedimento número 3, atrelado ao faturamento, dentre os impedimentos relacionados, sendo o de menor frequência. Está relacionado às pendências fiscais, ou seja, impostos que quando não estão em dia, bloqueiam a emissão da nota fiscal.

Em relação aos impedimentos 4 e 5, cabe uma ampla discussão, por serem de origem interna a empresa e fazerem parte do escopo do projeto, tendo sua relevante contribuição para o entendimento do problema apresentado.

Ao chegar à base da Rio Gás, os caminhões entram no contexto de filas para manter o fluxo pareado do processo de abastecimento e também devido à capacidade limitada de envase da base. As regras que a empresa adota para gerir as filas perpassa pela classificação em relação ao tipo de distribuição do botijão, podendo classificar os caminhões como: tipo de distribuição entrega ou retira.

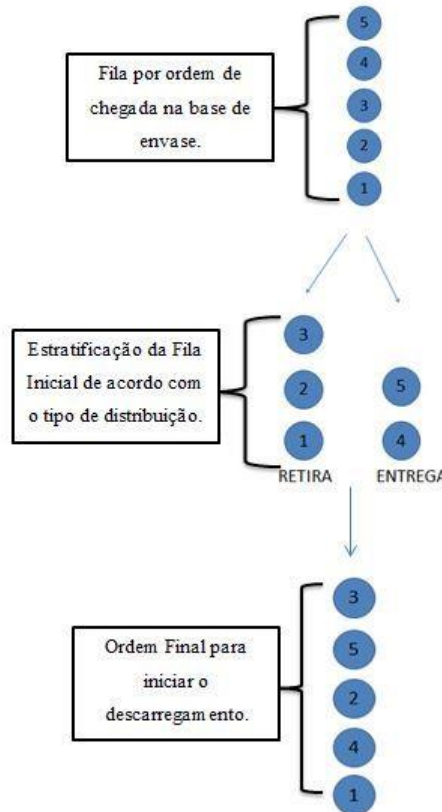
Os caminhões que atendem os revendedores classificados como tipo entrega, são aqueles que fazem parte do sistema de transporte parceiro da Rio Gás. Ou seja, é a classificação direcionada aos revendedores que não possuem transporte próprio para distribuição direta e por isso, usam o prestador de serviço. Já os caminhões classificados como tipo retira, são próprios dos revendedores e fazem a distribuição dos botijões direto para as respectivas vendas. Com isso, fica evidente a grande diferença de ambos, por inferência: o transportador, que é “entrega”, precisa fazer rotas de distribuição para atender aos revendedores enquanto os motoristas que são “retira”, fazem o serviço de forma direta a revenda que é detentora.

A diferença é decisiva para a gestão de filas da empresa, pois a regra é definida como:

1. Ordem de chegada;
2. O Descarregamento de botijões e o Carregamento de botijões devem seguir de forma a intercalar um “retira” e um e “entrega”;
3. Em casos em que só há um tipo de distribuição, o mesmo deve ser continuado até que chegue o outro tipo na base. Devendo imediatamente formalizar a intercalação.

Nesse contexto, um exemplo que elucida a gestão de filas é apresentado no esquema 7.

Esquema 7 — Organização das Linhas de Abastecimento da Rio Gás



Fonte: A autora (2020).

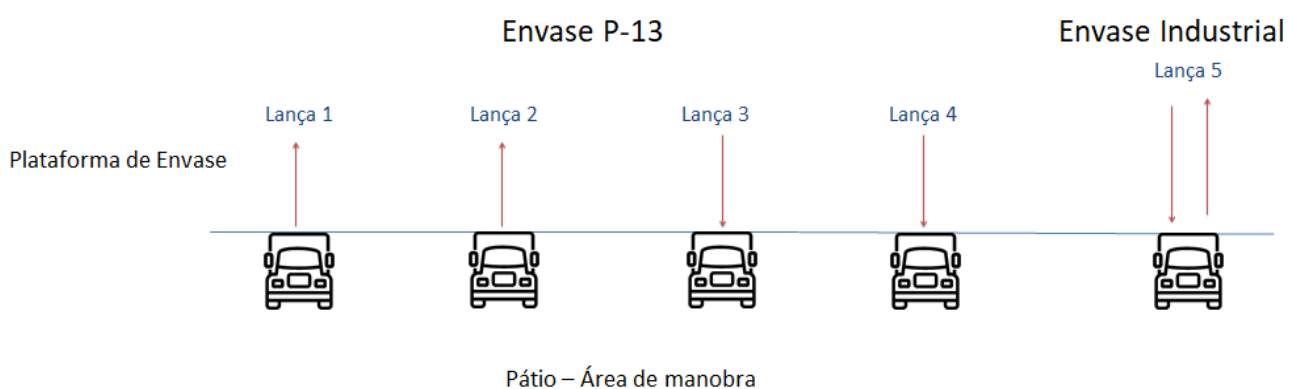
Discutindo a cerca do esquema 7, a fila inicial é feita de acordo com a chegada dos caminhões na base de envase. Nesse primeiro momento, não importa o tipo de distribuição. É em um segundo momento, quando os caminhões já estão no pátio, que há a formalização da regra apresentada como número 2, deve-se estratificar a primeira fila de acordo com o tipo de distribuição, formalizando duas filas, para assim, partir para o descarregamento dos botijões de forma intercalada, sendo um retira e depois um entrega e assim sucessivamente.

A necessidade da gestão de filas está relacionada com as limitações de envase da empresa. Há um total de cinco lanças, que são as esteiras automatizadas de abastecimento e desabastecimento dos caminhões, ou seja, os pontos iniciais, que permitem a retirada dos botijões vazios dos caminhões e finais, que permitem a alimentação dos botijões cheios aos caminhões.

Com isso, de acordo com a gestão da fila, o caminhão da vez deve passar pelo descarregamento, em que há a disponibilidade de duas lanças para os botijões de característica P-13, denominadas lança 1 e lança 2. Porém quando uma lança está em atividade, a outra, permanece ociosa, mesmo que o caminhão esteja engatado. O mesmo acontece para o

carregamento do vasilhame P-13, há duas lanças disponíveis, denominadas de lança 3 e lança 4, porém apenas uma por vez pode entrar em atividade enquanto a outra deve permanecer ociosa, dada limitações da linha de envase. Caso o caminhão contenha o pedido de vasilhames de característica industrial (volumes de 5kg, 20kg e 45 kg), há uma única lança disponível para carregamento e descarregamento. No esquema 8 há uma apresentação da plataforma de envase com a disponibilidade das lanças e o fluxo da carga, se é de alimentação ou retirada do caminhão.

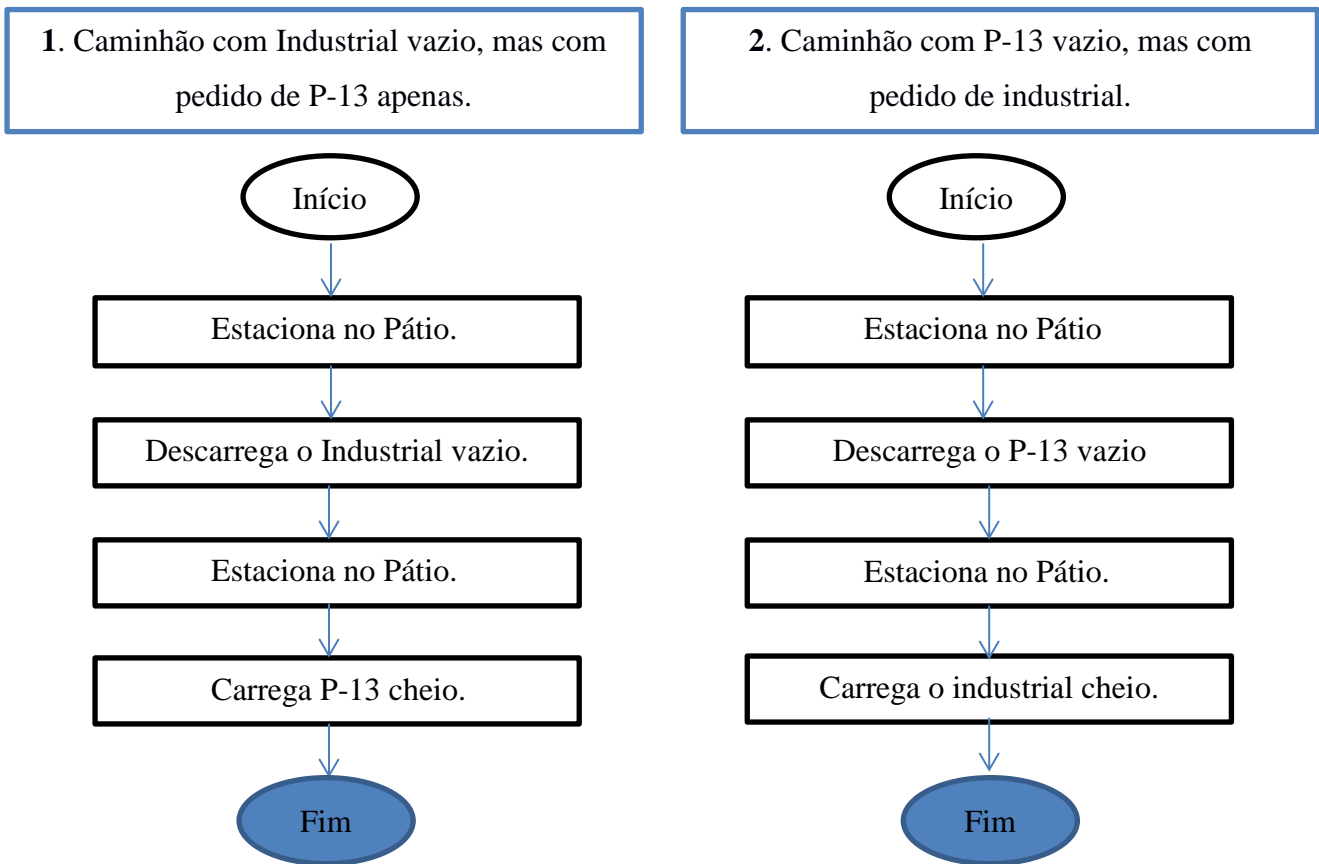
Esquema 8 — Abastecimento na Plataforma de Envase



Fonte: A autora (2020).

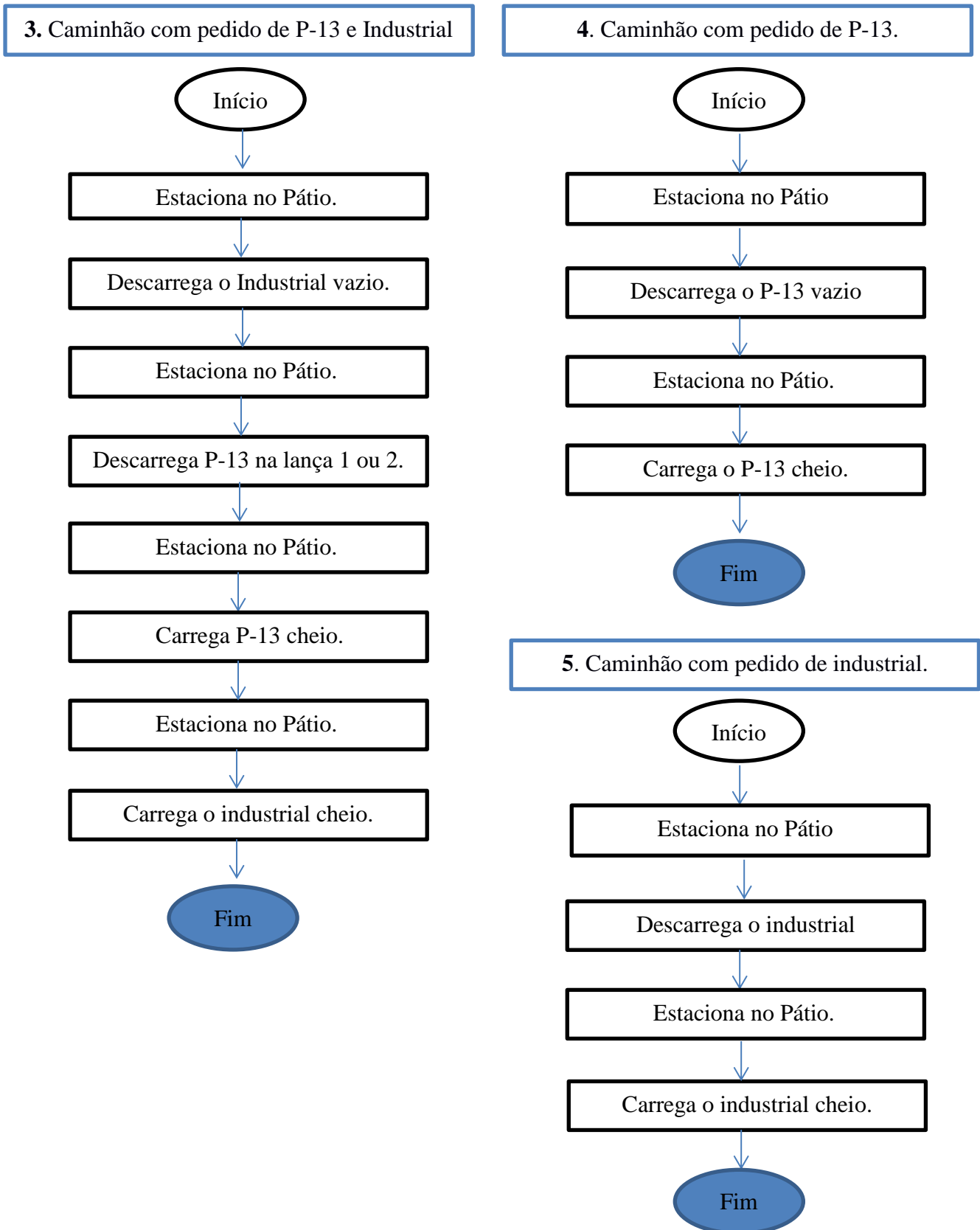
Durante o fluxo de execução das filas, o caminhão deve descarregar e em seguida voltar para o pátio e estacionar, até que chegue sua vez novamente para carregar. O caminhão deve se direcionar a lança a qual é orientado pelo operador de pátio. Esse fluxo segue para todo tipo de pedido, podendo ter as sete combinações apresentadas nos fluxogramas 7, 8, 9 e 10 e que influenciam diretamente o processo de abastecimento.

Fluxograma 7 — Possibilidade 1 e 2 de Filas para Abastecimento

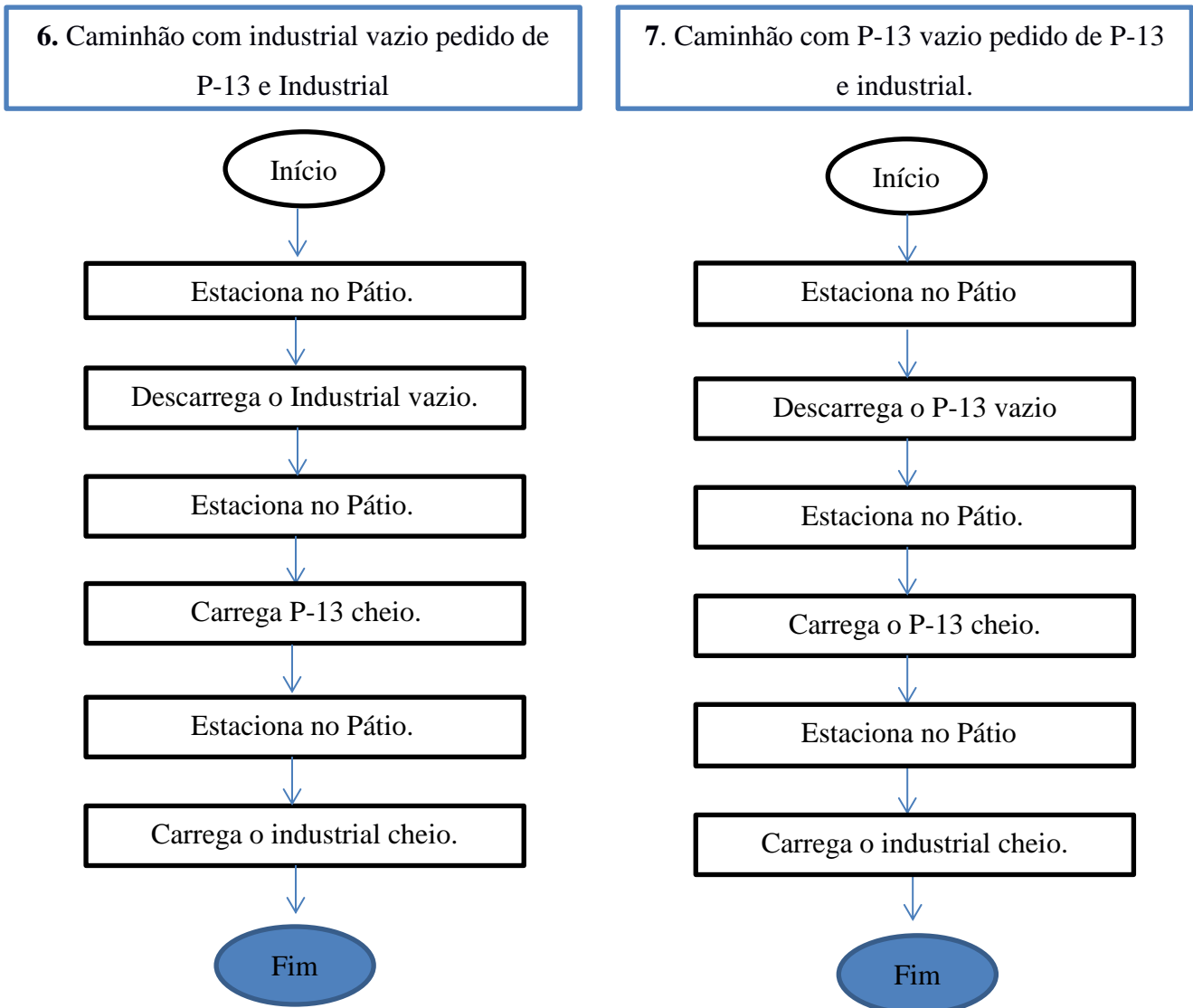


Fonte: A autora (2020)

Fluxograma 8 — Possibilidade 3, 4 e 5 de Filas para Abastecimento



Fluxograma 9 — Possibilidade 6 e 7 de Fila para Abastecimento



Fonte: A autora (2020).

Cabe ressaltar que as combinações apresentadas não possuem a mesma frequência, sendo algumas delas restritas a acordos comerciais. As combinações mais frequentes são as combinações três, quatro e cinco.

As combinações de pedidos apresentadas estão atreladas à gestão de filas de forma direta, pois são executadas de acordo com o fluxo do abastecimento do ponto de vista da mão de obra nos vasilhames. No contexto dos vasilhames do industrial, há um espaço físico na plataforma de envase destinado a alocação de vasilhames cheios, visto que, por possuírem

volume diferente do padrão P-13 e possuem demandas diferentes. Além disso, possuem o envase do tipo mecânico e não eletrônico.

Sendo assim, os industriais são envasados previamente em quantidades definidas antes da operação do dia começar e ficam alocados, em estoques mínimos, para atender ao carregamento dos caminhões. Durante a rotina operacional, há a continuidade do envase, porém, sempre mantendo um estoque mínimo de acondicionamento na plataforma. Com isso, o fluxo do industrial difere do vasilhame de cozinha, não sendo contínuo em sua totalidade. Diferentemente do P-13, que segue o fluxo contínuo e com mais padronização dado o mesmo volume para todos os vasilhames.

Por isso, há a necessidade de se parear o abastecimento dessa modalidade de vasilhame, para a manutenção do fluxo contínuo. Ao passo que um caminhão descarrega os vasilhames nas lanças de descarregamento, faz-se necessário ter um caminhão em uma das lanças de carregamento sendo abastecido, mitigando o risco de travar a linha de envase por falta ou acúmulo de vasilhames.

Além disso, dada à diferença de volume dos vasilhames e por conta da estocagem mínima, todo o descarregamento e carregamento no industrial não é automatizado, com o uso da lança que se abre até a distância de interesse para abastecer ou desabastecer o caminhão, mas sim realizado por carrinhos de suporte, tendo o transporte manual por parte do colaborador e de forma unitária por vez. Por isso, que a disposição dos pedidos leva em consideração a necessidade de comportar os vasilhames do industrial sempre por último, para que fiquem mais perto da porteira do caminhão possível, facilitando a retirada e a sua alocação.

Em sequência, após mensurar as informações qualitativas e pontuar potenciais causas e direcionadores, foi necessário à mensuração de dados quantitativos. Sabendo-se que a empresa não tinha o costume de controlar os dados relativos aos tempos de operação como um todo, apenas na portaria, que imputa os dados relevantes para o projeto, de horários de chegada e saída dos caminhões, houve a necessidade de se montar um plano de coleta de dados pensando nas informações necessárias para se montar um banco de dados. O quadro 9 apresenta a relação de tempos levantados que fomentaram o banco de dados.

Quadro 9 — Plano de Coleta de Dados

O que Medir?	Tipo de Medida	Tipo de Dado	Definição	Folhas de Verificação	Amostragem
Tempo Corrente na Portaria. Entrada e Saída.	Tempo (min)	Contínuo	Tempo total que incide da chegada até saída do veículo da base	Planilha Automatizada	Amostragem de 4 dias
Tempo Corrente na Conferência Total	Tempo (min)	Contínuo	Tempo em que o caminhão permanece na conferência	Planilha Automatizada	Amostragem de 4 dias
Tempo Corrente no Financeiro	Tempo (min)	Contínuo	Tempo em que o pedido aguarda para ser liberado pelo financeiro	Planilha Automatizada	Amostragem de 4 dias
Tempo Corrente no Faturamento	Tempo (min)	Contínuo	Tempo em que o pedido aguarda no faturamento até a emissão da Nota Fiscal	Planilha Automatizada	Amostragem de 4 dias
Tempo Corrente na Logística	Tempo (min)	Contínuo	Tempo em que ocorre a checagem dos documentos para liberação.	Planilha Automatizada	Amostragem de 4 dias
Tempo Corrente no Pátio Total	Tempo (min)	Contínuo	Tempo em que o caminhão fica no pátio da empresa, contando com a gestão de filas atual.	Folha de Amostragem Padronizada	Amostragem de 4 dias
Tempo de Ociosidade das Lanças	Tempo (min)	Contínuo	Tempo em que os caminhões ficam engatados nas lanças, porém sem carregar ou descarregar.	Folha de Amostragem Padronizada	Amostragem de 4 dias
Tempo de Fila para Descarregamento	Tempo (min)	Contínuo	Tempo Inicial e Tempo Final que o caminhão engatou na lança de descarregamento.	Folha de Amostragem Padronizada	Amostragem de 4 dias
Tempo de Fila para o Carregamento	Tempo (min)	Contínuo	Tempo Inicial e Tempo Final que o caminhão engatou na lança de carregamento.	Folha de Amostragem Padronizada	Amostragem de 4 dias

Fonte: A autora (2020).

Para a coleta de tempos, o modelo da folha de amostragem padronizada utilizado para preenchimento pode ser verificada no APÊNDICE C assim como a planilha padronizada, no APÊNDICE D.

A planilha já padronizada foi encaminhada por e-mail para todos os colaboradores, que trabalham no escritório, preencherem com os tempos pertinentes em que as informações perpassam pelos respectivos departamentos durante quatro dias a fim de formar o banco de dados. Já a folha de amostragem padronizada, foi entregue ao operador de pátio, para que fossem controlados, durante o mesmo período de dias, os tempos pertinentes a fase física de abastecimento descrita no plano de coleta de dados acima.

A diferenciação entre planilha e folha de amostragem é devido às limitações dada à questão de segurança. As normas atreladas a uma base de envase de gás não permite equipamentos eletrônicos na operação, por conta dos riscos associados à ignição e ser uma área classificada. Portanto, todos os equipamentos devem ser anti explosivos e possuem custo muito superior a qualquer equipamento comum. Logo, não há, na empresa parceira, quaisquer equipamentos de origem eletrônica que possam viabilizar o uso por parte do colaborador do pátio para preencher a planilha padronizada, tendo que se adequar a folha de amostragem.

Em ambas as formas, por planilha ou por folha de amostragem, os colaboradores puderam relatar quaisquer não conformidades apontadas no processo ou ocorrência não esperada que viessem a invalidar um dado em potencial. Além disso, as coletas foram

realizadas do início ao fim do expediente, a fim de abordar toda a rotina operacional em cenários diversos, não havendo influência de medição que pudesse interferir nos dados coletados.

O tempo de interesse para o projeto no que diz respeito à portaria era o único dado de tempo do processo que a empresa alimentava, porém sem finalidade estatística para tomada de decisão. Neste caso, orientou-se ao colaborador se atentar, na hora do preenchimento, a confiabilidade dos dados para formar o banco de dados.

Outras informações alimentadas pela empresa foram aproveitadas, como: histórico da demanda pela capacidade da empresa de envasar e quantidade de hora extra realizada para atender a demanda.

4.2.3 **Etapa de Analisar**

A terceira fase do roteiro DMAIC, tem como principal objetivo o estudo de forma crítica dos resultados obtidos na etapa de mensuração para, enfim, encontrar potenciais soluções que serão discutidas na etapa de melhoria.

Aplicando as ferramentas que serão apresentadas em sequência, foi possível trabalhar os dados encontrados, transformando-os em informação útil e com isso, encontrar a causa raiz, que é imprescindível para se encontrar as ações que tratem o problema de forma eficaz e assertiva, trazendo ganhos potenciais e permanentes.

Em um primeiro momento, foram realizadas as análises no *minitab* com os dados quantitativos por meio das cartas de controle e capacidade do processo, apresentadas nos gráficos 1 e 2.

Gráfico 1 — Carta de Controle do Tempo Total do Processo



Fonte: A autora, 2020.

A medição mostrou, ao decorrer do tempo total de abastecimento, que agrega a chegada do caminhão na portaria, somando todos os tempos nos departamentos até sua saída, que há pontos que ficaram fora da curva normal, ou seja, abaixo do limite inferior de controle de 71,07 e marcados de vermelho como também acima do limite superior de controle de 380,0 e também marcado de vermelho. Outra identificação possível é a caracterização do teste, representado pelo número um.

Entrando em discussão das razões que fizeram tais pontos ficarem fora dos limites estipulados pelos testes realizados, estão: Quando abaixo do limite inferior de controle, os caminhões terminaram o processo de abastecimento antes do limite estipulado como mínimo e por isso obtiveram tais marcações. Todos os casos referentes a essa característica, são de caminhões que chegaram bem cedo à base e não enfrentaram filas, sendo os primeiros a abastecerem. Já a situação em que a observação foge do limite superior de controle, nas observações 67 e 68, foi relacionada à gestão das filas, aonde os caminhões aguardaram mais tempo para abastecer fisicamente que a emissão da nota fiscal para a saída.

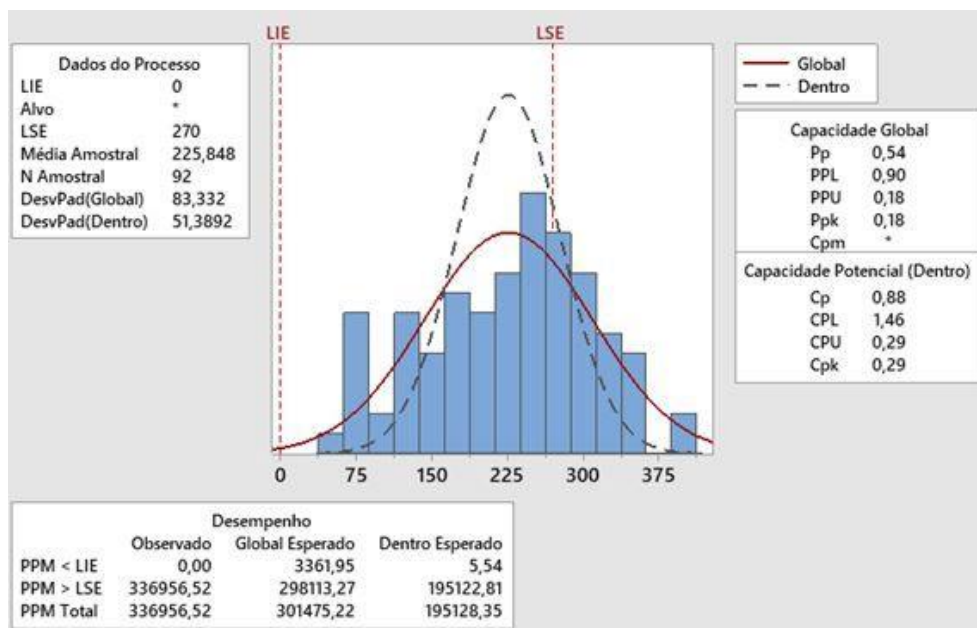
Outro teste realizado, classificado pelo número 2 na carta de controle, diz respeito à sequência de comportamento observada nos dados, onde no mínimo, sete observações se encontram, em sequência, acima ou abaixo da média, o que não é esperado. Ambas as situações, a sequência de dados acima da média e abaixo da média remetem ao tempo de carregamento. Quando abaixo da média, os caminhões terminaram o processo de abastecimento completo antes do tempo médio esperado. Quando acima da média, abrindo o contexto de cada observação, foi possível pontuar o impacto dos impedimentos externos nos dados, que dificultaram a saída do caminhão, onde o mesmo, abastecido, teve de esperar a nota fiscal sair para dar prosseguimento.

O último teste apresentado como falho, foi caracterizado pelo número cinco e circulado na carta de controle e compreende a região estatística da curva normal de baixa probabilidade de ocorrência de um evento. No contexto dos dados, sequências demarcadas entre o intervalo de controle e o nível sigma dois, tanto para mais quanto para menos, remete ao período do abastecimento. Quando abaixo, os caminhões finalizaram o processo de carregamento sem impedimentos ou excesso de tempo dispendido. Quando acima, as causas identificadas, foram os horários extensivos de permanência na base vinculados a gestão da fila e aos possíveis impedimentos externos.

Além dos testes observados, há a contextualização em torno na média. Estima-se, com base nos dados levantados que a média de tempo do processo se findar seja de aproximadamente 225,8 minutos. Com isso, é possível pontuar que muitas observações estão acima da média estipulada, o que leva a concluir o descontrole esperado do tempo.

Dando sequência as análises quantitativas, fez-se a capacidade do processo para o tempo total da operação, partindo do pressuposto que o tempo total para a conclusão do abastecimento, que contem as duas fases e que seja admissível ou tolerante de acordo com as expectativas do cliente e da gerência fosse de 4h30min, dado o contexto de aproximação da média relacionada na carta de controle acima e já considerando, aproximadamente 1 hora de esperar e atrasos possíveis.

Gráfico 2 — Representação Gráfica da Capabilidade do Processo, em relação ao Tempo Total de Abastecimento

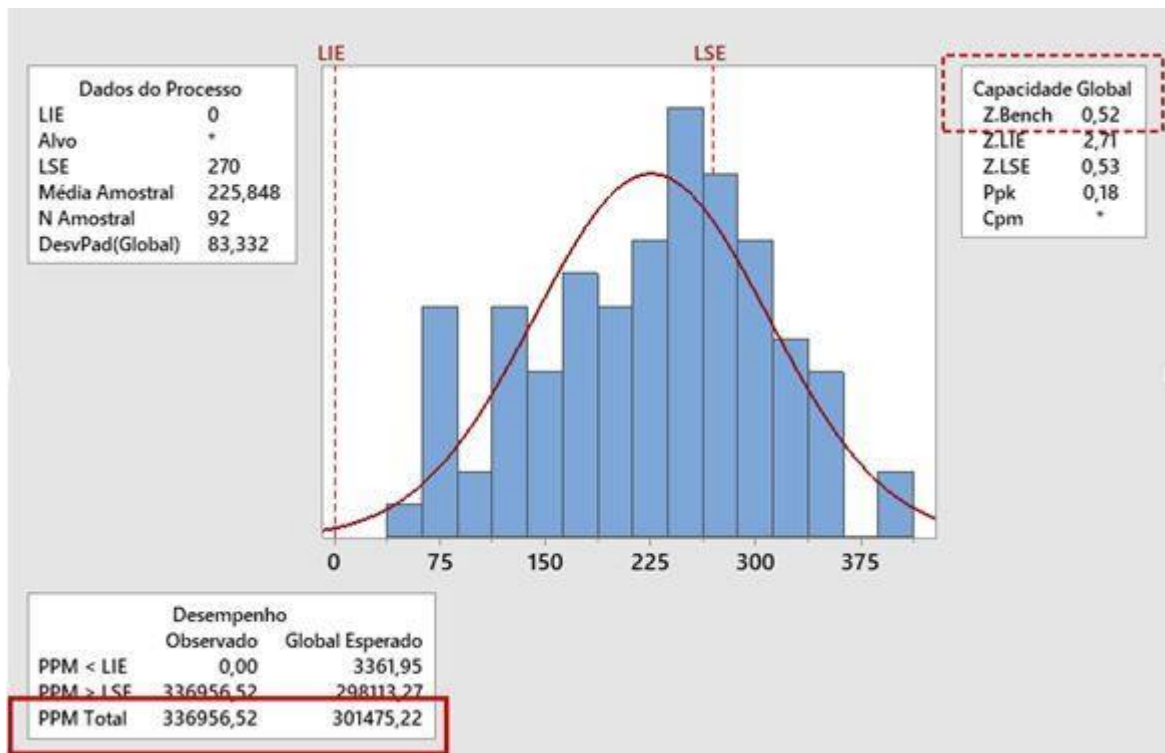


Fonte: A autora, 2020.

A análise de capacidade foi realizada para verificar o desempenho em relação à estabilidade do processo. É possível pontuar o valor de C_p de 0,88, muito acima do valor do C_{pk} que é de 0,29, o que pode-se concluir que o processo está descentralizado, neste caso, para o lado direito, onde há representatividade da área excedente ao limite superior de controle, o que não se é o desejado. Busca-se a centralidade dos dados dentro dos limites de controle apresentados.

No contexto da escala sigma de qualidade associada, o processo de abastecimento, de acordo com as medições quantitativas feitas apresenta o valor de $2,02 = (0,52 + 1,5)$, com uma taxa de erro de aproximadamente 30,14%, dado extraído também do *minitab* após a realização da capacidade de processo, apresentado no gráfico 3.

Gráfico 3 — Nível Sigma do Processo de Abastecimento



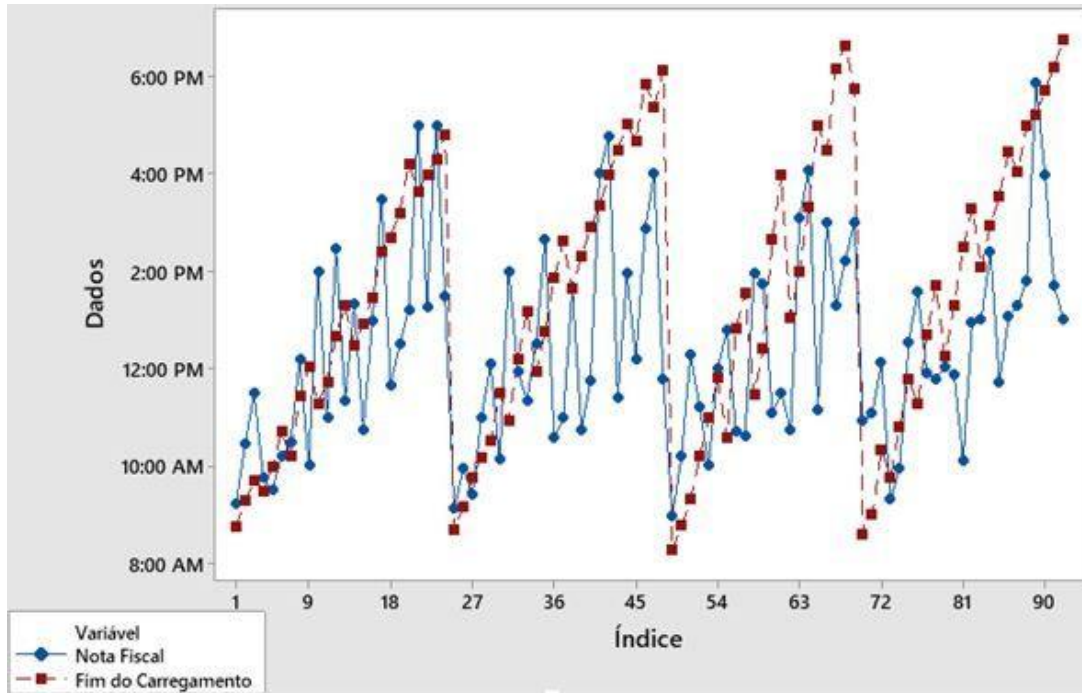
Fonte: A autora, 2020.

Abrindo as análises sob o contexto da divisão em etapas do processo de abastecimento, uma avaliação de dados pertinente, oriunda da análise da carta de controle, foi à apresentação dos dados em relação ao tempo de finalização do processo de abastecimento operacional e o tempo da emissão da nota fiscal.

O gráfico 4 representa a série temporal dos dados em relação ao tempo de finalização de cada etapa para um mesmo caminhão. Em azul, há a representação de finalização da nota

fiscal, ou seja, o horário em que a nota fiscal foi emitida pelo órgão responsável e entregue ao motorista e em vermelho, a finalização do carregamento do caminhão com os botijões vazios, a última etapa do processo de abastecimento operacional.

Gráfico 4 — Séries Temporais do Processo de Abastecimento

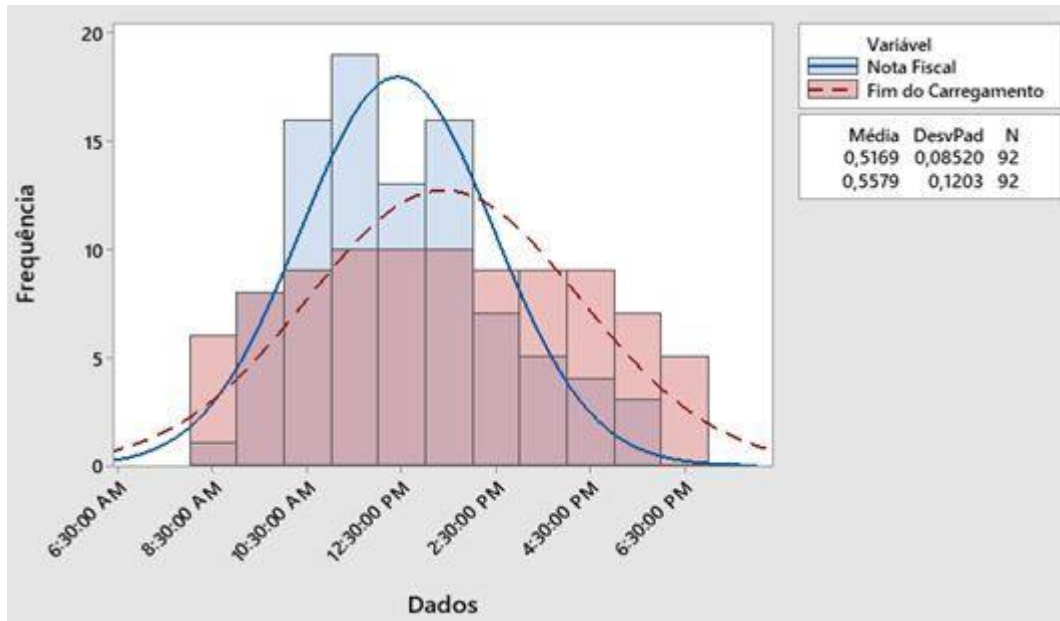


Fonte: A autora, 2020.

Observando o gráfico de séries temporais, pode-se observar que não há uma relação direta entre o tempo de finalização de cada etapa, ou seja, não há um padrão que uma etapa do processo de abastecimento termine antes da outra sempre, ficando a mercê, segundo análise das causas inerentes do processo para cada caso, de forma independente.

Contabilizando os tempos totais de cada etapa, formalizou-se o gráfico 5, o histograma. Cabe ressaltar que se torna irrelevante a tratativa individual por departamento para portaria e conferência, visto que, os tempos mensurados são pequenos e não mostraram influência considerável no tempo total no processo de abastecimento operacional. Já em relação ao fluxo da nota fiscal, pelo contexto dos impedimentos externos, não foi abordado às etapas separadas por departamento, por não fazerem parte do escopo do projeto.

Gráfico 5 — Histograma das Frequências de Tempo de Finalização de Notas Fiscais e Carregamento Operacional



Fonte: A autora, 2020.

Sobrepondo as informações do fim do carregamento físico com o horário da emissão de nota fiscal, é possível pontuar a frequência relacionada das saídas dos caminhões da base de envase. Como é possível observar, em rosa escuro, há a divisão da ocorrência simultânea das informações, ou seja, a área preenchida por rosa escuro define que, dado a estratificação de horários, tanto a etapa de abastecimento operacional quanto o fluxo da nota fiscal estão coexistindo e findando dentro da mesma faixa de horário, por inferência, o tempo de espera para a liberação do caminhão é menor, já que o mesmo precisa da conclusão das duas etapas para sair da base de envase. A frequência associada à liberação do caminhão, dado o contexto de finalização das etapas em uma mesma faixa de horário é baixa, sendo exibida apenas em uma área representativa que compreende ao horário da manhã entre 8h30min e 10h30min.

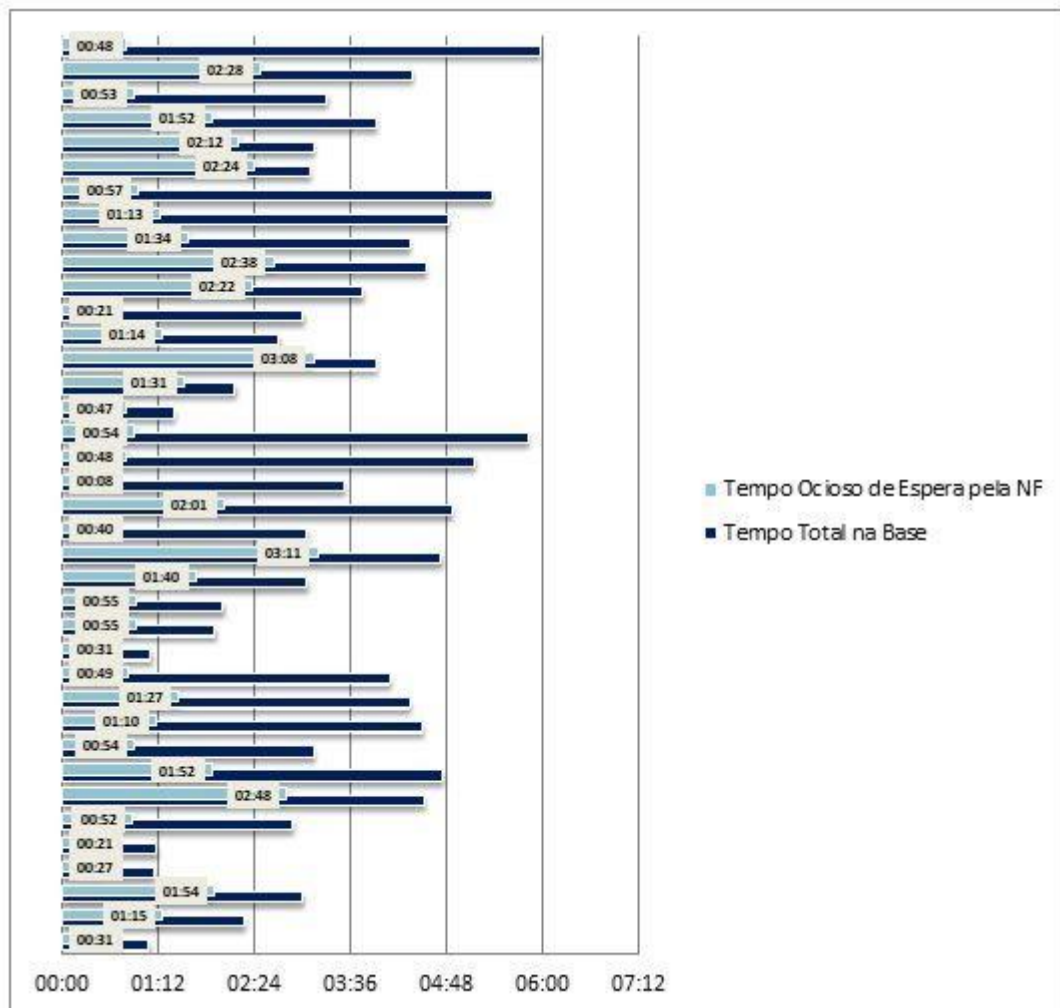
Na ocorrência das áreas, há também as diferenças de cores: quando rosa claro, há a representatividade do tempo de abastecimento operacional coexistir ao fluxo da emissão da nota fiscal, porém ser o último a terminar, dada estratificação de horários, ser mais frequente no turno da tarde, compreendendo as faixas estratificadas de 14h30min até 18h30min. A principal causa identificada por observação e anotação dos colaboradores que mensuraram os tempos, é associada ao horário de chegada dos motoristas e ao tempo de fila percorrido até a finalização do carregamento.

Quando a cor destoante é a azul, há a coexistência em um primeiro momento, porém com o fluxo da nota fiscal sendo o último a terminar. É possível pontuar, a frequência ser maior para esta avaliação, com picos que cobrem a parte da manhã até à tarde, compreendendo os horários de 10h30min até 14h30min

O histograma representa, portanto, que ambas as etapas do processo de abastecimento possuem um peso relativo de alto impacto, mesmo não havendo relação direta entre ambas.

É possível relacionar a finalização de uma das fases e o tempo de espera para o encerramento da outra etapa do processo de abastecimento, ou seja, a ociosidade relativa dada à independência de início, em um primeiro momento, porém de dependência para finalização do processo. Para tal, foi gerado o gráfico 6 e o APÊNDICE E.

Gráfico 6 — Quantificação da Ociosidade em Relação ao Tempo de Permanência em horas.



Fonte: A autora (2020)

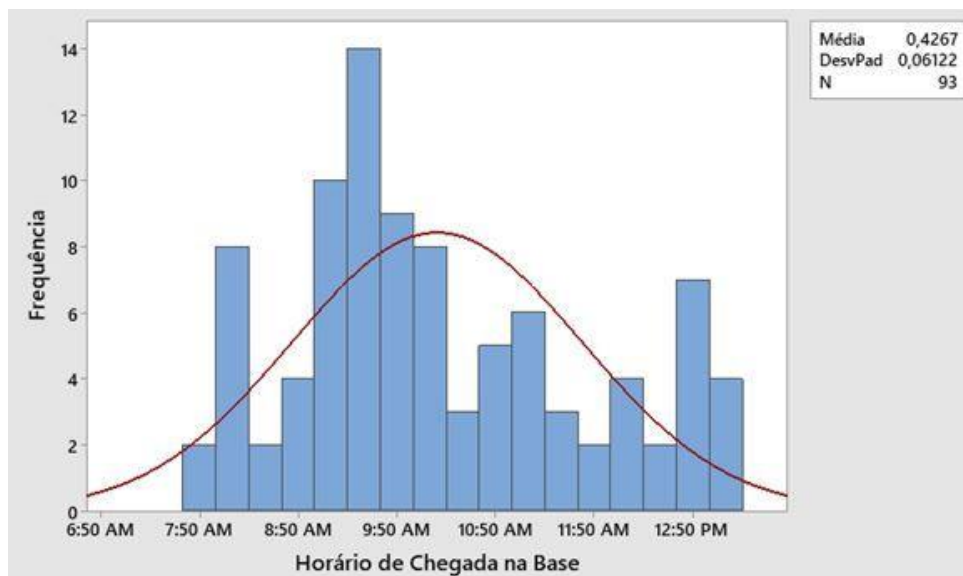
A discussão do gráfico 6 perpassa pela conclusão do processo de abastecimento operacional e consequente aguardo da fase do fluxo da nota fiscal findar, com isso há a ociosidade, ou seja, mesmo carregado, o caminhão deve esperar até a nota fiscal sair. Um tempo de ociosidade considerável em relação ao todo e que tem relação direta com os impedimentos associados ao processo e que são externos a base de envase, não sendo considerado no escopo do projeto, porém de alto impacto para o processo como um todo.

Em síntese, os tempos ociosos na relação acima são classificados como desperdício e não agregam valor ao processo, podendo variar de acordo com a relação do revendedor e o impedimento associado e chegam a representar até 80% de ociosidade em relação ao tempo total do caminhão na base de envase.

A representatividade da ociosidade para o caso contrário, em que a Nota Fiscal é emitida antes da conclusão do processo de abastecimento operacional pode ser vista no APENDICE E, em que pode se observar além de um elevado tempo de espera até a finalização da etapa, uma frequência maior de tempos. Nesse contexto, de forma comparativa, o processo de abastecimento operacional possui um impacto muito maior no tempo de permanência na base. Em alguns casos, a nota fiscal da carga fica pronta antes mesmo do motorista chegar à base, por ser um processo independente e ter a possibilidade de começar antes mesmo de o envase acontecer.

Além disso, a disposição dos dados em torno de uma frequência de entrada em relação à estratificação em horas foi analisada e está representada pelo gráfico 7.

Gráfico 7 — Histograma do Horário de Entrada dos Caminhões a Base de Envase

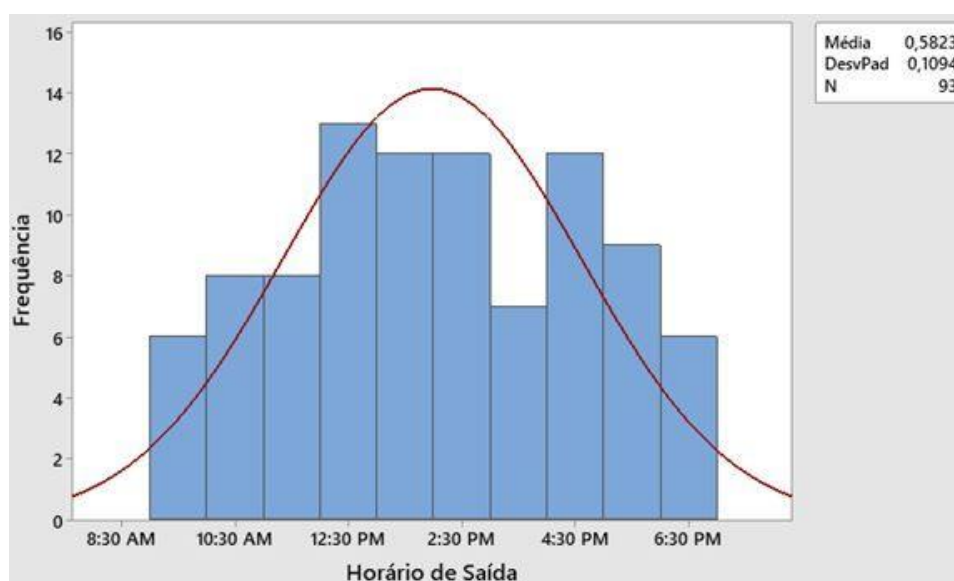


Fonte: A autora, 2020.

O histograma representado no gráfico 7, demonstra o que fora pontuado pela voz do cliente interno na fase de definição: há um horário de pico de entrada dos caminhões e por consequência, de inserção no contexto de fila para seguir fluxo de carregamento da carga. É possível observar uma maior frequência na estratificação que vai de 8h da manhã até depois das 10h, passando pela maior incidência no horário que compreende às 9 horas da manhã.

Além disso, cabe pontuar a frequência do horário de saída base de envase um contraponto para se avaliar o comparativo com a frequência do horário de entrada. No gráfico 8 há a representação dos dados personificados em um histograma.

Gráfico 8 — Histograma do Horário de Saída dos Caminhões a Base de Envase



Fonte: A autora, 2020.

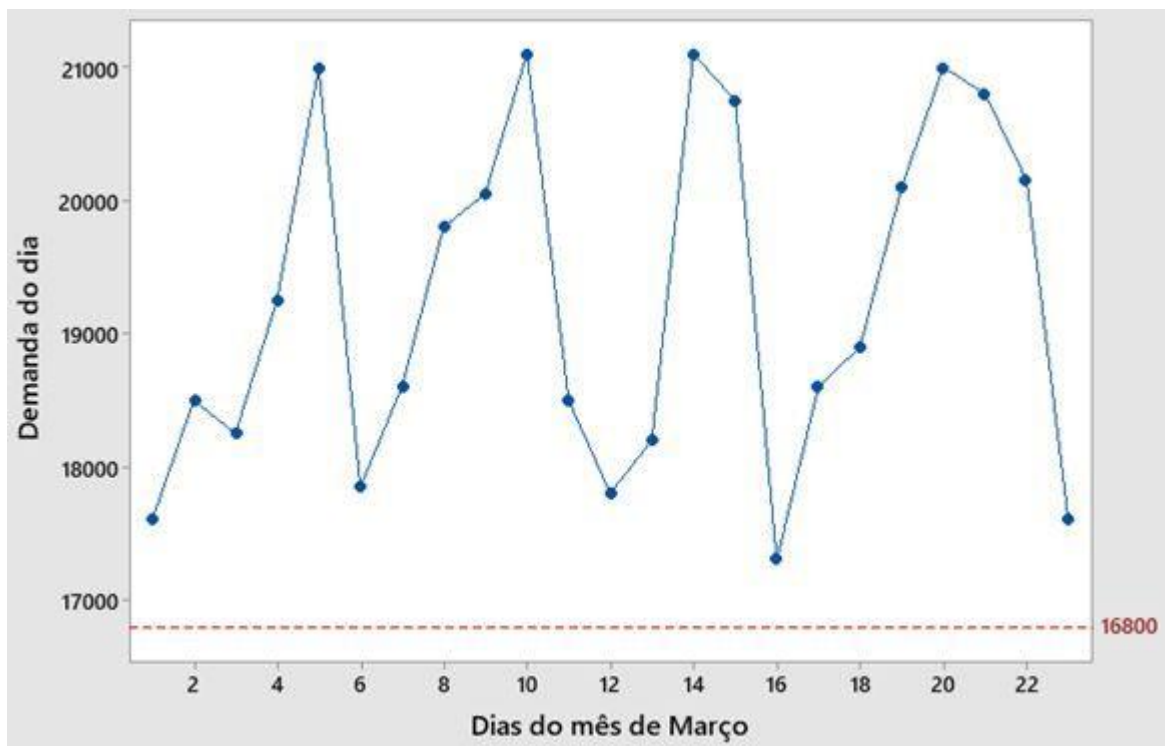
A incidência da frequência no turno da tarde de saída ser maior implica em dizer, que associado à frequência de entrada ser maior nos horários da manhã, os caminhões passam muito tempo retidos na base de embase. Uma análise mais aprofundada para entender essas informações, também foi retirada do contexto trazido da voz do cliente interno que relaciona os tempos de permanência na base de envase com o indicador de demanda e capacidade da Rio Gás.

A capacidade de envase da Rio Gás é condicionada a quantidade de vasilhames P-13, envasados por hora, visto que, os vasilhames industriais como ditos anteriormente possuem estoque mínimo para atender a demanda do dia. Extraindo a informação do departamento de manutenção, a linha de envase possui capacidade nominal de 2.100 vasilhames P-13 por hora,

ou seja, na rotina operacional diária, são envasados, em média, 16.800 botijões, quando não há realização de hora extra. A quantificação total calculada já é a mínima possível, levando em consideração os defeitos atrelados ao processo e os tempos de parada da linha por diversas razões. Segundo a manutenção, a linha tem capacidade de atingir até 2.450 vasilhames por hora, porém, em um contexto ideal, sem levar em consideração as pausas e falhas.

Portanto, levando-se em consideração as informações extraídas da própria empresa, tanto de manutenção quanto da logística que relaciona a demanda, pode-se plotar o gráfico 9, que relaciona a capacidade de envase da empresa e o atendimento à demanda dos pedidos por dia ao longo do mês de referência das medições de tempo realizadas, o mês de março.

Gráfico 9 — Séries Temporais da Demanda durante o mês de Março



Fonte: A autora, 2020.

Com isso, pode-se observar a alta da demanda e a necessidade de hora extra para sanar a necessidade vigente. Cabe ressaltar, portanto, a relação das limitações de envase por hora, a alta demanda e a frequência de chegada e saída dos caminhões da base de forma direta.

Dentro do contexto da limitação de 2.100 P-13 envasados por hora, podendo chegar a 2.450 unidades, faz-se necessário um maior tempo para carregar a média de caminhões que chegam ao dia, em torno de 24 unidades e que comportam a demanda que pode chegar a mais de 21.000 vasilhames P-13 por dia. Ou seja, a frequência de chegada é um fator determinante

para a retenção dos caminhões na base, visto que, com a capacidade produtiva sendo limitada e a demanda alta há a necessidade de espera do tempo de envase dos vasilhames somado a gestão das filas já discutidas anteriormente.

Em um segundo momento, para validar as informações analisadas, foi realizado uma reunião com a equipe do projeto, a fim de, através do brainstorming, formalizar as principais causas que levam ao elevado tempo de permanência dos caminhões na base. Tal reunião construiu a matriz de causa e efeito apresentada do no quadro 10.

Quadro 10 — Matriz de Causa e Efeito

Saídas do Processo		Tempo de Abastecimento	Impedimentos	Tempo de Espera e Atrasos	
Peso		10	8	5	Total
Possíveis Xs do processo (causas)					
Entradas	Horário de Chegada dos motoristas	10	6	5	21
	Limitações da Linha de Envase	10	0	5	15
	Ociosidade da Linha de Envase	10	0	5	15
	Demanda Alta	10	4	5	19
	Capacidade Limitada	10	4	5	19
	Motoristas se dispersam	2	0	5	7
	Pedido chega em atraso	0	8	3	11
	Falta da Documentação	0	8	5	13
	Comunicação Interna	4	1	2	7
	Absenteísmo	3	0	1	4

Fonte: A autora, (2020).

As causas pontuadas que obtiveram maior impacto, do ponto de vista da equipe do projeto, estão associadas ao horário de chegada dos motoristas na base de envase com as limitações de capacidade e da linha de envase, e a ociosidade gerada por ela, além da alta demanda enfrentada, sendo todas elas diretamente relacionadas, pois, tendo a capacidade limitada de atendimento pela quantidade de lanças disponíveis para descarregamento e carregamento, além do contexto da disposição de trabalho que gera por si só a ociosidade, já que enquanto uma lança está ativa a outra está ociosa somados ao aumento da demanda, que implica na realização de hora extra dado a limitação de capacidade de até 2450 vasilhames P-13 por hora, demandam um tempo maior para atendimento dos caminhões o que gera formação de filas.

4.2.4 Etapa de Melhorar

Dando sequência, a fase de melhoria engloba as oportunidades levantadas pelo time do projeto, tendo a construção de um plano de ação nos moldes da ferramenta 5W2H. Porém, antes da apresentação do plano de ação, cabe a discussão que levaram a cerca de optar pela melhoria escolhida.

Dada à complexidade do processo de abastecimento, com a divisão em duas fases, a operacional e a de fluxo da nota fiscal, bem como a participação de diversos departamentos e pessoas, sendo alguns de origem externa, se fez necessário aprofundar a discussão a cerca das potenciais melhorias. A construção de uma tratativa direcionada ao abastecimento operacional apenas, não iria impactar o tempo de permanência dos caminhões em um amplo contexto, ou seja, otimizando o abastecimento operacional, não iria diminuir o tempo de permanência dos caminhões como um todo, pois o mesmo poderia ainda ficar retido na base dado o tempo do fluxo da nota fiscal. O inverso também é verdadeiro, de nada adiantaria uma otimização do processo de fluxo da nota fiscal, se o abastecimento operacional não fosse atendido, o caminhão continuaria retido na base de envase.

Com isso, a equipe do projeto entendeu, em conjunto com a administração, que se fazia necessário o controle constante de tempos e movimentos para se tratar cada caso de forma unitária. Isso porque, alguns gargalos como as limitações de envase, dado a quantidade de lanças disponíveis e a capacidade de envase, de alimentar uma lança de abastecimento e uma de desabastecimento por vez, não podem ser otimizadas por conta dos altos custos envolvidos por serem tratadas de equipamentos anti explosivos.

A estratégia, portanto, adotada pela equipe de projeto é baseada em duas propostas de ações. A primeira tem um contexto externo à base e está relacionada aos horários de chegada de cada caminhão bem como a política de abastecimento dentro da base de envase. Já a segunda, é interna a base, com o controle constante de tempos e movimentos em todos os departamentos no que diz respeito ao abastecimento como um todo e que influenciam o tempo de permanência do caminhão, ou seja: portaria, conferência, pátio, logística, financeiro, faturamento.

4.2.4.1 Janela de Atendimento

Uma proposta de plano de ação voltado para definir os horários de chegada dos caminhões em janelas de atendimento, ou seja, definir junto ao revendedor, os horários em que os caminhões deveriam chegar à base para garantir o abastecimento operacional sem que faltassem caminhões para parear o carregamento e o descarregamento, como também diminuir o tempo de fila que os mesmos enfrentavam foi construído e apresentado no APÊNDICE G.

A construção da janela de atendimento é baseada na alocação dos caminhões por faixas de horários. Em seu desenvolvimento, foram considerados os tipos de distribuição, entrega e retira. Para um melhor aproveitamento da roteirização da distribuição, os revendedores que são entrega e utilizam o serviço de transportadores parceiros da Rio Gás devem imputar seus pedidos com um dia de antecedência, isso porque, todos os caminhões de transportadores serão carregados na parte da tarde e ficarão na base até a manhã do dia seguinte para saírem e distribuírem as cargas no primeiro horário, às 7h30min.

A equipe do projeto entende que dessa forma, existe tempo hábil para o planejamento de rotas, emissões das notas fiscais e abastecimento físico, bem como planos de ações para eventuais necessidades dos revendedores. Com isso, o benefício extra é de que além da melhor organização da base de envase e do fluxo fiscal, as vendas são abastecidas dentro do horário comercial, ou seja, não há a possibilidade do transportador chegar à revenda e ela já está fechada devido ao tempo de retenção na base para em sequência, distribuir a carga.

Para uma melhor visualização da janela de atendimento para a distribuição do tipo entrega, foi realizado o macro fluxograma do processo de acordo com as propostas de mudanças realizadas, o mesmo pode ser visualizado no APÊNDICE F.

Com relação à distribuição do tipo retira, foram definidas as faixas de horário que comportavam aproximadamente seis caminhões para abastecimento em duas horas de operação, já contando com a possível folga de atendimento para não parar a linha ou sobrecarregar a base com caminhões em espera. Nesse caso, os caminhões devem chegar à base dentro da faixa de horário permitida, a entrada somente é liberada por faixa de horário e aos caminhões associados. O abastecimento da distribuição tipo retira ocorre no início da manhã, de 7h30min até o início da tarde, 13h, salvo eventuais problemas que influenciem no horário proposto, podendo se estender até o restante da tarde. O fluxo do processo segue o mesmo de antes para esse tipo de distribuição.

Dado a antiga política de abastecimento da empresa, foi sugerido algumas diretrizes que formalizam a Janela de Atendimento para o bom funcionamento.

- O caminhão de distribuição do tipo retira que chegar fora da faixa de horário definida, perderá sua vez e ficará aguardando ao final da fila ou até que se tenha disponibilidade entre as faixas de horário para atendimento;
- Trocas de faixa de horário são permitidas, desde que sejam viabilizadas pela Logística, que pode encaixar ou cancelar abastecimento de um revendedor.
- Os pedidos para distribuição tipo entrega só serão recebidos até ao 12h do dia anterior a distribuição, salvo em casos excepcionais;
- Finda-se a política de abastecimento que relacionava por vez o carregamento entre um entrega e um retira;
- Os caminhões do tipo retira serão carregados nas faixas de horários que competem 7h30min da manhã até 13h da tarde;
- Os caminhões do tipo entrega, devem ser direcionados a base de envase assim que acabar a rota do dia de distribuição. O Motorista transportador deve deixar as chaves e o caminhão dentro da base de envase e voltar no dia seguinte, antes das 7h30min para cumprimento da rota;
- As vagas destinadas aos caminhões do tipo entrega serão reservadas no pátio.

4.2.4.2 Sistema de Gestão Integrado de Tempos e Movimentos

A fase de melhoria também contou com o desenvolvimento de um sistema de gestão integrado de tempos e movimentos através de um aplicativo, criado pela equipe do projeto e que fosse aderente à realidade da base de envase. A proposta do aplicativo é além de controlar os tempos e movimentos da operação, fomentar informação útil para tomada de decisão, como as tratativas unitárias dos impedimentos que cada revendedor possui e que retém o caminhão na base.

A construção do aplicativo, em um primeiro momento, teve o direcionamento ao abastecimento operacional, dado a sua concepção ser conjunta a janela de atendimento. Pretende-se, em um segundo ciclo de melhoria, já em negociação, transferir as atribuições já concebidas e acrescentar as de fluxo da nota fiscal e da janela de atendimento em uma plataforma web, de um fornecedor da Rio Gás, ou seja, não mais ser somente o aplicativo para gestão integrada, mas sim uma plataforma web mais completa e sólida que agregará a versão

mobile para o celular que já foi desenvolvida pela equipe do projeto, aproveitando a modelagem, *designer* e acessibilidade. Cabe destacar, que a construção da plataforma e a transferência da modelagem *mobile* hoje em negociação, está sendo realizada entre a equipe do projeto e o fornecedor parceiro de forma direta.

Espera-se com a parceria, uma gestão mais robusta e confiável dos dados, visto que, uma empresa terceira irá cuidar do desenvolvimento e programação associada à plataforma, o que era um gargalo para o escalonamento do aplicativo, já que a equipe do projeto concebeu o aplicativo com limitações de conhecimento aprofundado do assunto.

O plano de ação com a ferramenta 5W2H para a construção e modelagem do aplicativo voltado para o abastecimento operacional pode ser verificado no APÊNDICE H.

Após a versão alfa do aplicativo ser desenvolvida, iniciou-se a fase de testes para verificar a aderência do mesmo a rotina da operação física, visto que, é a etapa mais dinâmica dentro do contexto do processo de abastecimento.

Dado o contexto de o pátio ser considerado uma área classificada e não permitir o uso de aparelhos eletrônicos, o operador de pátio ficou limitado ao uso da versão *mobile* através do celular anti explosão. a única opção considerada dado os riscos associados. Em um primeiro momento, solicitou-se um celular anti explosão que já se encontrava na empresa, porém direcionado ao segmento empresarial, para não gerar custos devido ao alto investimento necessário para se adquirir um modelo. Já em relação aos colaboradores que realizam suas atividades laborais em escritório ou na portaria e logística, ou seja, ambientes em que há a possibilidade de se ter equipamentos eletrônicos, optou-se pela utilização via desktop, mais conhecido como o computador de mesa que já possuíam para trabalho, porém, podendo também acessar a versão para celular.

A rotina de testes perdurou por cerca de quinze dias úteis e cobriu toda a operação a fim de encontrar oportunidades de melhorias para total aderência dos colaboradores. Para isso, foram realizadas rodadas de reuniões e entrevistas informais que pontuassem a percepção dos usuários, tanto para benefícios quanto para obstáculos e assim, a modelagem do aplicativo foi sendo desenvolvida com as versões seguintes, beta1 e beta2, sendo a última versão desenvolvida e que possui as funcionalidades descritas abaixo na sequência lógica operacional, com um exemplo demonstrativo. Por questão de segurança da informação, o nome do aplicativo e as informações como placa dos veículos foram restringidos à divulgação a pedido da empresa.

A seguir, será apresentado a usabilidade do aplicativo em sua versão mais recente, a iniciar pela imagem 1, que representa a tela de navegação inicial, o menu da operação.

Imagem 1 — Tela apresentando o Menu da Operação



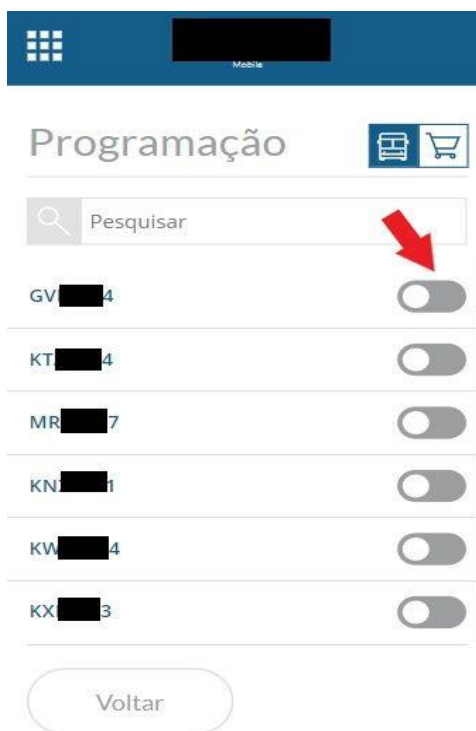
Fonte: A equipe do Projeto, 2020.

A tela do menu acima, representa as abas seguintes a qual todos os membros devem operar, seguindo as restrições concedidas a cada parte interessada, ou seja, a portaria tem a permissão concedida de operar apenas na aba que compete as informações da portaria. O mesmo é proposto para todos os departamentos que fazem parte da versão beta 2 para garantir maior transparência ao processo de controle dos tempos e movimentos.

Adentrando na aba de programação, que é a tela de início para a gestão da operação e direcionada aos analistas da logística, pode-se entender como objetivo principal atender a uma das potenciais causas discutidas na reunião de brainstorming realizada na fase de análise, em que uma das potenciais causas foi à dispersão dos motoristas e a necessidade do operador de pátio se deslocar para constantemente atualizar a lista das filas que era alocada em um papel

comum. Com isso, pensou-se nessa aba com o propósito de diminuir a necessidade de deslocamento do operador de pátio do pátio até o escritório e também da comunicação constante pelo rádio, substituindo o papel pela gestão das filas através do aplicativo, onde as filas são montadas de forma automática. Para tal, na aba de programação que contém todas as placas previamente cadastradas de todos os veículos que acessam a base da Rio Gás, os analistas da logística liberam as placas dos caminhões que vão abastecer no dia em questão. A liberação é feita com o deslize do clique por parte do colaborador, no ícone sinalizado com a seta vermelha, representada na imagem 2.

Imagem 2 — Tela de Apresentação da Programação



Fonte: Equipe do Projeto, 2020.

Com isso, as placas que tiveram a liberação confirmada, ficam selecionadas apresentando coloração azul. Em sequência, com a seleção, as placas são encaminhadas para outra tela, que é acessada com o clique no ícone do carro de compras demonstrado na imagem 3.

Imagem 3 — Tela da Programação



Fonte: Equipe do Projeto, 2020.

A tela em sequência tem como principal objetivo a inserção dos pedidos dos clientes de acordo com o tipo de produto, ou seja, os analistas da logística registram a quantidade de cada tipo de vasilhame que entrará no caminhão representado pela respectiva placa.

No caso de distribuição do tipo entrega, em que há rota para atender pedido de diversos revendedores, o procedimento é o mesmo, aloca-se o quantitativo total da carga do caminhão, estratificando por tipo de vasilhame, pois nesse momento do processo, não faz sentido a distinção de pedidos, mas sim o entendimento do quantitativo da carga como um todo. Abaixo é apresentado a imagem 4, um exemplo onde o analista da logística deve digitar os números que representam as quantidades em cada caixa que referência à placa do veículo em questão que detém o pedido.

Imagem 4 — Programação dos Caminhões

The screenshot displays the 'Programação' screen of a mobile application. At the top, there is a blue header with a grid icon and a 'Mobile' label. Below the header, the word 'Programação' is prominently displayed next to icons of a truck and a shopping cart. A search bar with a magnifying glass icon and the text 'Pesquisar' is positioned below. The main content is a table with the following data:

Placa	P5	P13	P20	P45
GV [redacted] 4	4	600	68	35
KT [redacted] 4	0	0	0	0
M [redacted] 37	0	0	0	0
KN [redacted] 1	0	0	0	0
KW [redacted] 4	0	0	0	0
KX [redacted] 3	0	0	0	0

At the bottom of the screen, there are two buttons: a white button labeled 'Voltar' and a yellow button labeled 'Salvar'.

Fonte: Equipe do Projeto, 2020.

Ao clicar em salvar, os pedidos seguem para a aba de carregamento e as placas liberadas, seguem para aba da portaria, findando a responsabilidade da logística.

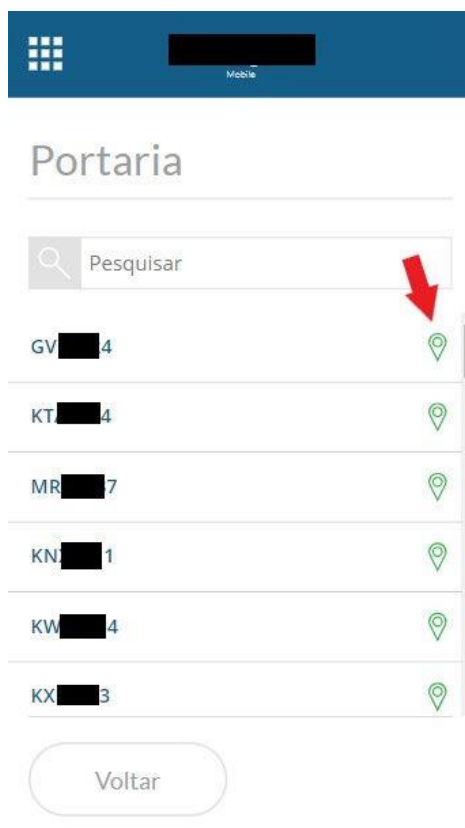
Ao voltar ao menu principal, apresentada na imagem 1, há ainda as opções de escolha de aba, localização e cadastro de veículo, esta última também sendo direcionada a logística para cadastro de novos veículos quando necessário.

Ao clicar na opção Portaria, uma nova tela é apresentada, como representada na imagem 5. Nela é possível pontuar características importantes para a gestão de tempos e movimentos da operação, pois é o início da formação de banco de dados que posteriormente será trabalhado para planos de ações unitários.

A modelagem da aba Portaria foi pensada a ser objetiva e assertiva, em que os colaboradores não desprendessem tempo preenchendo dados, o aplicativo já contém as informações que antes, os porteiros preenchiam em planilha nos computadores, restando apenas a checagem de documentos e inserção de informações pertinentes ao veículo e ao motorista que em um segundo ciclo de melhoria já estará referenciada.

O caminhão ao passar pela portaria deve ter sua liberação imediata no aplicativo, para isso, utiliza-se a liberação por clique, onde o colaborador clica sobre o ícone identificado com a seta vermelha na imagem abaixo.

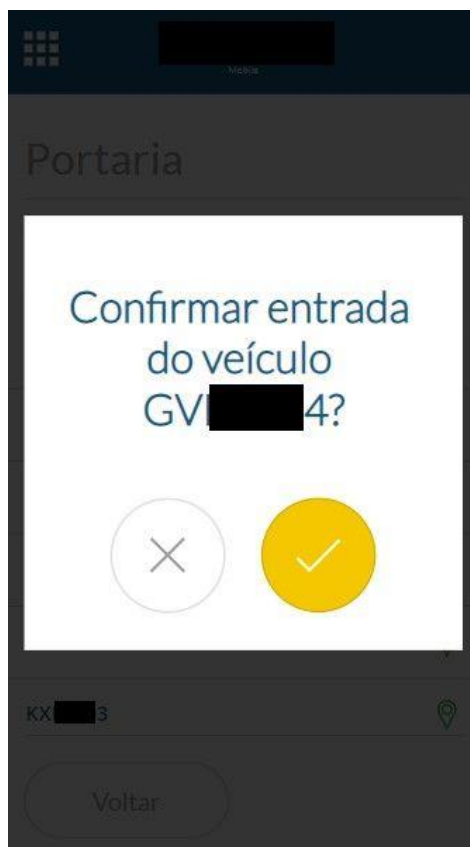
Imagem 5 — Apresentação do ícone para clique



Fonte: Equipe do Projeto, 2020.

Ao fazer o movimento de clicar no ícone demonstrado na imagem 5, o aplicativo registra o horário de entrada do caminhão na base e uma mensagem de segurança aparece na tela.

Imagem 6 — Mensagem de Segurança no Aplicativo



Fonte: Equipe do Projeto, 2020.

Ao dar a entrada como liberada, ao clicar no ícone em amarelo que aparece como mensagem de segurança representado na imagem 6, a placa do veículo some da lista de placas da tela da portaria, retornando no momento em que o caminhão terminar de ser carregado. Essa tratativa foi pensada para não confundir os porteiros, visto que, ao voltar para a tela, a placa possui cor do ícone de confirmação na cor vermelha como será demonstrada a seguir.

Ao voltar à tela representada pela imagem 1, é possível adentrar na opção de aba Carregamento, destinada ao operador de pátio para gestão do pátio através das filas que são automaticamente feitas. A tela apresenta para o colaborador, os caminhões já na sequência que devem passar pelo descarregamento e por consequência, o carregamento como apontado pela seta de cor vermelha na figura imagem 7, retirando a necessidade de atualização de folhas ou comunicação via rádio para se obter tais informações.

Imagem 7 — Ordenação das Filas para Abastecimento

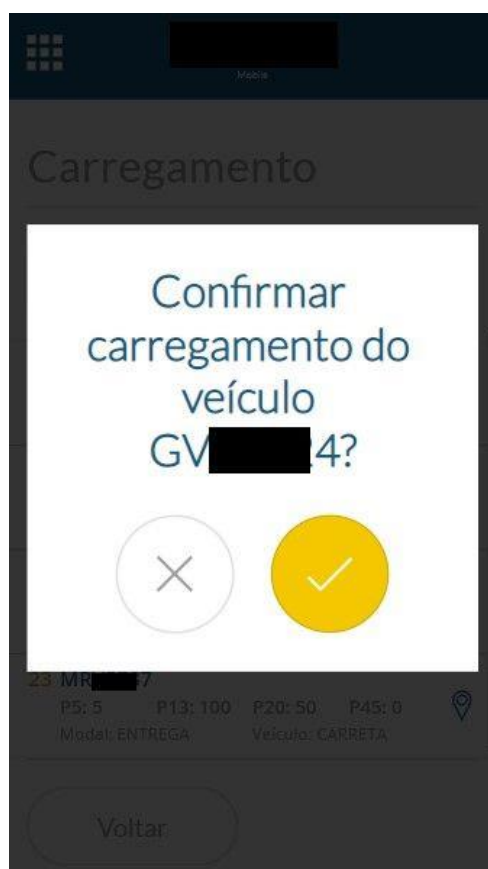


Fonte: Equipe do Projeto, 2020.

Com isso, o caminhão ao ser carregado tem seu identificador selecionado com um clique por parte do colaborador e há imediatamente o registro do tempo vigente. O ícone de liberação do identificador está representado na imagem 7 pela seta de cor verde.

Ao clicar no ícone demonstrado, a mensagem de segurança aparece na tela e ao confirmar, ao clicar no identificador de cor amarela presente na tela, há a retirada da placa do veículo da fila que aparece na tela do operador de pátio, a mesma volta para a aba da portaria com o identificador de cor vermelha, que significa que o caminhão está apto a sair ou que aguarda a saída da nota fiscal, visto que, seu abastecimento operacional fora concluído.

Imagem 8 — Mensagem de Segurança para o Carregamento



Fonte: Equipe do Projeto, 2020.

Outras informações úteis na aba de carregamento são relacionadas ao quantitativo do pedido do cliente, que era uma razão pontuada pelos analistas como principal causador da necessidade massiva de comunicação via rádio, já que é de responsabilidade do operador de pátio transmitir a plataforma o pedido de cada caminhão. Além disso, há marcadores como o tipo de distribuição, se é retira ou entrega, para o operador de pátio ter controle da agenda de atendimento e o modal de cada caminhão para o mesmo poder prever o tempo provável que cada caminhão será carregado dado sua capacidade volumétrica.

Tais informações são úteis para a gestão do pátio e propagação da informação para os motoristas que manobram os caminhões. Por exemplo, saber uma previsão de tempo para o próximo caminhão carregar é decisivo para manter o motorista responsável pelo caminhão próximo do pátio e não disperso, fazendo com que, o operador tenha que achá-los dentro da base de envase andando ou se comunicando via rádio pelos departamentos que possam ter visto o motorista.

Em sequência, com o fim do carregamento e a liberação da placa do veículo associado para a portaria, volta-se ao menu registrado pela imagem 1, abrindo a aba portaria. Como é possível ver na imagem 9, a placa do caminhão que teve seu carregamento findado encontra-se com o identificador em tom vermelho, enquanto os outros, como mostrado na imagem ainda com o identificador com coloração verde, pois estão pendentes de entrada na base de envase para se iniciar o processo, sendo está à diferença sucinta da gestão da operação: vermelho para saída da base, verde para entrada na base.

Imagem 9 — Tela da Portaria para Saída dos Caminhões



Fonte: Equipe do Projeto, 2020.

Quando o caminhão tem a liberação pela conferência concedida e passa pelo portão, o porteiro clica no ícone identificador pontuado pela seta vermelha para representar a saída do caminhão no aplicativo. Uma mensagem de segurança aparece na tela e ao ter a confirmação de saída, ao clicar no ícone representado na imagem 10 pela cor amarela, há o registro do tempo vigente que alimenta o banco de dados.

Imagem 10 — Mensagem de Segurança para Saída de Caminhão



Fonte: Equipe do Projeto, 2020.

Finda-se, portanto, a lógica operacional do aplicativo com um exemplo de um caminhão para melhor demonstração. A mesma sequência operacional foi realizada durante o período de testes para todos os caminhões que abasteciam na Rio Gás, formando um banco de dados inicial.

Ao verificar a aderência da operação ao aplicativo e as limitações da equipe no que relaciona o conhecimento necessário para a sua manutenção, a equipe do projeto junto a administração chegaram ao consenso da necessidade de transferência para uma plataforma gerida por desenvolvedores sob contrato de aproveitamento da modelagem realizada até então.

Com isso, um fornecedor parceiro da Rio Gás, está em negociação junto a equipe do projeto e a administração para a construção da plataforma web que manterá o que já foi desenvolvido no projeto, porém com novos ciclos de melhoria para atender a necessidade de cobrir todos os departamentos, no que diz respeito a tempos e movimentos, para assim, atingir o objetivo de se criar planos de ações unitários que atenda as questões dos impedimentos de

cada revendedor a fim de minimizar o tempo de permanência do caminhão na base de envase da Rio Gás.

4.2.5 Etapa de Controlar

Ficou decidido entre a equipe do projeto e a administração que a etapa de controlar será realizada ao fim da implementação da janela de atendimento e do sistema de gestão integrado de tempos e movimentos, de forma a mensurar potenciais indicadores estratégicos ao negócio.

Atualmente a equipe do projeto trabalha na implementação da janela de atendimento e na negociação da construção da plataforma web que suporta o sistema de gestão integrado de tempos e movimentos.

5 CONCLUSÃO

Dado o contexto de competitividade e por consequência, a necessidade das empresas em aperfeiçoarem seus desempenhos em todas as frentes para barganhar novos clientes e se manterem a frente de seus mercados, o presente projeto teve como principal objetivo o estudo do processo de abastecimento dos caminhões dos revendedores e transportadores parceiros em uma indústria de gás, um processo crítico e relevante para empresa que vinha recebendo constantes críticas e reclamações por parte dos revendedores atendidos em sua carteira de clientes, em um discurso alinhado de não atingimento da expectativa dos mesmos e por consequência, o desencadeamento do desabastecimento das revendas que causam impacto direto nas vendas ao cliente final.

O *lean seis sigma*, ao ser aplicado, mostrou-se aderente com as necessidades da empresa e principalmente, útil ao se adequar as ferramentas utilizadas dentro do contexto de tempos e movimentos, sendo o principal apoio organizacional através do roteiro DMAIC que direcionou o projeto do início ao fim e continuará com as implementações a serem concluídas e em próximos projetos, que já se encontram em fase de definição graças a este presente projeto, que foi o ponto de partida para que a administração da empresa observasse os ganhos das mais diversas frentes, intelectual, financeiro, organizacional e outros.

Em um primeiro momento, após a reunião de todas as informações necessárias a um direcionamento contundente, frente à pandemia, que inviabilizava reuniões presenciais e a diminuição da etapa de coleta de tempos manuais e posteriormente, testes do aplicativo por limitações de distância, foi possível identificar potenciais causas que viabilizavam a permanência dos caminhões na base: os impedimentos de origem externa e as limitações da base de envase, de origem interna.

A primeira proposta de melhoria, intitulada janela de atendimento, corroborava com o atendimento de uma necessidade já expressiva das partes interessadas: o fim da política de abastecimento vigente que do ponto de vista dos motoristas não era justa. Por isso, foi pensada uma proposta em que atendesse ambos os tipos de distribuição, bem como a limitação das lanças de alimentação dos caminhões, que não poderiam ser tratadas, dado o alto custo de investimento e por isso, permaneceriam do jeito que são. Surgiu então, a estratificação de horários e a proposta de uma nova política para o melhor atendimento dos revendedores e a diminuição de caminhões na base de envase.

A segunda proposta de melhoria envolve os impedimentos externos e também a necessidade de controle para geração de novos indicadores estratégicos ao negócio que levam a um diagnóstico de novos ciclos de melhoria aonde se identificar gargalos, intitulado sistema de gestão integrado de tempos e movimentos. A proposta teve como objetivo principal, em um primeiro momento, controlar os tempos e movimentos do percurso dos caminhões dentro da base de envase, ou seja, pontuar os tempos em que o pedido e o caminhão ficam em cada departamento para assim, adentrar nos tempos mais dispendiosos e buscar planos de ações específicos para cada caso, dada a complexidade inerente do processo com as mais variadas causas.

A segunda proposta conta com o suporte do aplicativo desenvolvido especialmente para o processo da Rio Gás, sendo um entregável do projeto e agora, segue para um novo ciclo de melhoria, que é a construção da plataforma web dada o contexto de complexidade de se gerir um aplicativo de forma contínua e a necessidade de agregar o fluxo fiscal do processo para controle. Para isso, há a negociação direta com um fornecedor parceiro da Rio Gás junto a equipe do projeto e a administração. Pretende-se automatizar a janela de atendimento com a construção da plataforma bem como, aderir ainda mais conteúdo para a gestão de tempos e movimentos da operação da Rio Gás como um todo, em novos projetos e melhoria.

Por meio dos resultados obtidos em entrevistas e coleta de dados, bem como os planos de ações realizados, pode-se concluir que se faz necessário à continuação do presente projeto para a implementação da janela de atendimento e lançamento da plataforma web, para assim se atingir o principal objetivo que é a redução do tempo de permanência dos caminhões na base. Por isso, a necessidade de usabilidade das duas ações em conjunto, para posterior revisão da meta estipulada previamente no contrato do projeto e realização da fase de controle ser concluída.

Com isso, o presente projeto recebeu a alcunha de ponto inicial para novos projetos por parte da administração da empresa, que recebeu muito bem o desenvolvimento e os resultados adquiridos até então, mesmo sob o contexto de uma pandemia que inviabilizou o calendário previamente acordado e forçou a readequação de algumas atividades que tinham impactos diretos no projeto para garantir a segurança dos colaboradores.

REFERÊNCIAS

- ACHANGA, P et al. Critical success factors for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 4, p. 460-471, 2006.
- ANTONY, Jiju. Six sigma for service processes. **Business Process Management Journal**, v. 12, n. 2, p. 234-248, Março 2006. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14637150610657558/full/html>. Acesso em: 14 out. 2020.
- ANTONY, Jiju; KUMAR, Maneesh . Lean and Six Sigma methodologies in NHS Scotland : an empirical study and directions for future research. **Quality Innovation Prosperity**, p. 19-34, 2012. Disponível em: <http://strathprints.strath.ac.uk/60095/>. Acesso em: 13 out. 2020.
- ARRUDA; I. M de; LUNA, V. M. S de. **Lean Service: a abordagem do lean system aplicada no setor de serviços**. Fortaleza: XXVI ENEGEP, p. 1-9, 2006.
- BEHR, A.; MORO, E. L. da S.; ESTABEL, L. B. **Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicações de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca**. Ci. Inf., Brasília, v. 37, n. 2, p. 32-42, 2008.
- CARVALHO, Marly; PALADINI, Edson. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, v. 2, f. 228, 2012. 456 p.
- CHAKRAVORTY, Satya S. Six Sigma programs: An implementation model. **International Journal of Production Economics**, v. 119, n. 1, Maio 2009.
- CHEN , T. Discussion on integration of Lean Production and Six Sigma Management. **Internation Business Research**, v. 1, p. 38-42, Janeiro 2008. Disponível em: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ibr/article/view/1014>. Acesso em: 28 set. 2020.
- DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, v. 1, 2008. 186 p.
- DEVANE, T. **Integrating lean six sigma and high-performance organizations: leading the change toward dramatic, rapid and sustainable improvement**. John Wiley & Sons, v. 1, f. 136, 2004. 272 p.
- DUARTE, Dougla dos Reis. **Aplicação da Metodologia Seis Sigma, modelo Dmaic, na operação de uma empresa do setor ferroviário**. Juiz de Fora, f. 81, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

EHRlich, Betsi Harris. **Transactional Six Sigma and Lean Servicing: Leveraging Manufacturing Concepts to Achieve World-Class Service.** CRC Press, v. 3, f. 148, 2002. 296 p.

FINAMORE JUNIOR, Weyder Alves. **Aplicação do Modelo Six Sigma na Administração de Operações.** Juiz de Fora, 2008. 70 p. Monografia (Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

GEORGE, Michael L. **Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed.** McGraw Hill Professional, v. 3, f. 150, 2004(a). 300 p.

GEORGE, Michael L. **Lean Seis Sigma para serviços: como utilizar velocidade lean e qualidade Seis Sigma para melhorar serviços e transações.** Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, f. 218, 2004(b). 436 p.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, f. 88, 2008. 175 p.

GOFFNET, S. P. Understanding Six Sigma Implications for Industry and Education. **Journal of Industrial Technology**, v. 20, n. 4, p. 2-10, 2004.

GOHR, C.F.; SANTOS, L.C.; GONÇALVES, A.M.C.; PINTO, N.O. “Um método para a revisão sistemática da literatura em pesquisas de engenharia de produção.” XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v. 33, Bahia, 2013.

HARRY, M.J. Abatement of business risk is key to Six Sigma. **Quality Progress**, v. 33, p. 72-76, Julho 2000.

HILSDORF, W.C. A Estratégia Seis Sigma para Melhoria da qualidade: uma análise crítica das métricas utilizadas. **Revista Pesquisa e Tecnologia FEI**, São Paulo, v. 23, p. 25-39, Outubro 2002.

BREYFOGLE III, F. W. **Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods.** 2. ed. Nova York: John Wiley & Sons, v. 1, f. 616, 2003. 1232 p.

JEYARAMAN, K; TEO, L. K. A. A Conceptual framework for critical success factors of lean six sigma: implementation on the performance of electronic manufacturing service industry. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 3, p. 191-215, 2010.

KLEFSJO, B. Abatement of business risk is key to Six Sigma. **Quality Progress**, v. 33, p. 72-76, Julho 2000.

LINDERMAN, K., SCHROEDER, R., ZAHEER, S., e CHOO, A. **Six Sigma: a goal-theoretic perspective.** *Journal of Operations Management*, 21 pp. 193-203, 2003.

LOUREIRO JUNIOR, Mauro. **Avaliação dos fatores críticos de sucesso e da influência do Lean Six Sigma nos resultados financeiros das empresas: estudo de caso múltiplo.** 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2013.

MARCHWINSKI, C., SHOOK, J. e SCHROEDER, A. **Lean Lexicon: a graphical glossary for Lean Thinkers.** 4ª edição. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2008.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, f. 257, 2004. 513 p.

MOREIRA, A.C.V.B; DARÉ, C.T; RODRIGUES, M.D.F. **Green Belts Industrial.** 6. ed. São Paulo: Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 2004.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção Além Da Produção.** Porto Alegre: Bookman, f. 74, 1997. 147 p.

OLIVEIRA, Ailson Luiz de; HU, Osvaldo Ramos Tsan. **Gerenciamento do Ciclo da Qualidade:** Como gerir a qualidade do produto — da concepção ao pós-venda. Rio de Janeiro: Alta Books Editora, v. 1, f. 160, 2018. 320 p.

OLIVEIRA, J, D. **Escritório Enxuto (Lean Office).** 2007. Disponível em: <https://dqsporb.files.wordpress.com/2009/05/escritorio-enxuto-lean-office.pdf>. Acesso em: 5 out. 2020.

PANDE, Peter S.; NEUMAN, Robert P.; CAVANAGH, Roland R.. **The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance.** New York: McGraw Hill Professional, v. 3, f. 224, 2000. 448 p.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços).** Curitiba: UnicenP. 2007. 750p.

PINTO, João Paulo. **Introdução ao Pensamento Lean :** a filosofia das organizações vencedoras. 6. ed. São Paulo: Lidel, f. 182, 2014. 364 p.

PINTO, João Paulo. **Lean Thinking:** Introdução ao pensamento magro. São Paulo: Comunidade Lean Thinking, 2008.

PORTAL ACTION. **2 – GRÁFICOS OU CARTAS DE CONTROLE.** São Paulo: 2015. Disponível em: <http://www.portalaction.com.br/controle-estatistico-doprocesso/graficos-ou-cartas-de-controle>. Acesso em 17 de outubro de 2020.

PRODANOV , Cleber Cristiano ; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico - 2ª Edição.** 2. ed. São Paulo: Editora Feevale, 2013.

PYZDEK, Thomas; KELLER, Paul. **The Six Sigma Handbook:** a complete guide for green belts. Black belts, and managers at all levels. 4. ed. McGraw-Hill Companies, 2014. 704 p.

RASIS, D.; GITLOW H. S.; POPOVICH E. **Paper organizers international: A fictitious Six Sigma Green Belt case study**. Miami: 2002.

RATH & STRONG. **Six Sigma Pocket Guide**. 2. ed. Lexington: Rath & Strong, v. 1, f. 90, 2001. 180 p.

RIANI, Aline Mattos. **Estudo de Caso: O Lean Manufacturing Aplicado na Becton Dickinson**. Juiz de Fora, f. 44, 2006. Trabalho de Conclusão de Curso () - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006.

ROTONDARO, Roberto G. **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. 2. ed. São Paulo: Atlas, f. 188, 2002. 375 p.

SCALERA, F. Internacional Crisis and Competitiveness of Service Companies and Public Administration in Italy and In Europe. The Application of Lean Office. **Business and Management Review**, v. 2, n. 1, p. 63-75, 2012.

SCATOLIN, André Celso. **Aplicação da metodologia seis sigma na redução das perdas de um processo de manufatura**. Campinas, 2005. 155 p. Dissertação (Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, f. 352, 2012. 703 p.

SNEE, Ronald D; HOERL, Roger W. Integrating Lean and Six Sigma - a Holistic Approach. **Six Sigma Forum Magazine**, Milwaukee, v. 6, n. 3, p. 15-21, Maio 2007.

SOARES, Tiago Rosa Marques. **Análise de Séries Temporais para Previsão do Faturamento Mensal de uma Empresa**. Uberlândia, 2019. 70 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Estatística) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

STAMATIS, D.H.. **Six Sigma Fundamentals: A Complete Introduction to the System, Methods, and Tools**. New York: Productivity Press, v. 1, f. 184, 2004. 345 p.

STRAPASSON, Tiago Luiz. **Desenvolvimento de um projeto Lean 6 Sigma aplicado à área de carregamento de uma indústria de alimentos**. Medianeira, 2018. 60 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

TORMINATO, Silvio Miotta. **Análise da utilização da ferramenta CEP: um estudo de caso na manufatura de autopeças**. Campinas, 2004. 93 p. Dissertação (Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/264246>. Acesso em: 14 out. 2020.

TRUSKO, Brett et al. **Improving Healthcare Quality and Cost with Six Sigma**. New York: Pearson Education, v. 3, f. 325, 2007. 650 p.

VOITTO. **Curso Green Belt**. 2020. 950 slides. Disponível em: <http://www.voitto.com.br>. Acesso em: 1 out. 2020.

WERKEMA, Cristina. **Criando a cultura Seis Sigma**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, f. 127, 2012. 253 p.

WILSON, Lonnie. **How To Implement Lean Manufacturing**. New York: McGraw Hill Professional, v. 3, f. 152, 2010. 304 p.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.. **A máquina que mudou o mundo**. Gulf Professional Publishing, v. 1, f. 161, 2003. 322 p.

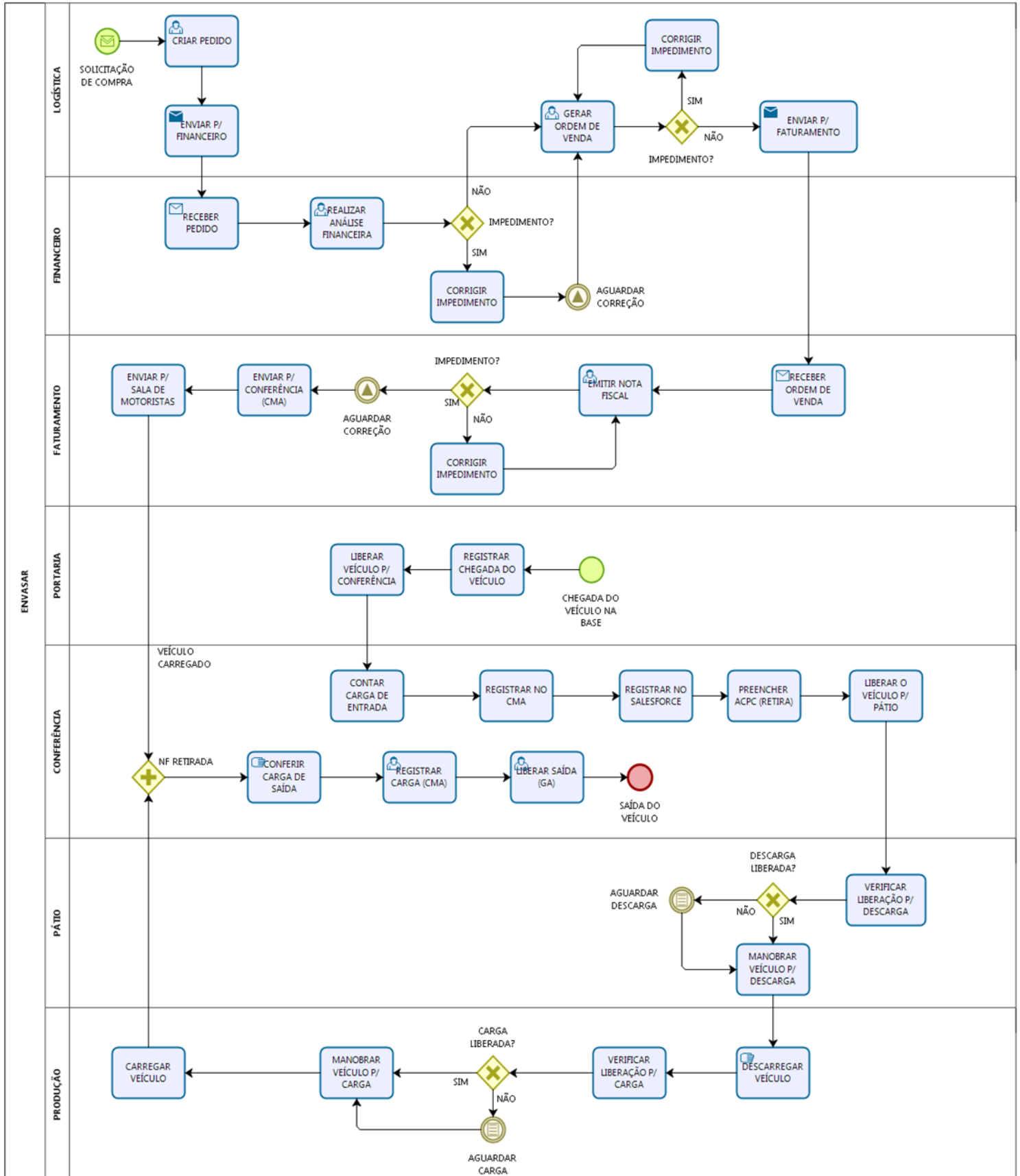
WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. 1. ed. New York: Simon and Schuster, v. 2, f. 200, 1996. 400 p.

YIN, Robert K.. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed, f. 106. 2001. 212 p.

APÊNDICE A — Contrato do Projeto

Contrato de Projeto			
Projeto:	Redução do Tempo de Permanência dos Caminhões na base.	Líder:	Nana Shayra Rodrigues Costa
Cliente:	[REDACTED]	Patrocinador:	[REDACTED]
Área:	Produção e Logística	Data:	18/02/2020
Objetivo do Projeto			
Reduzir o tempo de permanências dos caminhões dos revendedores e transportadores na base de envase de gás localizada em Duque de Caxias, Rio de Janeiro.			
Justificativa / Histórico			
A justificativa principal é o número de reclamações dos revendedores quanto ao atraso nas entregas dos botijões. Segundo essas reclamações, os caminhões junto aos seus motoristas dispõem de muito tempo até concluir o processo e poder fazer a retirada do produto da base de envase, acarretando em atrasos e perda de clientes finais. Além disso, o presente processo traz retrabalho, realização de hora extra, desgaste dos colaboradores e perdas de tempos e movimentos para a empresa, sendo também uma reclamação da gerência.			
Definição da Meta		KPIs	
Redução do Tempo de Processo de Carregamento e Descarregamento em até 30%.		Tempo de Ciclo de Carregamento e Descarregamento	
Limites do Projeto (Inclui Exclui)			
As restrições ficam a cargo da fronteira que agregam ao fluxo de carregamento e descarregamento dos caminhões; Ao processo dentro da base de envase, excluindo participações e influências externas.			
Premissas e Restrições do Projeto			
Impossibilidade de acompanhamento de todas as fases do ciclo DMAIC (mais especificamente a fase Controle), devido a necessidade de se manter a base de dados, que precisa de acompanhamento para confirmação da eficácia e projeção de futuros projetos complementares.			
Equipe de Trabalho			
	Nome	Cargo	Área / Empresa
Líder:	Nana Shayra Rodrigues Costa	Estagiária	Operações
Patrocinador:	[REDACTED]	Gerente de Mercado	Operações
Membros da equipe:	[REDACTED]	Analista de Logística	Logística
	[REDACTED]	Analista da Qualidade	Qualidade
	[REDACTED]	Analista Administrativo	Administração
	[REDACTED]	Líder de Produção	Produção
	[REDACTED]	Gerente de Produção	Operações
Contribuições para o Negócio			
Redução do fluxo de caminhões na base de envase, que está diretamente atrelado a segurança; Redução das Reclamações dos Revendedores; Redução da necessidade de horas extras.			

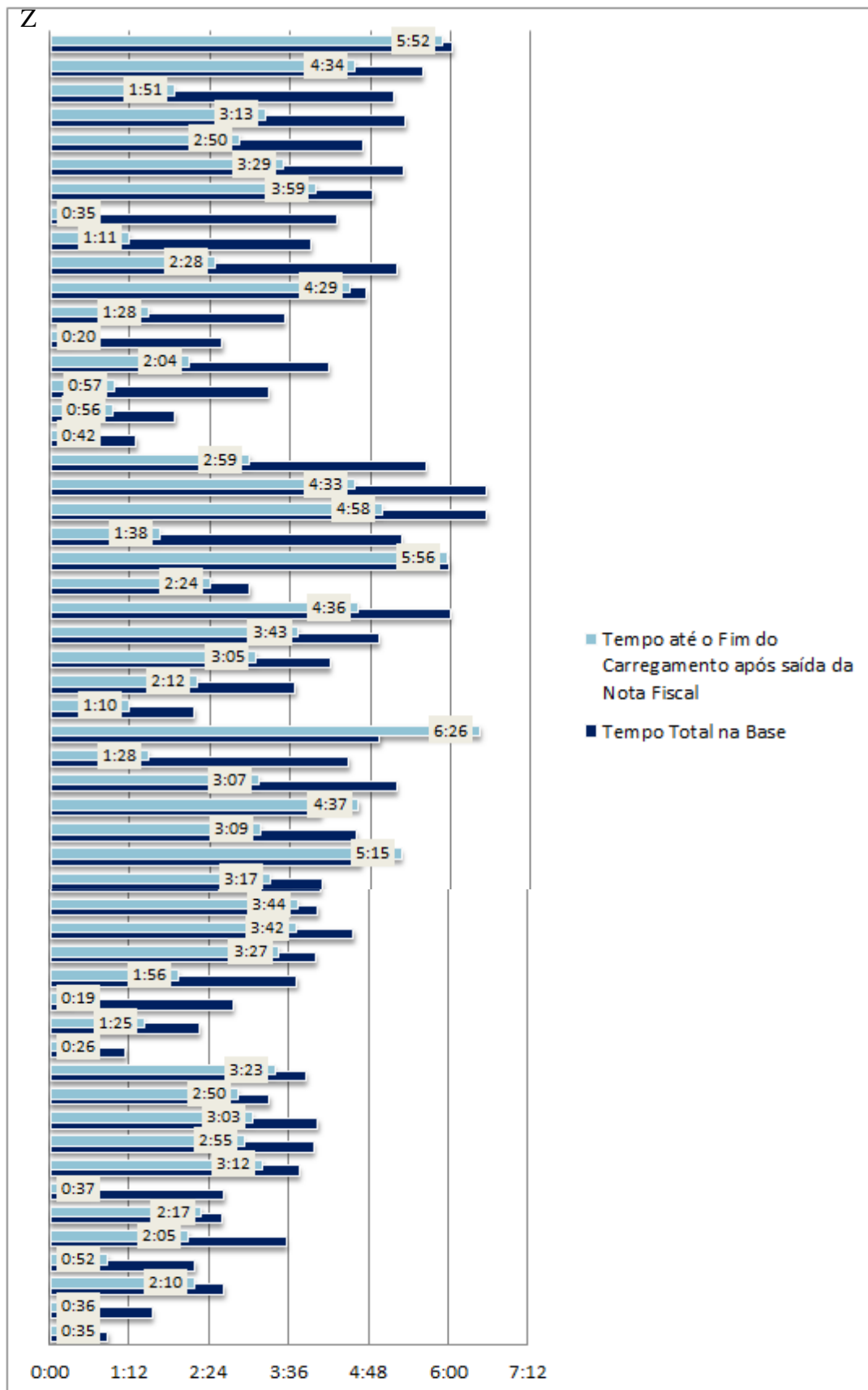
APÊNDICE B — Fluxograma do Processo de Abastecimento.



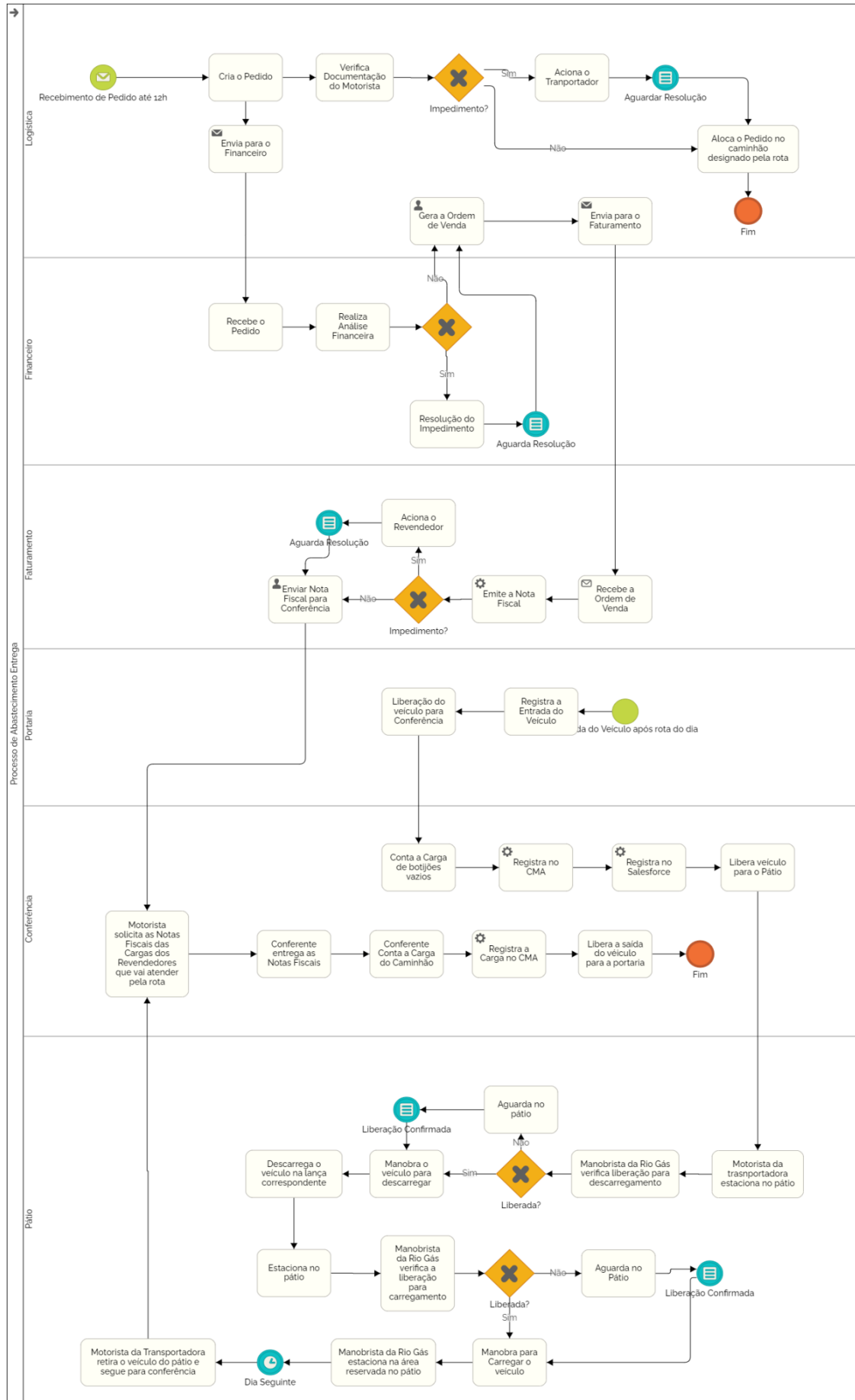
APÊNDICE C — Folha de Amostragem Padronizada

PLACA	LANÇA	INÍCIO	FIM
Anotações:			

APÊNDICE E — Tempos de Emissão de Notas Fiscais



APÊNDICE F — Fluxograma do Processo de Abastecimento Modificado



APÊNDICE G — Plano de Ação para a Janela de Atendimento

What ? O Quê?	Why? Porque?	Who? Quem?	How? Como?	How Much? Quanto?	Where? Onde?	When? Quando?
Relacionar a Frequência de Horários de chegada dos caminhões com o tipo de distribuição e a distância percorrida para atender a revenda	Para melhor estratificar as faixas de horários que condizem com a realidade de cada revendedor. Sendo ele entrega ou retira.	Analistas de Logística	Extraíndo relatórios do CMA e Salesforce para informações de distância e da revenda em geral; Mapa de Portaria para informações relacionadas ao horário de chegada. Com isso, criar uma planilha dinâmica no excel para melhor visualização das informações	Sem Custo	Na base de envase	Já realizado
Montar o plano de estratificação de horários levando em consideração as limitações de envase da base	Para organizar e relacionar a quantidade de caminhões capaz de se atender em uma dada faixa de horários	Analistas de Logística e Líder de Produção	Com o uso das medições realizadas pelo projeto, informações da demanda vs capacidade e capacidade dos veículos em relação ao histórico do pedido dos revendedores para definir as faixas de horários e a quantidade de veículos que devem estar na base para atendimento.	Sem Custo	Na base de envase	Já realizado
Reunião com a equipe comercial para consolidação das informações	Definir a estratégia que será utilizada na apresentação da nova proposta de atendimento e política da empresa.	Analistas de Logística, Gerente de Produção, equipe comercial e Gerente de Mercado	Apresentação do relatório gerado com as informações pertinentes para todos, discutindo a situação de cada revenda e caminhão.	Sem Custo	Na base de envase	Já iniciado
Apresentação da nova estratégia de atendimento para os revendedores que possuem o tipo de distribuição retira	Entendimento e acordo de cumprimento da estratificação dos horários adequado.	Consultor Comercial e Gerente Comercial	Reunião unitária por revendedor, com apresentação padrão da proposta e assinatura do termo aditivo de ciência da nova política da empresa; Tirar Dúvidas.	Sem Custo, pois os consultores devem ir as vendas de forma constante. Outros custos como papel, impressão do aditivo e afins já estão consumados na rotina do consultor em orçamento interno, não sendo atrelado a um novo custo gerado.	Em cada revenda	Já iniciado
Negociação com os transportadores parceiros	Acordar a nova política de atendimento ao cliente e negociar os horários de trabalho dos motoristas dos transportadores, pois os mesmos sofrem modificação.	Analista de Logística, Gerente de Produção e Representante das Transportadoras.	Reunião com todas as transportadoras para apresentar a nova política através de slides padrão com casos de exemplo e benefícios associados; Tirar dúvidas; Assinatura do aditivo de aceite e ciência da nova política e horários de trabalho para assim repassarem aos motoristas.	Sem custos diretos associados.	Na base de envase, com convite para reunião interna com participação de terceiros.	Já iniciado
Apresentação da nova estratégia de atendimento para os revendedores com distribuição tipo Entrega	Entendimento e acordo de cumprimento da estratificação dos horários adequado.	Consultor Comercial e Gerente Comercial	Reunião unitária por revendedor, com apresentação padrão da proposta e assinatura do termo aditivo de ciência da nova política da empresa; Tirar Dúvidas.	Sem Custo, pois os consultores devem ir as vendas de forma constante. Outros custos como papel, impressão do aditivo e afins já estão consumados na rotina do consultor em orçamento interno, não sendo atrelado a um novo custo gerado.	Em cada revenda	Já iniciado

APÊNDICE H — Plano de Ação para o Aplicativo

What ? O Quê?	Why? Porque?	Who? Quem?	How? Como?	How Much? Quanto?	Where? Onde?	When? Quando?
Definir as áreas que participaram da versão beta 2	Para entender se há aderência ou não com a operação e a melhor forma de se criar essa aderência	Equipe do Projeto	Reunião com as áreas e modelagem por programação levando em consideração as limitações de conhecimento e da plataforma.	Sem Custo	Na base de envase	Já realizado
Construção da modelagem do protótipo para pré teste	Definir a melhor forma de acessar a operação para coleta das informações de forma acessível e assertiva	Nana	Observação da operação e entrevistas com as partes interessadas em um primeiro momento, depois com a equipe do projeto utilizando post it para apresentação de cada etapa sequencial definida.	Sem custo	Na base de envase	Já realizado
Construção do protótipo para pré teste	Definir a programação lógica já no aplicativo para realização de pré teste antes do lançamento, entre a equipe.	Analista de Qualidade e Nana	Programação e transferência da modelagem para o PowerApps da Microsoft	Sem custos, a Rio Gás já tinha liberação de uso profissional do PowerApps dada a assinatura do Office 365	Na base de envase e home office	Já realizado
Pré Teste com a Equipe do Projeto	Para definir pontos a melhorar e possíveis desvios ao realizar os testes.	Equipe do Projeto	Cada integrante da equipe é responsável por uma área por vez e deve acompanhar um caminho escolhido aleatoriamente. Depois, trocar de área, até cobrir todas possíveis.	Sem Custos	Na Base de Envase	Já realizado
Correção de Desvios e desenvolvimento de melhorias	Incrementar o aplicativo para que o mesmo possa ser testado pelos colaboradores da empresa	Analista de Qualidade e Nana	Programação no PowerApps	Sem Custos	Na base de envase e home office	Já realizado
Lançamento da versão beta 2	Para realizar testes com os colaboradores da empresa por 15 dias seguidos.	Equipe do Projeto, operador de pátio, porteiros, analistas da logística.	Treinamento com cada colaborador em um primeiro momento de forma prática para explicação do uso do aplicativo. Em um segundo momento, observação e acompanhamento do banco de dados.	Sem Custos	Na base de Envase	Já realizado
Avaliação de Aderência	Para avaliar se os testes obtiveram resultados esperados e aderência com a operação, bem com o colher a percepção do usuário.	Equipe do Projeto com os colaboradores envolvidos	Reunião com os usuários do aplicativo e entrevista individual com perguntas abertas.	Sem Custos	Na base de envase	Já realizado