

UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CLEBER MIGUEL DA SILVA

**PROPOSTA DE UMA SOLUÇÃO PARA A VARIABILIDADE DA
MEDIÇÃO VOLUMÉTRICA EM UM PROCESSO DE RECEBIMENTO
DE ETANOL ATRAVÉS DA METODOLOGIA SEIS SIGMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção

Prof. Dr. Carlos Magno de Oliveira Valente
Orientador

Araraquara, SP – Brasil
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

S579p Silva, Cleber Miguel

Proposta de uma solução para a variabilidade da medição volumétrica em um processo de recebimento de etanol através de metodologia Seis Sigma/ Cleber Miguel da Silva. – Araraquara: Universidade de Araraquara, 2021. 97f.

Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara - UNIARA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Magno de Oliveira Valente

1. Seis Sigma. 2. DMAIC. 3. Biocombustíveis. I. Título.

CDU 62-1

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, C. M. **Proposta de uma Solução para a Variabilidade da Medição Volumétrica em um Processo de Recebimento de Etanol Através da Metodologia Seis Sigma.** 94 f. 2021. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara, Araraquara-SP.

ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

Cleber Miguel da Silva

Proposta de uma solução para a variabilidade da medição volumétrica em um processo de recebimento de etanol através da metodologia Seis Sigma

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2021

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede a Universidade de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.



Cleber Miguel da Silva

Universidade de Araraquara – UNIARA

Rua Carlos Gomes, 1217, Centro. CEP: 14801–340, Araraquara-SP

E-mail (do autor): cleber_miguel_silva@yahoo.com.br



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

NOME DO AUTOR: CLEBER MIGUEL DA SILVA

TÍTULO DO TRABALHO:

"PROPOSTA DE UMA SOLUÇÃO PARA A VARIABILIDADE DA MEDIÇÃO VOLUMÉTRICA EM UM PROCESSO DE RECEBIMENTO DE ETANOL ATRAVÉS DA METODOLOGIA SEIS SIGMA."

Assinatura do(a) Examinador(a)

Conceito



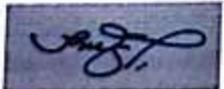
Prof(a). Dr(a). Carlos Magno de O. Valente (orientador(a))
Universidade de Araraquara - UNIARA

(X) Aprovado () Reprovado



Prof(a). Dr(a). Jorge Alberto Achcar
Universidade de Araraquara - UNIARA

(X) Aprovado () Reprovado

Prof(a). Dr(a). Iris Bento da Silva
Universidade de São Paulo - USP

(X) Aprovado () Reprovado

Versão definitiva revisada pelo(a) orientador(a) em: 04/12/21



Prof(a). Dr(a). Carlos Magno de O. Valente (orientador(a))

Dedico este trabalho a Deus pela oportunidade em
buscar conhecimento e a minha família pelo
apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as conquistas realizadas até aqui e pela oportunidade de mais esta realização.

A minha mãe Edna Firmino da Silva que mesmo sem ter uma formação, sempre foi guerreira e me incentivou a estudar e vencer.

A minha esposa Simone Ribeiro Silva e meus filhos Pedro Henrique Ribeiro Silva e Ana Luisa Ribeiro Silva, pela compreensão durante as horas que não fui presente para me dedicar aos estudos.

Ao Prof. Dr. Carlos Magno de Oliveira Valente e Prof. Dr. Jorge Alberto Achcar, que, com toda sabedoria, perseverança me orientaram e despertaram o desejo de buscar conhecimento e aprimorar este estudo.

Aos demais professores do mestrado que me auxiliaram e orientaram durante todo o período do mestrado me incentivando a ser cada dia melhor.

Aos meus amigos de trabalho que me apoiaram e auxiliaram durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas de classe de mestrado Daniel, William, Danilo, Emerson, Matheus, Leonardo pela amizade e pelos momentos de descontração após as aulas de sexta feira no “Quelo Flango”.

Agradeço também aos pesquisadores, autores e professores que através de suas obras compartilharam seus conhecimentos em obras e artigos para o campo científico.

RESUMO

As perdas nos processos industriais acarretam queda no nível de eficiência, comprometendo o desempenho financeiro e os resultados da organização, de uma maneira geral. Na maioria dos casos as falhas operacionais ocorrem por vários fatores, sendo os principais tempo e material, que serão esclarecidos neste estudo. Em um processo de recebimento de etanol em um terminal logístico multimodal, a perda material pode ocorrer não somente devido ao transporte que é realizado por meio do modal rodoviário, mas também pela falha no processo de medição no terminal, o que pode representar maior ou menor volume recebido tanto para “benefício” do cliente, quanto para “benefício” do transportador, fato este que não condiz com os princípios das boas práticas operacionais. A presente dissertação, numa análise exploratória do estudo realizado, está relacionada ao controle da variabilidade (desvios %) e tempos de descarregamento de etanol em caminhões tanque em um terminal de combustíveis através da aplicação das etapas do DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) do programa de melhoria contínua Seis Sigma. Com a aplicação desta metodologia a empresa conseguiu reduzir a variabilidade do seu processo de descarregamento e obteve uma redução de 60% dos desvios volumétricos apurados.

Palavras-chave: Seis Sigma. DMAIC. Descarga de Etanol. Métodos Estatísticos

ABSTRACT

Losses in industrial processes lead to a drop in the level of efficiency, compromising the organization's financial performance and results, in general. In most cases, operational failures occur due to several factors, the main ones being time and material, which will be clarified in this study. In a process of receiving ethanol in a multimodal logistics terminal, material loss can occur not only due to the transport that is carried out by road, but also due to the failure in the measurement process at the terminal, which can represent greater or lesser volume received both for the “benefit” of the customer and for the “benefit” of the carrier, a fact that is not in line with the principles of good operational practices. The present dissertation, in an exploratory analysis of the study carried out, is related to the control of variability (deviation %) and unloading times of ethanol in tank trucks at a fuel terminal through the application of DMAIC steps (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) of the Six Sigma continuous improvement program. With the application of this methodology, the company managed to reduce the variability of its unloading process and obtained a 60% reduction in the volumetric deviations calculated.

Keywords: *Six Sigma. DMAIC. Discharge of Ethanol. Statistical Methods.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produção, abastecimento e distribuição do etanol.....	15
Figura 2 – Estrutura da dissertação.....	20
Figura 3 - Sequência das etapas do DMAIC.....	26
Figura 4 – Definições de cada etapa do DMAIC.....	27
Figura 5 – Exemplo do Diagrama de Pareto.....	30
Figura 6 - Exemplo Gráfico XBarra.....	32
Figura 7 – Exemplo Gráfico de Amplitude.....	33
Figura 8 - Simbologia utilizada na elaboração do fluxograma.....	34
Figura 10 – Classificação dos procedimentos metodológicos.....	36
Figura 11 – Estrutura do projeto.....	39
Figura 12 – Fluxograma simplificado do processo de recebimento de etanol.....	41
Figura 13 – Fornecedores / transportadores.....	46
Figura 14 – Fornecedores / transportadores.....	46
Figura 15 – Vista escotilha superior e altura de referência “seta”	49
Figura 16 - Diagrama de causa e efeito.....	50
Figura 17 – Lista detalhada dos carregamentos.....	52
Figura 18 – Box-plots dos desvios (m^3) (Antes).....	56
Figura 19 – Intervalos de confiança 95% para as medias dos desvios (m^3) (Antes).....	58
Figura 20 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para o produto EAC (Antes).....	58
Figura 21 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para o produto EHC (Antes).....	59
Figura 22 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para a Baia 1 (Antes).....	60
Figura 23 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para a Baia 2 (Antes).....	60
Figura 24 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para a Baia 3 (Antes).....	61
Figura 25 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para a Baia 4 (Antes).....	61
Figura 26 – Box-plots para os desvios (m^3) para as usinas (Antes).....	62
Figura 27 – Gráficos para os intervalos de confiança para as medias dos desvios (m^3) para as usinas (Antes).....	63
Figura 28 – Gráficos dos intervalos de confiança 95% para os desvios (m^3) para as transportadoras (Antes).....	63
Figura 29 – Verificação de não conformidade.....	65
Figura 30 – Limites de controle a 0,5 %.....	67
Figura 31 – Limites de controle a 0,2 %.....	67

Figura 32 – Box-plots dos desvios (m ³)	69
Figura 33 – Gráficos de controle para os desvios (m ³) para o produto EAC.....	70
Figura 34 – Gráficos de controle para os desvios (m ³) para o produto EHC.....	70
Figura 35 – Gráficos de controle para os desvios (m ³) para a Baia 1 (Depois).....	71
Figura 36 – Gráficos de controle para os desvios (m ³) para a Baia 2 (Depois).....	71
Figura 37 – Gráficos de controle para os desvios (m ³) para a Baia 3 (Depois).....	72
Figura 38 – Gráficos de controle para os desvios (m ³) para a Baia 4 (Depois).....	72
Figura 39 – Box-plots para os desvios (m ³) para as usinas (Depois).....	73
Figura 40 – Gráficos para os intervalos de confiança para as medias dos desvios (m ³) para as usinas.....	73
Figura 41 – Gráficos dos intervalos de confiança 95% para os desvios (m ³) para as transportadoras.....	74
Figura 42 – Exemplo de filtro da Segmentação de Dados.....	75
Figura 43 – Exemplo de carta de controle Skids.....	76
Figura 44 – Exemplo de carta de controle desempenho motoristas.....	77
Figura 45 – Usina com processo fora de Controle.....	80
Figura 46 – Usina com processo sob Controle.....	80
Figura 47 – Usina com processo sob Controle.....	81
Figura 48 –Transportador com processo fora de controle.....	82
Figura 49 –Transportador com processo sob controle.....	83
Figura 50 –Transportador com processo sob controle.....	84
Figura 51 – Carregadores com processo sob controle.....	85
Figura 52 – Carregadores com processo fora controle.....	85
Figura 53 – Motorista que descarregou 4 vezes e apresentou 4 desvios.....	86
Figura 54 – Conjunto de Trabsportadoras que apresentaram bom desempenho.....	87
Figura 55 – Gráfico com os limites de controle dos SKIDS.....	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Mapeamento de verificação dos processos.....	48
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Desvios diários e mensais por terminal.....	55
Tabela 2 – Estatísticas descritivas dos desvios (m ³)	56
Tabela 3 – Resultados da ANOVA (desvios, m ³)	57
Tabela 4 – Estatísticas descritivas dos desvios (m ³)	68
Tabela 5 – Resultados da ANOVA (desvios, m ³)	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP - Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

DMAIC - *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyze* (Analisar), *Improve* (Melhorar) e *Control* (Controlar)

EAC – Etanol Anidro Combustível

EHC – Etanol Hidratado Combustível

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

MAIC - Medir, Analisar, Aprimorar e Controlar

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

PDCA - Planejar, Fazer, Verificar e Agir

SKID – Equipamento localizado nas baias de descarregamento responsável pela medição e descarga do etanol

TQM - Gestão da Qualidade Total

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Contextualização do estudo	13
1.2 Problema da pesquisa	17
1.3 Objetivo geral	17
1.4 Objetivos específicos	17
1.5 Justificativa.....	18
1.6 Delimitações do estudo.....	19
1.7 Estrutura da dissertação	19
2 CONCEITO SEIS SIGMA	21
2.1 A origem do Seis Sigma	21
2.2 Etapas do DMAIC	24
2.3 Ferramentas mais utilizadas nas etapas do DMAIC.....	26
2.3 Técnicas de Coleta de dados.....	27
2.4 Histograma.....	28
2.6 Diagrama de Pareto	28
2.7 Brainstorming	29
2.8 Cartas de Controle	31
2.9 Fluxograma.....	32
3 METODOLOGIA	35
3.1 Procedimentos metodológicos.....	35
3.2 Procedimentos operacionais	37
4 IMPLEMENTAÇÃO	40
4.1 Descrição da operação do processo de recebimento de etanol	40
4.2 Desenvolvimento da pesquisa.....	42
4.3 Etapa definir.....	43
4.4 Etapa medir.....	51
4.5 Etapa analisar.....	54
4.6 Etapa melhorar.....	63
4.7 Etapa controlar.....	75
4.8 Descrever e avaliar os resultados da melhoria.....	79
4.9 Etapas do processo de apuração	80
4.10 Etapas do processo de apuração	80
5 CONCLUSÃO	90

6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	91
Referências	92

1 INTRODUÇÃO

A seção 1 aborda a contextualização do estudo para a aplicação do programa Seis Sigma e a apresentação do objetivo do trabalho, justificativa e estrutura do trabalho.

1.1 Contextualização do estudo

O uso de biocombustíveis tem sido uma alternativa crescente em vários países do mundo e especialmente no Brasil, onde as características do clima e o tipo de solo propiciam condições para a produção agrícola e industrial do etanol de cana-de-açúcar.

Frente a este fato, o etanol possui um destaque ambiental bem relevante, pois além de ser produzido a partir de uma matéria-prima renovável, consegue gerar empregos em toda a cadeia sucroalcooleira, gerando novas oportunidades de negócios. Esse biocombustível também reduz consideravelmente a emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera, o que atualmente é uma preocupação mundial (SEBRAE,2016).

A estimativa mundial é que em meados desse século estarão extintas todas as fontes de petróleo já descobertas. E mesmo que surjam novas fontes, é fato que um dia o petróleo acabará, e conseqüentemente não mais existirão combustíveis como gasolina e diesel, o que não ocorre no caso dos biocombustíveis. (NOVACANA, 2020).

Neste sentido, vale ressaltar que como o etanol não se trata de um combustível fóssil, como os outros obtidos a partir do petróleo ele passa a ser uma fonte de energia mais limpa. Logo, sua emissão de gases na atmosfera é menor, tanto em sua produção, quanto durante seu uso.

Almeida et al. (2017), menciona que boa parte da frota nacional de veículos que utilizam motores de combustão interna possuem a tecnologia *flexfuel*, o que possibilita a utilização de etanol ou gasolina, ou a mistura dos dois combustíveis em qualquer proporção. Outro fator relevante a que a legislação brasileira obrigada a adição de etanol anidro a toda a gasolina comercializada no país.

Outro ponto que merece destaque do ponto de vista ambiental é que plantação da matéria-prima utilizada para a produção do etanol, como por exemplo a cana-de-açúcar, também ajuda nessa preservação da atmosfera, graças à fotossíntese. Uma vez que o processo absorve parte do CO₂ do ar e libera oxigênio. De acordo com a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA, 2019), desde a chegada da tecnologia dos carros flex em 2003, cerca de 533 milhões de toneladas de CO₂ deixaram de ser lançadas na atmosfera.

Neste contexto outro dado relevante é que segundo dados IEA (Agência Internacional de Energia), a utilização de etanol produzido através da cana-de-açúcar reduz em média 89% a emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa – como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (NO₂) – se comparado com a gasolina. Sendo que o etanol de outras fontes também contribui à diminuição do problema, porém em menor escala, sendo 46% a redução do etanol produzido por beterraba e 31% no etanol de grãos (NOVACANA, 2020).

Sendo assim em todo o ciclo do combustível o etanol lança menos CO₂ à atmosfera pelo fato dele ser extraído da cana-de-açúcar. Durante a fotossíntese, as plantas absorvem o gás carbônico da atmosfera, acarretando que quase todo o gás seja absorvido pela própria cana. No caso dos combustíveis fósseis, é lançado o CO₂ extraído da terra (petróleo), ocasionando um aumento do teor desse gás presente na atmosfera.

Um outro grande benefício do etanol é que sua produção também gera outras fontes de energia. O bagaço e a palha, substratos da cana-de-açúcar com enorme poder de calorífico, produzem vapor que é transformado em energia térmica, mecânica e elétrica, chamada de bioeletricidade devido a sua matéria prima ser produtos orgânicos. A eletricidade é utilizada para abastecer a própria usina (que chegam a quase 100% de auto sustentabilidade) e seu excedente pode ser vendido ao sistema elétrico brasileiro.

Diante deste cenário, o Brasil alcançou a sua maior produção de etanol da história na safra 2019/2020. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a produção brasileira do biocombustível a partir de cana-de-açúcar e do milho chegou a 35,6 bilhões de litros, aumento de 7,5% sobre a safra 2018/2019.

Com isso, a distribuição passa a ser parte importante da cadeia logística do biocombustível em especial do etanol produzido no país a partir da cana de açúcar.

Essa logística se inicia com a produção do etanol nas usinas produtoras, que na sequência é transportado para os centros coletores e distribuidoras, e por fim, transferido aos postos de combustível, portos de exportação ou ao revendedor retalhista (MORETTI, 2015).

Vale ressaltar que, para que as empresas possam realizar a movimentação adequada e precisa desta produção entre as usinas, bases das distribuidoras e o cliente final, estas devem seguir as normas da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), que estabelece que a comercialização de biocombustíveis deve ser realizada, em geral, com base na medição, totalização e faturamento de volumes movimentados entre as empresas da cadeia.

Deste modo, para transportar toda essa produção, usinas especializadas na produção de etanol estão conectadas a uma rede de distribuição, como o exemplo da empresa foco do estudo apresentado na figura 1, a partir da qual o combustível é transportado das usinas utilizando-se da

logística primária, que é o transporte realizado por meio de, trens, caminhões-tanque ou por dutos menores para a base da distribuidora, localizada em geral mais longe dos centros de produção. Com isso capilaridade do mercado de etanol e a segurança de suprimento fica assim assegurada pois o etanol é levado por meio de tanqueiros até os postos de abastecimento para o consumidor final.

Figura 1 – Produção, abastecimento e distribuição do etanol.



Fonte: Adaptado site das distribuidoras, ANP e ÚNICA.

Visando evitar ou minimizar essas divergências entre as etapas da cadeia, devido as condições de qualidade de medição, é necessário o estabelecimento de uma condição padrão para o processo de medição volumétrica que é realizada em todas as etapas conforme abaixo.

Para a realização da apuração volumétrica, a grande maioria das empresas utilizam a medição em linha, que consiste em inferir a quantidade de produto movimentado por meio das vazões medidas ao longo de certo intervalo de tempo. No caso de derivados líquidos, usualmente, essa medição de vazão é realizada com medidores dos tipos turbina, ultrassônico e os que se baseiam no efeito *Coriolis*, devido a requisitos de exatidão (DELMÉE, 2003).

A ANP determina, em sua Resolução nº 19/2015, quais são as especificações do Etanol Anidro Combustível e do Etanol Hidratado Combustível, e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional.

Complementando esta resolução e visando uma maior exatidão nas medições volumétricas, a portaria 64 do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) estabelece as exigências metrológicas e técnicas aplicáveis aos sistemas de medição dinâmica de quantidades de líquidos utilizados em medição fiscal em transferência de custódia de petróleo, seus derivados líquidos, álcool anidro e álcool hidratado carburante, sujeitos ao controle metrológico e fixa os requisitos para aprovação de modelo de partes desses sistemas de medição.

Sendo assim, no intuito de atender a definição normativa e principalmente visando reduzir perdas no transporte e prejuízos financeiros, há grande interesse por parte das empresas transportadoras em controlar essas variações volumétricas, o que torna possível verificar a extrema necessidade da adoção de uma metodologia que seja capaz de identificar essa variabilidade no processo.

Entretanto, Werkema (2006) é assertiva ao dizer que todos os processos apresentam variabilidade. Na fabricação de um produto (bens ou serviço), as características relacionadas a ele sofrem variações inevitáveis pelos fatores que compõem seu processo produtivo. Sendo assim, é importante que essa variabilidade seja controlada, para que produtos e serviços possam ser de boa qualidade.

A literatura cita alguns métodos de controle da variabilidade dos processos produtivos. Dentre os mais citados estão o DMAIC e o programa Seis Sigma. Para Schroeder et al. (2007), o Seis Sigma é “uma meso-estrutura paralela, organizada para reduzir a variação de processos utilizando-se de especialistas em melhoria, um método estruturado e métricas de desempenho com a meta de atingir objetivos estratégicos”.

Segundo Mergulhão (2003), o método DMAIC é o mais utilizado no desenvolvimento do programa Seis Sigma. A sigla DMAIC significa: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyze* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar).

Black e Revere (2006) apoiam esse entendimento ao afirmarem que o Seis Sigma é uma metodologia de melhoria de qualidade popular e amplamente utilizada.

Ainda nesse sentido, cumpre acrescentar o entendimento de Kumar et al. (2007), onde é argumentada a ideia de que o Seis Sigma é ainda uma extensão para a melhoria da qualidade como a Gestão da Qualidade Total (TQM) devido às semelhanças entre ambos os métodos Six Sigma de definir, medir, analisar, melhorar, controlar (DMAIC) e o PDCA de Deming que propõe planejar, fazer, verificar e agir.

Sendo assim, utilizando o DMAIC como um método lógico de sequenciamento das atividades de um processo, nota-se a possibilidade de ajudar na integração dos aspectos humanos

(mudança de cultura, treinamento, foco no cliente) e aspectos do processo (estabilidade e capacidade do processo, variação redução) dentro da implementação Seis Sigma (ANTONY, 2007).

1.2 Problema da pesquisa

A definição do problema a ser abordado nessa pesquisa se deu após uma análise preliminar dos dados de processo de um terminal logístico de recebimento de etanol. Esta análise inicial foi realizada no segundo semestre do ano de 2018 onde se identificou que transportadores distintos, apesar de realizarem o carregamento de etanol combustível na mesma usina fornecedora, com os mesmos procedimentos operacionais, apresentavam resultados das apurações volumétricas bem diferentes entre si.

Estas variações volumétricas observadas durante a atividade de recebimento de etanol acarretavam perdas ou sobras elevadas durante o processo de apuração, ressaltando a necessidade de reduzir e controlar esta variabilidade. Sendo assim, a fim de estudar os efeitos da análise da variabilidade do processo de recebimento de etanol, a pesquisa tem como questões:

- Quais as características desta variação?
- Quais motivos para a ocorrência destas variações?
- Como ela varia de transportador para transportador?

1.3 Objetivo geral

A presente pesquisa pretende como objetivo geral propor melhorias no processo de recebimento de etanol a partir na redução da variabilidade da medição volumétrica.

1.4 Objetivos específicos

- Apresentar resultados obtidos por meio de análises estatísticas dos dados de um processo de recebimento de etanol em um terminal logístico promovendo através desta análise a detecção e prevenção de desperdícios.
- Identificar e entender as possíveis causas raízes para ocorrência destas variações volumétricas e conseqüentemente propor soluções para a resolução delas, identificando possíveis oportunidades de melhoria, para que ocorra uma padronização do processo estudado.

1.5. Justificativa

A metodologia Seis Sigma visa a otimização de processos por meio da redução de sua variabilidade e consequentemente redução de desperdícios. Com um mercado consumidor cada vez mais voltado para a necessidade de produtos de boa qualidade aliados a baixo custo, um número cada vez maior de empresas tem optado por utilizar a metodologia Seis Sigma com a finalidade de melhorar o desempenho do negócio.

Para Eckes (2001), o Seis Sigma tem sido usado como metodologia na melhoria do desempenho dos processos essenciais ao negócio. O foco da metodologia do Seis Sigma está, principalmente, na redução da variabilidade associada aos processos.

De acordo com Montgomery (2004), a qualidade é inversamente proporcional à variabilidade. A melhoria da qualidade está relacionada com a redução de variabilidade, onde produtos e serviços podem ser produzidos num processo estável de modo que a variabilidade seja pequena em torno de um valor desejado.

Como se observa na literatura, há algumas estratégias para se alcançar uma produção com “zero erro”. Para Markarian (2001), a metodologia Seis Sigma é uma ferramenta utilizada por corporações que precisam mudar suas operações e seus processos de desenvolvimento de produtos e serviços.

Diante disso, Snee (2010), afirma que tanto as indústrias de manufatura e transformação, bem como as empresas de prestação de serviços, têm buscado se aprimorar continuamente a maneira a aumentar sua competitividade no mercado, através de programas de transformação ou melhoria contínua, embasados na metodologia Seis Sigma.

Para Pepper e Spedding (2010) a utilização do Lean Seis Sigma é ideal pois trata de uma metodologia abrangente, incorporando elementos-chave tanto do Lean como do Seis Sigma, pois cada uma das abordagens pode ganhar com as ferramentas e técnicas de cada uma das metodologias.

Nesse contexto, o presente estudo se justifica pela possibilidade de o pesquisador analisar o processo de recebimento de etanol através da metodologia Seis Sigma apoiada pelas ferramentas do DMAIC.

Nessa direção, o principal desafio é entender as variações volumétricas associados a perda de combustível nas operações de transporte, através do levantamento dos dados existentes no processo de descarregamento de etanol, podendo assim identificar oportunidades de melhoria para padronização deste processo.

Do ponto de vista acadêmico, durante as pesquisas realizadas nas publicações recentes, não foram encontrados artigos científicos que fazem referência às variações volumétricas em um

processo de recebimento de etanol. Desta forma, entende-se que este trabalho poderá contribuir para a literatura.

Por fim, para as empresas do setor, é importante entender e solucionar estas variações pois elas acarretam impactos financeiros. Desta forma, o presente estudo poderá ajudar estas empresas a minimizar esta variabilidade com a padronização de seus processos e reduzir os seus custos operacionais.

1.6 Delimitações do estudo

Como a empresa foco do estudo recebe caminhões tanque dos mais diversos fornecedores, onde não é possível realizar a interferência no processo de carregamento dos caminhões, a limitação da pesquisa se restringiu em analisar o processo de recebimento de etanol nas baias de descarregamento da empresa.

1.7 Estrutura da dissertação

O presente trabalho está estruturado em 07 seções que são compostas pelos seguintes assuntos:

Seção 1 – Introdução. São descritos a contextualização do estudo, problema da pesquisa, justificativa, objetivos, delimitações do estudo e estrutura da dissertação.

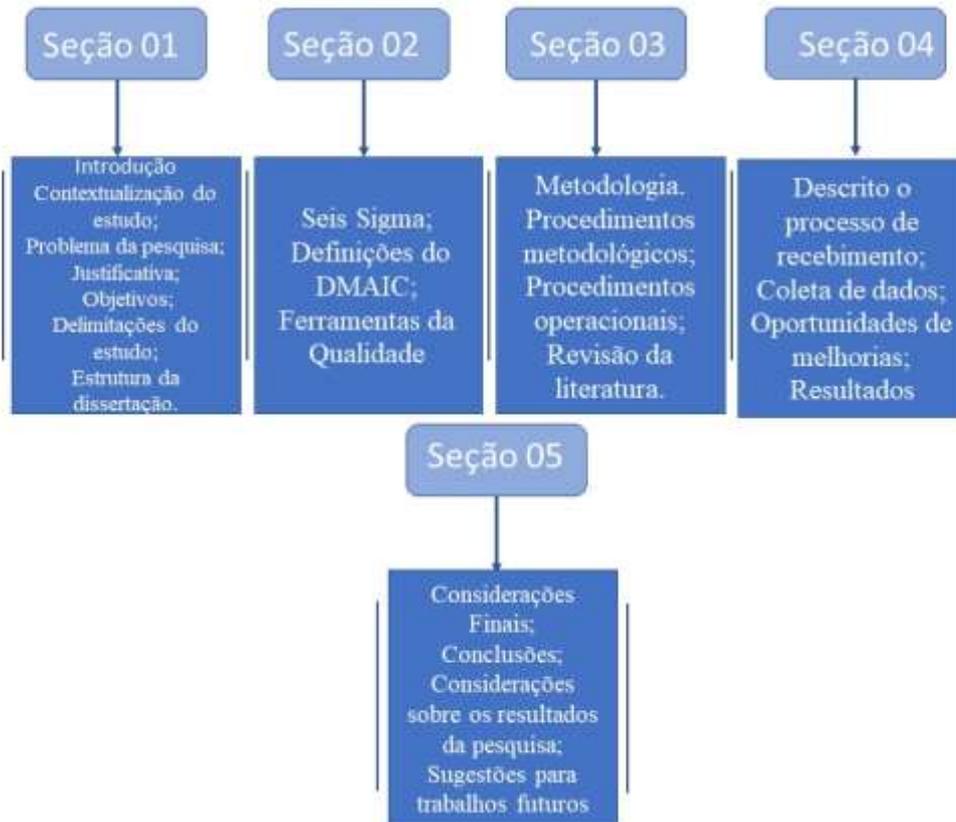
Seção 2 – Seis Sigma, definições do DMAIC e ferramentas da qualidade. Nesta seção serão tratados os conceitos e fatores de sucesso do Programa Seis Sigma, as etapas do DMAIC e por fim, as ferramentas da qualidade mais utilizadas.

Seção 3 - Metodologia. São abordados os procedimentos metodológicos, procedimentos operacionais e revisão da literatura.

Seção 4 – Implementação. Nesta seção será descrito o processo de recebimento, coleta de dados e as oportunidades de melhorias e resultados.

Seção 5 – Considerações Finais. São apresentadas conclusões e considerações sobre os resultados da pesquisa, bem como também as limitações e sugestões para trabalhos futuros

Figura 2 – Estrutura da dissertação.



Fonte: Autor (2020).

2 CONCEITO SEIS SIGMA

Esta seção irá abordar o contexto histórico e as definições do programa Seis Sigma, apresentando também os fatores críticos para o sucesso deste programa.

Para complemento do assunto, será feita a apresentação dos passos do DMAIC e serão exemplificadas as aplicações do Seis Sigma / DMAIC levantados a partir da revisão bibliográfica.

2.1 A origem do Seis Sigma

Em meados dos anos 80, sob o comando de Bob Galvin, os Engenheiros da Motorola decidiram que não era suficiente medir os defeitos por milhares de oportunidades. Ao invés, disso passaram a medir os defeitos do processo por milhão de oportunidade. No entanto, neste período a Motorola ainda carecia de uma métrica comum para compartilhar e comparar as iniciativas de melhoria sendo assim Smith foi o responsável por apresentar o cálculo e a ideia do Seis Sigma a Bob Galvin em 1985. (PANDE, 2001).

De acordo com Chiavenato (2003), este método foi fundamentado a partir dos conceitos da Teoria da Administração Científica de Taylor de 1903 e da Teoria Clássica da Administração de Fayol de 1916. A principal diferença entre estes fundamentos é que Taylor enfatizava as tarefas de produção das empresas e Fayol privilegiava a estrutura da organização.

Neste contexto Fayol foi o primeiro a criar e definir as funções básicas do administrador, em sua teoria a elas foi dado o nome de POCCC (POC3) onde:

- Planejar – visualizar o futuro e traçar o programa de ação;
- Organizar – constituir o duplo organismo material e social da empresa;
- Comandar – dirigir e orientar a organização;
- Coordenar – unir e harmonizar os atos e esforços coletivos;
- Controlar – verificar se as normas e regras estabelecidas estão sendo seguidas.

Segundo Fayol, coordenar tinha o sentido de harmonia, o que para a Abordagem Neoclássica era similar ao ato de comandar, que tinha o mesmo sentido, ou seja, “direção” (liderança).

Assim como o mundo, a administração também sofreu mudanças, sendo assim com o passar do tempo e dos avanços sociais, tecnológicos que transformaram a forma como enxergamos e fazemos negócios dentro das organizações, a teoria de Fayol foi atualizada a lógica neoclássica. Dessa maneira, ocorreu uma pequena alteração nas cinco funções básicas da administração, que passaram a ser quatro. Os autores do movimento neoclássico entendiam que

as funções de comandar e coordenar tinham o mesmo sentido singular de “direção”. Assim, o já consagrado POC3 transformou-se no PODC (planejar, organizar, dirigir e controlar), respectivamente.

O ponto comum entre estas teorias são que ambas convergem para o mesmo objetivo, ou seja, obtenção de uma maior produtividade e a busca da eficiência nas organizações. No entanto para se obter sucesso durante sua implementação é de suma importância que ela ocorra de maneira sequencial e estruturada, tornando o processo mensurável e repetitivo conforme os conceitos preconizados por Juran e Deming.

Segundo Taylor (1995), as novas responsabilidades atribuídas a administração podem ser definidas por meio de quatro princípios sendo eles: Princípio de Planejamento (substituir a improvisação pela ciência, por meio do planejamento do método); Princípio de Preparo (preparo da mão-de-obra e máquinas/equipamentos de produção); Princípio do Controle (controlar o trabalho para se certificar de que está sendo executado de acordo com as normas estabelecidas e segundo o plano previsto); e Princípio da Execução (distribuir distintamente as atribuições e as responsabilidades, para que a execução do trabalho seja bem mais disciplinada).

Para Fayol (1981), administrar consiste em prever, organizar, coordenar e controlar. Onde prever é analisar o futuro e traçar o programa de ação. Organizar e garantir a sinergia entre o material e social, da organização. Comandar é conduzir as pessoas. Coordenar é conciliar todos os atos e todos os reforços e controlar cuidar para que tudo ocorra de acordo com as regras estabelecidas e as ordens dadas.

Administrar pode ser definido segundo Chiavenato (1998) como o processo de planejar, organizar dirigir e controlar os recursos com o intuito de alcançar objetivos.

Fica claro que o ponto comum para todas as definições apresentadas, é que para que uma empresa possa atingir seus objetivos ela deve “administrar” suas atividades seguindo uma sequência lógica e está ideia de sequenciamento lógico das atividades está contida na estrutura do método de melhorias PDCA.

A metodologia Seis Sigma tornou-se de fato conhecida a partir do ano de 1999 quando a empresa General Electric obteve grandes lucros após 5 anos de sua implantação. Esta metodologia tem como propósito reduzir ao máximo a variabilidade de processos críticos organizacionais, de modo que seu desempenho atinja a estimativa de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades.

Sendo assim podemos definir que o pilar fundamental do programa Seis Sigma é reduzir continuamente a variação nos processos, e desta maneira eliminar os defeitos ou falhas nos produtos e serviços (LINDERMAN et al., 2003).

Desde então o Seis Sigma é compreendido como uma prática de gestão, que busca melhorar a lucratividade de empresas de qualquer setor de atividade, sejam produtos ou serviços (HAHN et al., 2000) ou de qualquer porte - pequena, média ou grande empresa (WESSEL; BURCHER, 2004), com a finalidade de aumentar a participação de mercado, reduzir custos e otimizar as operações (BREYFOGLE III., 2001).

Mathew et al. (2010) afirmou que realizar as coisas de maneira correta e mantê-las consistentes são as ideias por trás do Seis Sigma, onde objetivo fundamental se verifica sendo o de alcançar a satisfação do cliente com a melhoria contínua dos processos.

Neste contexto um processo só é estável e reproduzível quando consegue produzir produtos ou prestar serviços capazes de atender ou exceder as expectativas dos clientes. Mais precisamente, o processo deve ser capaz de operar com pouca variabilidade em torno da meta estabelecida ou das dimensões nominais de características de qualidade de um determinado produto.

Coronado e Antony (2002), enfatizam que as metodologias Seis Sigma ganharam ampla popularidade porque elas provaram ter sucesso não apenas na melhoria da qualidade, mas também na produção de grandes economias de custo. Pois o Seis Sigma se concentra na melhoria da qualidade com foco na redução de desperdícios, ajudando uma organização a produzir produtos e serviços melhores, mais rápidos e acima de tudo com o custo reduzido.

Portanto, o Seis Sigma se mostra ainda como um método de grande avanço estatístico que proporciona a melhora do desempenho existente na estratégia e no controle dos negócios.

Com o auxílio de ferramentas estatísticas é possível realizar uma abordagem direta dos problemas onde estatisticamente é possível identificar o que não agrega valor orientando os gestores para uma melhor tomada de decisão.

Segundo Harry e Schoroeder (2000), o programa Seis Sigma se tornou mundialmente conhecido por ser um método utilizado para descrever o nível esperado de qualidade de um produto ou serviço, para tanto Smith e Harry juntos para chegar a uma abordagem de resolução de problemas em quatro estágios: medir, analisar, melhorar, controlar (MAIC), que se tornou a pedra angular do processo Seis Sigma, mais tarde denominado DMAIC.

O DMAIC (*Define* – definir), (*Measure* – medir), (*Analyze* – analisar), (*Improve* – melhorar), (*Control* – controlar) é uma metodologia de solução de problemas que objetiva realizar melhorias em produtos, serviços e processos para projetá-los e/ou reprojetá-los. Ela foi desenvolvida com base no PDCA (*Plan* – planejar), (*Do* – executar), (*Check* – verificar), (*Action* – Agir), utilizado para manutenção, melhoria e inovação de produtos, serviços e processos,

ambos são métodos mundialmente conhecidos e utilizados pela maioria das companhias americanas que fazem uso do Programa Seis Sigma (AGUIAR, 2012).

O DMAIC é uma metodologia que integra o conjunto de aplicação do Seis Sigma e tem como objetivo a melhoria de processos já existentes. Sua proposta é eficaz no aumento da produtividade, redução de custos, melhoria em processos industriais, administrativos e outros (ROTONDARO, 2002).

2.2 Etapas do DMAIC

Uma das definições mais usadas na literatura para definir o Seis Sigma é que se trata de uma metodologia de análise que utiliza os métodos científicos para alcançar um objetivo. Neste contexto, Markarian (2001) classifica o Seis Sigma como uma metodologia rigorosa que exige uma análise detalhada, onde as decisões são baseadas em fatos com um plano de controle capaz de garantir o controle de qualidade contínuo de um processo.

A fim de garantir esta qualidade tão desejada nos processos, Banuelas e Antony (2002) e Thawani (2004) consideram o Seis Sigma como uma metodologia de melhoria contínua bem estruturada para reduzir a variabilidade do processo e remover desperdícios nos processos de negócios.

Sendo assim, para um gerenciamento lógico e eficaz dos projetos, o seis sigma utiliza uma série de ferramentas estatísticas organizadas em um método de solução de problemas denominado DMAIC.

Segundo Frater (2002), o método utilizado no programa seis sigma possui duas vertentes, sendo elas o MAIC e o DMAIC. O modelo MAIC (Medir, Analisar, Aprimorar e Controlar) foi desenvolvido na Motorola como uma evolução do ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir).

Posteriormente, este método foi aprimorado pela GE, que incorporou a fase D (Definir) e criou o nome método DMAIC. A partir de então, o método passou a ser a base operacional da ruptura Seis Sigma para essas empresas, sendo fundamental para o sucesso alcançado por elas.

De acordo com PANDE (2001), o DMAIC é uma ferramenta que tem por finalidade identificar, quantificar e minimizar as fontes de variação de um processo, bem como sustentar e melhorar o desempenho deste processo após seu aperfeiçoamento.

Esta metodologia está dividida em cinco etapas básicas: definição, medição, análise, melhoria e controle. Cada uma destas tem uma função bem específica, conforme apresentado a seguir Figura 3.

Para tanto de acordo com Harry e Schroeder (2000), a aplicação da metodologia Seis Sigma é estruturada em cinco fases (D-M-A-I-C), descritas da seguinte forma:

- i. Definir: Busca identificar as necessidades e requisitos junto aos clientes, associando-os aos objetivos estratégicos da empresa, para então se definir processos críticos que deverão se tornar projetos realizados como oportunidade de melhoria ou economia, que possa beneficiar a empresa.
- ii. Medir: Aplicação de ferramentas estatísticas para traçar o estado atual dos processos a serem trabalhados, estabelecendo-se metas de aprimoramento e resultados.
- iii. Analisar: A partir do uso de ferramentas para identificação da causa raiz do problema definido, evitando identificar consequências no lugar de causas.
- iv. Melhorar: Utilizar ferramentas estatísticas e operacionais para melhoria dos processos, ações e alterações para correção do problema alvo.
- v. Controlar: Aplicação de ferramentas com o intuito de manter as melhorias alcançadas e torná-las resolutivas de forma padrão. A sequência das etapas do DMAIC;

Figura 3– Sequência das etapas do DMAIC.

	Melhoria de Processo	Projeto/Reprojeto de Processo
Definição	Identifique o problema Defina requisitos Estabeleça meta	Identifique problemas Defina objetivo/mude a visão Esclareça escopo e exigências do cliente
Medição	Valide problema/processo Redefina problema/objetivo Meça passos-chave/entradas	Meça desempenho segundo exigências Colete dados da eficiência do processo
Análise	Desenvolva hipóteses Identifique causas-raiz Valide hipóteses	Identifique melhores práticas Avalie projeto do processo Redefina exigências
Melhoria	Desenvolva soluções Teste soluções Padronize e meça resultados	Projete novo processo Implemente novo processo
Controle	Estabeleça medidas-padrão Corrija quando necessário	Estabeleça medidas e revisões Corrija quando necessário

Fonte: PANDE (2001).

2.3 Ferramentas mais utilizadas nas etapas do DMAIC

Nesta seção serão discutidas as ferramentas da qualidade mais utilizadas durante o desenvolvimento das etapas do DMAIC conforme a figura 4.

Ainda nesse sentido, consoante levantamento realizado por Andrietta e Miguel (2007), as 10 (dez) ferramentas mais utilizadas pelas empresas que aplicam o método DMAIC nos projetos Seis Sigma são: técnicas de coleta de dados, histograma, diagrama de Pareto, *brainstorming*, cartas de controle, índices de capacidade, fluxograma, mapa de processo, avaliação de sistema de medição e CEP (controle estatístico de processo).

Ao equiparar um estudo semelhante realizado por Antony e Bañuelas (2002), onde também foram identificadas estas mesmas ferramentas mais utilizadas, foi possível constatar uma coincidência na utilização de quatro dessas ferramentas, quais sejam: cartas de controle, diagrama de Pareto, índices de capacidade e mapa de processo.

Vale ressaltar que a utilização destas ferramentas está concentrada na etapa “MEDIR”, uma vez que nesta são aplicadas as ferramentas que medem o desempenho dos processos (BREYFOGLE III et al., 2001; LAFFERTY, 2004).

Visando um maior entendimento sobre estas ferramentas, na seção 4 (quatro) será demonstrada de forma mais detalhada a utilização dessas técnicas nas cinco fases do DMAIC.

Nesta pesquisa na etapa MEDIR foram utilizados Coleta de dados, Histograma, Diagrama de Pareto, na etapa ANALISAR foram utilizados Brainstorming e diagrama de Causa e Efeito e na fase controlar foram utilizadas as Cartas de Controle e Reuniões a fim de garantir a padronização das operações.

Figura 4 – Definições de cada etapa do DMAIC.



Fonte: Adaptado Werkema (2004).

2.3 Técnicas de Coleta de dados

Para que seja possível viabilizar a aplicação de algumas ferramentas da qualidade, é de suma importância a utilização de métodos de coleta de dados que iniciam no processo produtivo através de verificação manual, onde os dados são relatados e organizados.

Por sua simplicidade a coleta de dados é considerada a ferramenta mais simples dentre as sete ferramentas da qualidade, podendo ser realizada em formato de quadro, tabela ou planilha, tornando a coleta dos dados mais flexível.

Nessa etapa, a folha de verificação surge como uma solução capaz de otimizar a rotina da coleta dos dados e fazer com que as informações, principalmente de erros, não passem despercebidas.

Segundo Werkema (2006), a folha de verificação consiste em um meio de facilitar, organizar e padronizar a coleta e registro de dados, para que a posterior compilação e análise dos dados sejam otimizadas.

Neste sentido a folha de verificação pode assumir diversas formas. Werkema (2006), menciona que “existem várias folhas de verificação, o seu uso depende do objetivo da análise. Pode ser para distribuição de um item de controle de um processo produtivo, para classificação, para localização de defeitos, identificação de causa de defeitos”. Assim, observa-se que a folha de verificação facilita a coleta e organização dos dados, num certo período.

2.4 Histograma

Para Braz (2002), trata-se de uma ferramenta estatística gráfica agrupada em classes de frequência que permite verificar a forma da distribuição, o valor central e a dispersão dos dados. Onde o gráfico é formado por retângulos contínuos com bases nas faixas de valores da variável em estudo e cuja altura é dada pela frequência da ocorrência dos dados no intervalo definido pela base do retângulo.

Desta forma, uma das vantagens de se utilizar o histograma para estimar a capacidade do processo é que ele dá uma impressão visual e imediata do desempenho do processo. Neste sentido, ele se torna útil pois pode mostrar imediatamente a razão do fraco desempenho do processo, por se tratar de uma ferramenta gráfica o autor ainda relata a diferença entre o Histograma e o Diagrama de Pareto, onde o Diagrama de Pareto é utilizado para variáveis discretas, classificadas e posicionadas em ordem decrescente, além de conter a curva de frequência acumulada. Já o Histograma é utilizado com variáveis contínuas, onde a posição não muda de acordo com a frequência, e sua interpretação leva em consideração a forma da distribuição e a relação entre distribuição e as especificações. Sendo assim, a análise permite inferir se o processo precisa ser melhorado, se é capaz ou não de atender as especificações, e se a natureza das não-conformidades é relativa à média ou à dispersão do processo.

Dada a versatilidade desta ferramenta o histograma também pode ser utilizado para realizar a comparação do antes e depois de uma determinada intervenção no processo conforme (ROTONDADARO, 2011).

2.6 Diagrama de Pareto

Vilfredo Pareto (1848-1923) foi um cientista político, sociólogo e economista italiano que no século XIX desenvolveu um método para descrever a distribuição desigual das riquezas em seu país.

O princípio de Pareto foi idealizado através da elaboração de um gráfico de barras feito a partir da coleta de dados onde é possível priorizar problemas ou causas relativas de um determinado tema. A conclusão de seus estudos concluiu que 20% da população detinha 80% das riquezas produzidas, daí a relação de 80/20.

Mais tarde, com a contribuição de Joseph Juran, o Princípio de Pareto se transformou em uma das 7 Ferramentas da Qualidade, utilizando-se da relação 80/20 para analisar os problemas de Qualidade encontrados no SGQ.

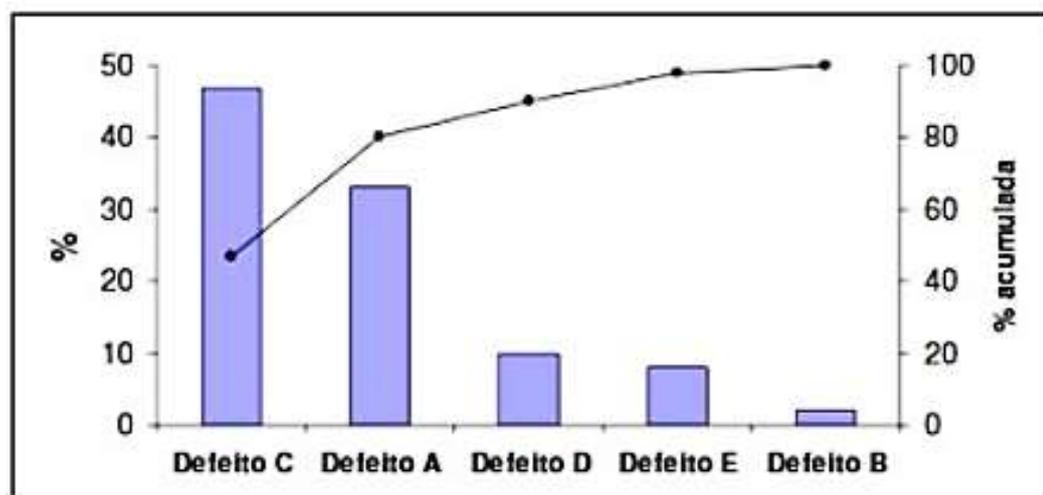
Miguel (2006) menciona que o gráfico de Pareto consiste em arranjar os dados por ordem de importância, de maneira a determinar prioridades para resolução de problemas. Isso o torna

um gráfico bem utilizado na classificação de causas por ordem de frequência, podendo ser defeitos, não conformidades etc.

Sendo assim, ao se realizar a análise da curva acumulada da porcentagem, é possível definir quantos tipos de defeitos devem ser atacados, para que assim possa se atingir um resultado (ROTONDARO, 2002)

Werkema (2006) afirma que o princípio para o Diagrama de Pareto estabelece que os problemas relacionados à qualidade (número de reclamações de clientes, falhas de máquinas, perdas de produção, gasto com reparo dentro do prazo de garantia e atraso na entrega), os quais se traduzem sob forma de perdas, podem ser classificados em duas categorias: os problemas mais importantes, os quais representam em pequeno número de problemas, porém resultam em grandes perdas para a empresa e, os eventuais, que representa um grande número de problemas, mas gera pouco impacto à empresa conforme figura 5.

Figura 5 – Exemplo do Diagrama de Pareto.



Fonte: Adaptado de Marques (2012).

2.7 Brainstorming

A ferramenta Brainstorming ou “tempestade de ideias” foi idealizada originalmente pelo publicitário americano Alex Faickney Osborn (1888-1966) em 1939, quando ele era presidente de uma agência de propagandas. A iniciativa surgiu ao perceber que seus funcionários eram muito ruins em criar campanhas de propaganda criativas para seus clientes. Assim, ele começou a usar sessões em grupo para coletar listas de ideias sugeridas espontaneamente pelos participantes. (OSBORN 1987, p.73).

Para Meireles (2001), este é um método para gerar ideias em grupo envolvendo um curto espaço de tempo e a contribuição de todos os integrantes visando obter soluções inovadoras e criativas para os problemas. Envolvendo todos os integrantes do grupo, esse método assegura a qualidade nas tomadas de decisões, o comprometimento e a responsabilidade compartilhada de todos. Quando o brainstorming se torna um hábito, fica mais fácil para os colaboradores e líderes antecipar tendências de mercado e atacar os problemas, usando a colaboração e a criatividade.

Por ser uma ferramenta bem versátil, pode ser utilizado por qualquer pessoa da organização e em qualquer etapa do processo de solução de problemas, porém deve se ter cuidado durante a etapa de aplicação do processo, pois ela deve ser conduzida por uma única pessoa para que a organização e a ordem sejam mantidas durante o processo, como na identificação e seleção das questões a serem tratadas.

O método consiste em focalizar a atenção para o aspecto mais importante do problema, desenvolvendo o raciocínio para a visualização do problema, de soluções e melhorias.

No Brainstorming, o importante é a quantidade de ideias, não a sua qualidade. As críticas e avaliações neste momento são evitadas, pois as ideias devem ser estimuladas e apresentadas sem elaborações e maiores considerações. Por isso, para que o método possa obter êxito, é de extrema importância que as etapas sejam seguidas conforme a seguir:

i) **Foco na quantidade:** quanto mais ideias, melhor. O brainstorming aceita que é possível encontrar qualidade dentro da quantidade;

ii) **Evitar a crítica:** ideias não devem ser criticadas durante a sessão de brainstorming. Como o objetivo é focar na quantidade e estimular todos os integrantes a participar, nenhum julgamento é feito sobre as ideias propostas;

iii) **Apreciar ideias fora do comum:** como o objetivo é coletar o maior número de ideias e identificar novas abordagens na solução dos problemas, ideias que fogem dos conceitos conhecidos ou esperados são bem-vindas;

iv) **Combinar e melhorar ideias:** esse é um ponto importante do brainstorming, por entender que é possível criar ideias inteiramente novas por associação, isto é, combinações de ideias já propostas;

v) **Colocar as ideias em ação:** é inegável que o brainstorming é um momento de reflexão, interação e descobrimento que deve se tornar um hábito nas empresas. Mas é importante que as visões e ideias levantadas sejam transformadas em realidade ou ele se torna uma perda de tempo;

vi) **Evolução dos resultados:** o líder precisa mostrar para a sua equipe como os projetos realizados com base no brainstorming estão evoluindo. Essa prática é fundamental para motivá-la ainda mais na busca por melhores ideias.

O objetivo é o exercício livre da criatividade na geração de soluções que possam reduzir ou eliminar o problema constatado Meireles (2001). Por estar associado a criatividade o brainstorming é uma ferramenta que pode ser utilizada no momento do planejamento do ciclo PDCA

2.8 Cartas de Controle

Conforme George (2004) a Carta de controle é um tipo de gráfico utilizado para determinar que tipo de variação está presente no elemento analisado para o acompanhamento de um processo. Com a utilização deste gráfico, é possível determinar estatisticamente uma faixa denominada limites de controle que é limitada pela linha superior (limite superior de controle) e uma linha inferior (limite inferior de controle), além de uma linha média. Deste modo é possível verificar, por meio da utilização do gráfico, se o processo está ou não sob controle, isto é, isento de tendências.

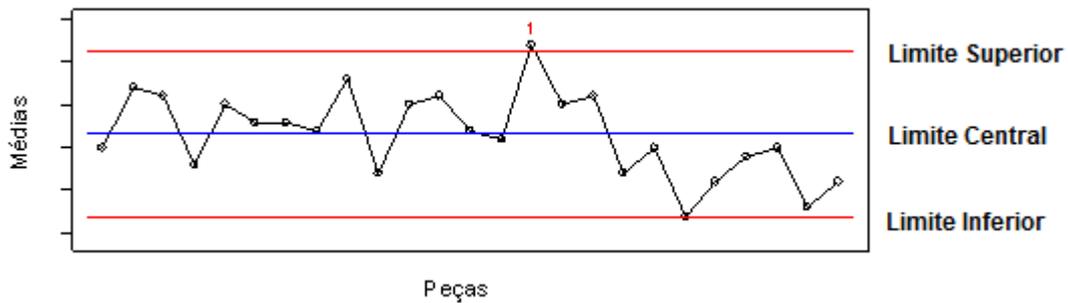
Walter Shewhart (1891-1967), um engenheiro, físico e estatístico americano, idealizou o primeiro gráfico de controle em 1926, onde foi possível mostrar a variabilidade do processo e permitir, sobre certas condições, informar se o processo está estável.

Segundo Trivellato (2010), com a utilização dos gráficos de controle, é possível identificar se existe alguma causa especial provocando variação no processo, mas não qual o tipo que está atuando, e, com base nessa função, discernir a circunstância com o apoio de outras ferramentas.

Desta maneira, as variações, que são resultantes de bens ou serviços, decorrentes do processo produtivo, devem sempre procurar uma forma de serem reduzidas, ou seja, essa oscilação natural geralmente não pode ser excluída integralmente, sendo necessário que seja controlada para analisar a estabilidade dos processos para que não resulte em produtos de pouca qualidade (WERKEMA, 2006).

Alguns exemplos de gráficos de controle podem ser vistos nas figuras 6 e 7. Onde o gráfico de controle Xbarra monitora e detecta mudanças na média aritmética de um subgrupo, o tamanho do subgrupo (n) pode ser igual a dois ou maior.

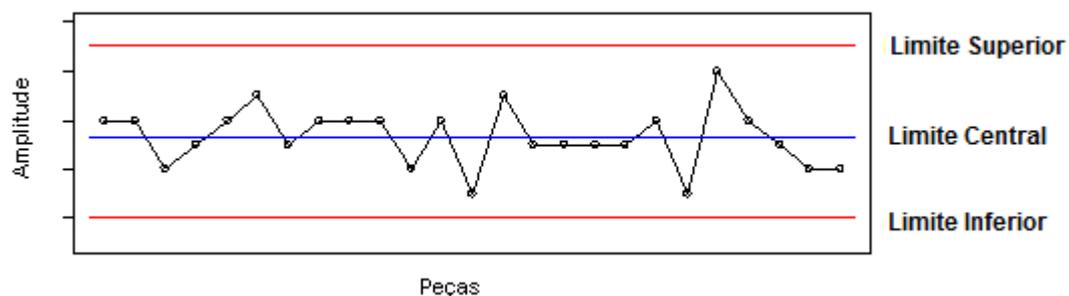
Figura 6 – Exemplo Gráfico XBarra.



Fonte: Adaptado de Werkema (2011).

Já o Gráfico Amplitude (R) monitora a variação dentro do subgrupo. A amplitude é o valor calculado por meio da diferença entre o menor valor e o maior valor de teste observado dentre os dados de um mesmo subgrupo. O Gráfico Amplitude geralmente é utilizado quando o tamanho do subgrupo for maior que 1 e menor que 10.

Figura 7 – Exemplo Gráfico de Amplitude.



Fonte: Adaptado de Werkema (2011).

Desta maneira, para sintetizar um conjunto de dados, utilizam-se métodos estatísticos a fim de observar as mudanças do processo, baseando em dados de amostragem.

2.9 Fluxograma

Quando se pretende estudar um processo, o fluxograma é uma das primeiras ferramentas utilizadas.

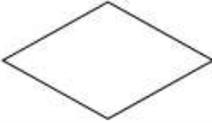
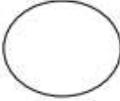
Paladini (2012) explica que são representações gráficas das fases que compõe um processo e, principalmente, das características que compõe cada uma das etapas e as relações entre si, de uma maneira ilustrativa simples e fácil, o digrama consegue ordenar todas as fases do processo, mostrando todas as suas etapas e o que é realizado em cada uma delas, os materiais ou serviços que entram e saem do processo, as decisões que devem ser tomadas e as pessoas envolvidas (cadeia cliente/fornecedor).

Para Lucinda (2010), o fluxograma é uma ótima ferramenta de análise de processo, uma vez que permite de forma rápida a compreensão das atividades que são desenvolvidas por todas as partes envolvidas. Sendo uma ferramenta fundamental, tanto para o planejamento (elaboração do processo) como para o aperfeiçoamento (análise, crítica e alterações) do processo.

Neste contexto, visando uma interpretação rápida no processo a ser analisado, Marshall et al (2006), define o fluxograma como sendo uma representação gráfica que permite a fácil visualização dos passos de um processo, e que também apresenta uma sequência lógica de encadeamento de atividades e decisões, de modo a obter uma visão integrada do fluxo de um processo selecionado, o que permite a realização de análise para detectar falhas e oportunidades de melhorias.

Na elaboração do fluxograma, são utilizados alguns símbolos para representar as atividades, apresentados na figura 8.

Figura 8 – Simbologia utilizada na elaboração do fluxograma.

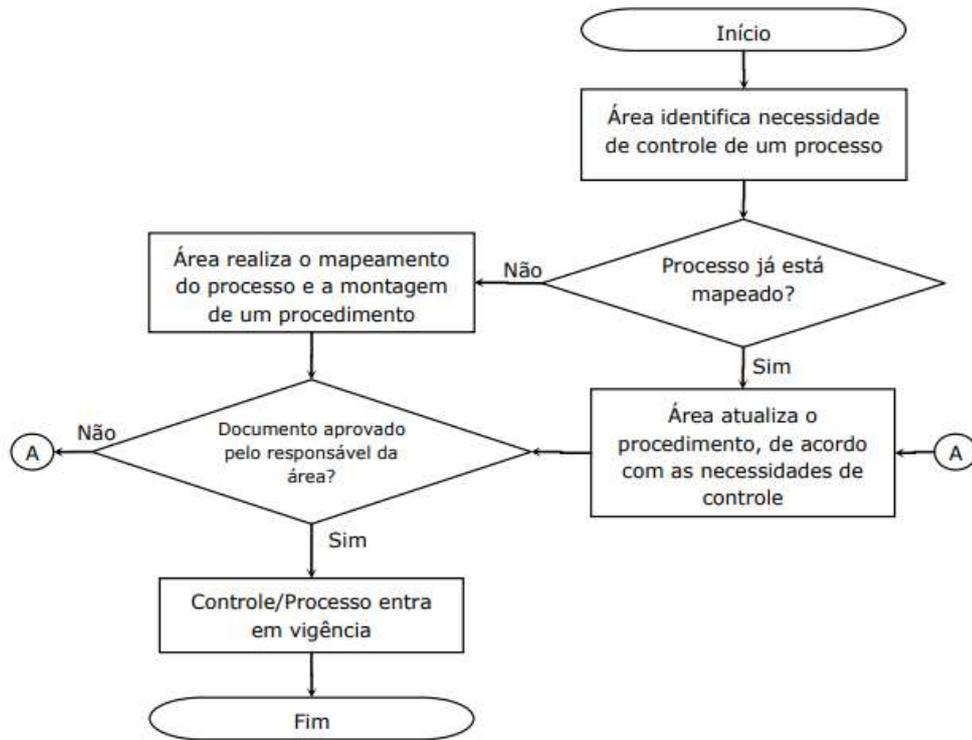
Símbolo	Significado
	Indica onde o processo inicia e termina.
	Identifica cada atividade (ação) que compõe o processo.
	Identifica uma necessidade de decisão no processo. Normalmente recebe uma entrada e tem como saídas dois caminhos (sim ou não).
	Identifica uma conexão. Normalmente, mostra a continuidade do fluxo em outro ponto, de forma a evitar que suas linhas se cruzem.
	Identifica o sentido do fluxo do processo.

Fonte: Adaptado MELLO (2009).

Segundo Paladini (2012), aplicações de fluxograma auxiliam na compreensão do processo de trabalho, assim como na criação de padrões que descrevem as atividades mapeadas.

Sendo assim, conforme figura 9, pode-se observar que o fluxograma facilita a visualização das diversas etapas que compõem um determinado processo, permitindo identificar aqueles pontos que merecem atenção especial por parte da equipe de melhoria.

Figura 9 – Exemplo de fluxograma.



Fonte: Adaptado Mello (2009).

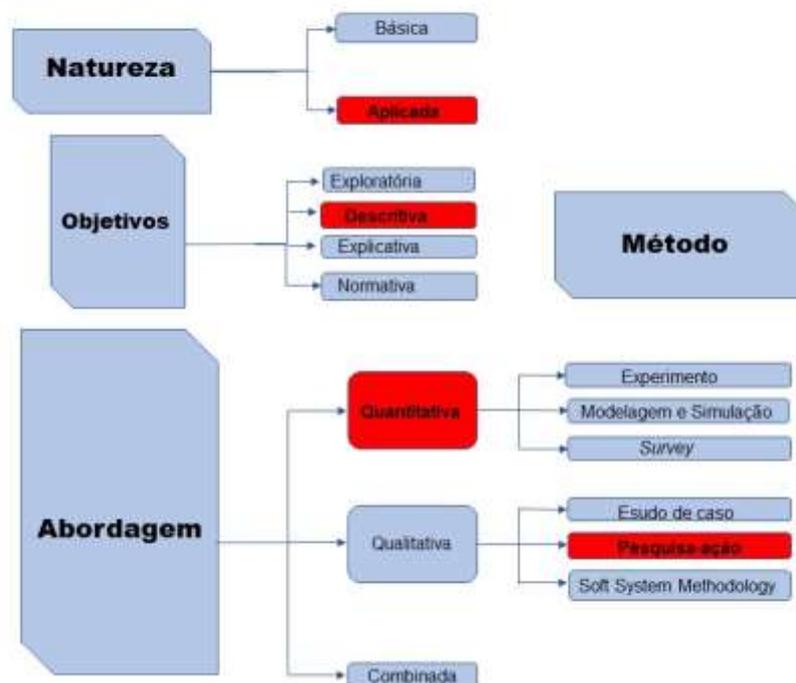
3 METODOLOGIA

Nesta seção serão apresentados os procedimentos metodológicos seguidos pelos procedimentos operacionais e apresentação dos instrumentos de coleta e análise de dados utilizados neste trabalho.

3.1 Procedimentos metodológicos

Uma vez caracterizado o problema e justificada a relevância do tema, buscou-se uma metodologia de trabalho embasada na literatura para alcançar o objetivo. Após esta caracterização, a pesquisa seguiu a classificação conforme os procedimentos descritos na figura 10.

Figura 10 – Classificação dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Adaptado Turrioni e Mello (2012).

Conforme Miguel (2007), a abordagem mais adequada na metodologia da pesquisa da Engenharia da Produção é a questão que a pesquisa pretende endereçar, onde na maioria dos casos, pode ser expressa pelos objetivos do trabalho. Desta maneira, o fator determinante deve ser a ação (verbo) do objetivo para a escolha da metodologia da pesquisa.

De acordo com Gil (2008), a formulação do problema não exige regras rígidas. O que existem são recomendações as quais se norteiam pela experiência dos pesquisadores sociais, e quando aplicadas facilitam a formulação do problema.

Quanto a natureza da pesquisa conforme colocado por Turrioni e Mello (2012) é classificada como sendo de natureza aplicada “suscitada por objetivos comerciais através do desenvolvimento de novos processos ou produtos orientados para as necessidades do mercado.

Desta maneira conforme a bibliografia pesquisada e entendimentos apresentados, será aplicado neste trabalho o programa Seis Sigma sustentado por ferramentas de aprimoramento conhecidas, como o DMAIC, no controle das variações volumétricas em um processo de recebimento de etanol combustível. Sendo assim, quanto natureza, a seguinte pesquisa pode ser qualificada como aplicada.

Quanto aos objetivos, segundo Gil (2002), o objetivo das pesquisas descritivas é a descrição das características de uma população, fenômeno ou mesmo estabelecer a relação entre variáveis.

Para Prodanov e Freitas (2013), nas pesquisas descritivas, os pesquisadores registram e descrevem os fatos observados sem intervenção nos mesmos, apenas com intuito de descrever um determinado fenômeno. Neste tipo de pesquisa, são utilizadas técnicas padronizadas de coleta de dados e estes por sua vez são analisados, classificados e interpretados.

Neste cenário, a pesquisa em questão é classificada como descritiva, uma vez que tem como finalidade descrever e analisar os dados do processo de descarregamento de etanol através da utilização das ferramentas do método DMAIC.

Quanto aos procedimentos, segundo Mello et al. (2012), a pesquisa-ação é uma estratégia de pesquisa utilizada pela engenharia de produção que tem como objetivo solucionar um problema prático, onde o pesquisador interfere no estudo de maneira corporativa com o grupo.

Vale ressaltar que, na pesquisa-ação, a técnica mais empregada é a observação participante. Neste contexto segundo, Marconi e Lakatos (2006), a pesquisa-ação consiste na participação ou interação real do pesquisador, onde o pesquisador ganha confiança do grupo e exerce influência sobre ele deixando claro seu objetivo.

Sendo assim, com relação aos procedimentos técnicos, a organização e o pesquisador definiram um problema, no qual o pesquisador executou junto a equipe, com grande interação na busca e na implantação da solução por meio do emprego da pesquisa-ação.

Com relação a abordagem, de acordo com de Miguel (2012), o que distingue a ciência do senso comum é a aplicação do método para resolução de um problema. Sendo assim, o elemento

mais importante é a objetividade da pesquisa. Neste contexto, a melhor forma de atingir este objetivo é com a utilização da linguagem matemática.

Bortz e Doring (2006) afirmam ainda que a análise quantitativa capta características isoladas do texto, sendo possível assim categorizá-las de maneira a extrair as características que interessam ao pesquisador frente ao texto analisado.

Ainda nesse sentido, para Miguel (2018), quando é possível medir aquilo sobre o que está falando, e expressar em números, se tem algum conhecimento. Quando não se pode medir ou expressar os resultados em números, o conhecimento é escasso e de certa forma insatisfatório.

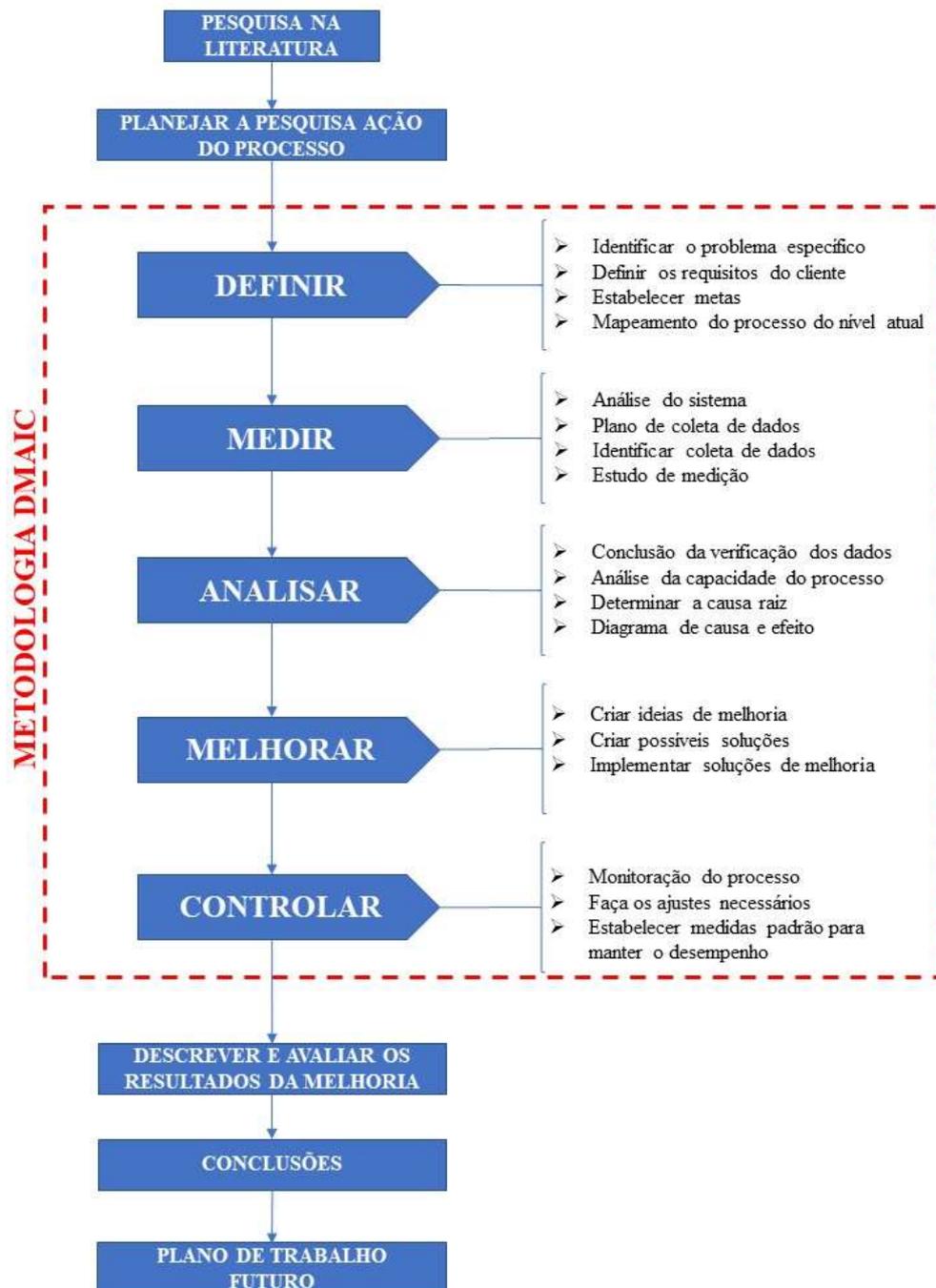
Silva (2005) trata a ideia de forma que a abordagem quantitativa utiliza recursos e técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão) para traduzir e classificar opiniões e informações em números.

O estudo de campo, quanto à classificação do método aplicado, utiliza várias técnicas de coleta de dados. Neste contexto, a própria natureza da pesquisa quantitativa utiliza técnicas estatísticas para que estes dados possam ser quantificados, traduzidos e analisados de maneira a explicar o fenômeno estudado. Desta maneira em virtude das técnicas de análise do processo analisado, a pesquisa pode ser classificada como quantitativa.

3.2 Procedimentos operacionais

Neste trabalho foi aplicado a metodologia Seis Sigma a partir das etapas do DMAIC a fim de reduzir a variabilidade do processo de recebimento de etanol. Para identificar, compreender e controlar a variabilidade do volume descarregado, o procedimento operacional conforme figura 10:

Figura 11 - Estrutura projeto.



Durante o processo de elaboração do presente trabalho inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica onde os artigos selecionados foram listados através do seu resumo, posteriormente aqueles que se apresentaram mais aderentes ao tema de pesquisa foram filtrados para uma leitura completa.

Do total de 90 artigos foram selecionados para a leitura completa em 50 artigos referentes a áreas industriais e teóricos. Dando continuidade ao processo de elaboração o método escolhido foi a pesquisa-ação.

Segundo Tripp para que uma pesquisa-ação tenha um bom desenrolar é necessário que ela trate de tópicos de interesse mútuo; baseie-se em um compromisso compartilhado de realização da pesquisa; permita que todos os envolvidos participem ativamente do modo que desejarem; partilhe do controle sobre os processos de pesquisa o quanto possível, de maneira igualitária; produza uma relação de custo-benefício igualmente benéfica para todos os participantes; estabeleça procedimentos de inclusão para a decisão sobre questões de justiça entre os participantes.

Sendo assim seguindo a metodologia DMAIC, inicialmente foi identificado o problema, em seguida foi realizado o levantamento de dados relativos à situação problemática neste caso utilizando levantamento documental dos dados dos relatórios de descarregamento de etanol, em seguida foi realizada à análise e significação dos dados levantados através do software *minitab*, após a análise foi identificada a necessidade de mudança, e finalmente após esse ciclo foi feito o levantamento de possíveis soluções e, por fim, a intervenção ou ação propriamente considerada no sentido de aliar pesquisa e ação, simultaneamente.

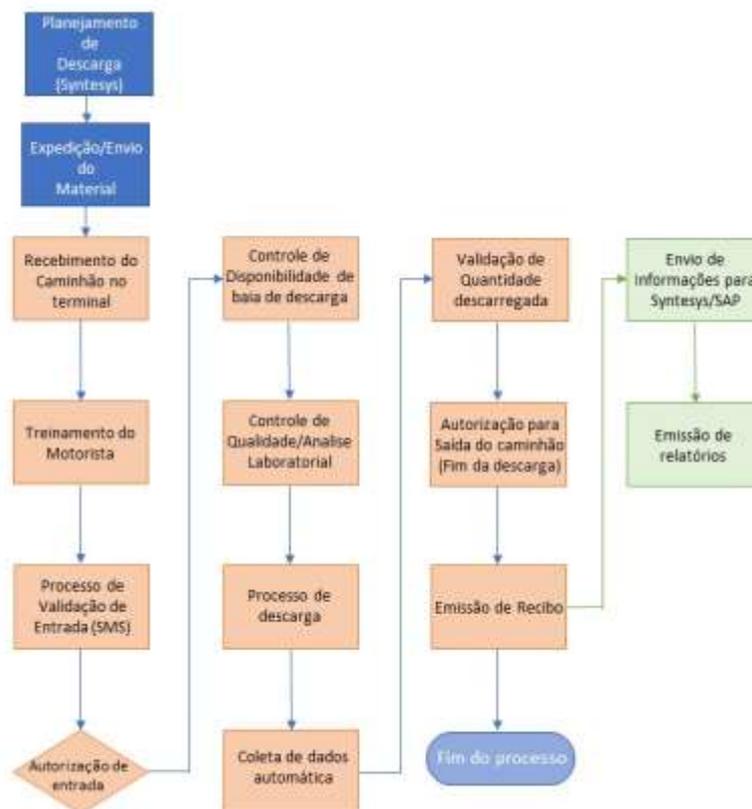
4 IMPLEMENTAÇÃO

Nesta seção serão descritos os resultados da aplicação do método DMAIC. É abordada a apresentação da atividade operacional de recebimento de etanol seguidos pelas oportunidades e propostas de melhorias.

4.1 Descrição da Operação do processo de recebimento de Etanol

O processo de operações do Terminal é representado pela figura 12:

Figura 12 - Fluxograma simplificado do processo de recebimento.



Fonte: Autor (2020).

O processo é iniciado com o planejamento da área comercial junto aos principais clientes e fornecedores onde é realizado a programação mensal dos volumes a serem recebidos no Terminal. A operação do terminal ocorre durante 24 horas de segunda a sábado, sendo as equipes operacionais divididas em 3 turnos.

O processo de recebimento do etanol oriundo das usinas produtoras é realizado pelo modal rodoviário, por meio de caminhões tanque.

As informações referentes ao planejamento do recebimento de produto são passadas pela área comercial ao setor de operações.

De posse destas informações o setor de operações verifica a programação, analisando se o volume de etanol programado para o recebimento está de acordo com a relação do espaço disponível na tancagem. Sendo constatada a disponibilidade para o recebimento, é aberto um registro de operação no sistema de gestão do terminal habilitando o tanque de destino para o recebimento do volume de etanol programado.

As demais etapas da operação de recebimento dos veículos no terminal ocorrem conforme as etapas definidas a seguir:

- 1) Recebimento do caminhão no Terminal: Durante a operação ao chegar ao terminal, o motorista transportador deve entregar ao funcionário responsável a nota fiscal e o certificado de qualidade do produto a ser descarregado para verificação do agendamento e dados cadastrais do veículo e validade de treinamento do motorista.
- 2) Caso o motorista esteja com o treinamento fora da data de validade, ou seja, um motorista novato o mesmo é submetido ao treinamento de motorista ou mesmo uma reciclagem a fim de se atualizar a respeito dos procedimentos operacionais do terminal;
- 3) Processo de validação de entrada: Após as conferências o motorista é orientado a comparecer ao drive-in portando a nota fiscal da carga. O funcionário do drive-in realiza a conferência das informações tributárias, onde o funcionário responsável pelo recebimento solicita ao controlador de acesso que realize a verificação dos lacres e itens de segurança do veículo;
- 4) Autorização de entrada: Concluída a verificação da situação fiscal e itens de segurança o veículo recebe a autorização de entrada para que possa posicionar o veículo nas baias de descarregamento;
- 5) Controle de disponibilidade de baia de descarga: Ao se posicionar na baia correta, o sistema de gestão do terminal informa o Sistema Supervisório da Sala de Controle sobre a chegada do veículo. Em seguida o motorista deve, sob orientação do operador, desligar o veículo, desligar a chave geral, retirar as chaves do contato e colocá-la junto ao cabo de aterramento;
- 6) Controle de qualidade e análise laboratorial: O operador deve dirigir-se à plataforma de amostragem verificar os lacres das escotilhas dos compartimentos, efetuando sua abertura, verificando o nível da seta e coletando as amostras do produto para análise laboratorial;

- 7) Processo de descarga: Após a verificação da conformidade dos resultados das análises com as especificações o operador efetua o comando de liberação da baía de descarga através do sistema de gestão do terminal;
- 8) Coleta de dados automática: Uma vez iniciado o processo de descarga a coleta de dados de qualidade do produto e volume descarregado passa a ser coletada automaticamente via sistema supervisorio caso seja identificado alguma inconsistência durante o processo a descarga é interrompida automaticamente;
- 9) Validação da quantidade descarregada: Após confirmado o encerramento da descarga, o desligamento da bomba comanda o fechamento automático da válvula de alinhamento para etanol anidro ou etanol hidratado. Em paralelo o motorista deve sinalizar ao operador sobre o encerramento da descarga, a fim de que o operador verifique o completo esvaziamento do tanque pela escotilha superior;
- 10) Autorização para saída do caminhão (fim da descarga): Após a liberação o motorista deve conduzir o veículo à portaria de saída onde o sistema reconhece o veículo e emite o comprovante de descarga contendo um resumo das informações referentes à descarga;
- 11) Emissão do recibo: Após a conferência dos dados do comprovante ele é entregue ao motorista para confirmação de todas as informações, após este processo a saída do caminhão-tanque é autorizada;
- 12) Envio das informações para o *Synteses/SAP*: Paralelamente as informações referentes ao descarregamento são enviadas para o sistema *Synteses* para realização de baixa no agendamento enquanto as informações fiscais são encaminhadas para o sistema SAP para realização do faturamento;
- 13) Emissão dos relatórios: Ao final do dia é gerado um relatório contemplando todos os descarregamentos realizados durante o período para realização de conferência de estoque SKID x Tanque.

4.2 Desenvolvimento da pesquisa

O desenvolvimento da pesquisa no processo de recebimento de etanol combustível e a aplicação do método DMAIC foi realizado em conjunto com os operadores I (responsáveis pelo descarregamento dos veículos), operadores II (responsáveis pelo acompanhamento do processo via supervisorio), controladores de acesso (responsáveis pela conferência externa dos veículos) e supervisores de operações (responsáveis por todas as operações do terminal).

Inicialmente foram realizados treinamentos para nivelamento do conhecimento de todos os envolvidos quanto os fundamentos do Seis Sigma e a utilização do método DMAIC, onde

coube ao pesquisador principal disseminar o conhecimento e sanar as dúvidas dos envolvidos no processo.

Após a realização do de com os colaboradores, foi realizada uma reunião com todos os envolvidos no estudo com intuito de formar a equipe e definir o papel de cada um dos membros no processo a ser analisado. Onde os controladores de acesso ficaram responsáveis por detalhar possíveis anomalias durante a conferência inicial dos veículos no pátio externo e reportá-las a sala de controle operacional para registro, os operadores I foram responsáveis pela verificação do nível do produto “seta” durante a realização da coleta de amostras, e da verificação geral após a finalização do descarregamento a fim de identificar algum remanescente de produto após a finalização do descarregamento.

Os operadores II foram os responsáveis pela consolidação dos dados reportados pelos demais membros da equipe e gerar o relatório diário dos descarregamentos realizados via supervisorio.

Coube aos supervisores controlar as atividades de monitoramento e consolidar os dados gerados pelos relatórios que após validação eram passados para o pesquisador principal para analisar os dados.

O andamento das atividades era monitorado por meio de reuniões semanais, onde eram discutidos o andamento das etapas da pesquisa e realizadas possíveis correções de curso para otimização dos processos.

O entendimento do conceito da ferramenta e a participação da equipe operacional foi muito importante pois contribuíram para coletar os dados do processo de descarregamento para uma análise assertiva, as reuniões foram importantes pois estimularam a participação da equipe para identificar juntamente com o pesquisador principal as possíveis causas raízes e em conjunto propor oportunidades de melhoria no processo.

4.3 Etapa definir

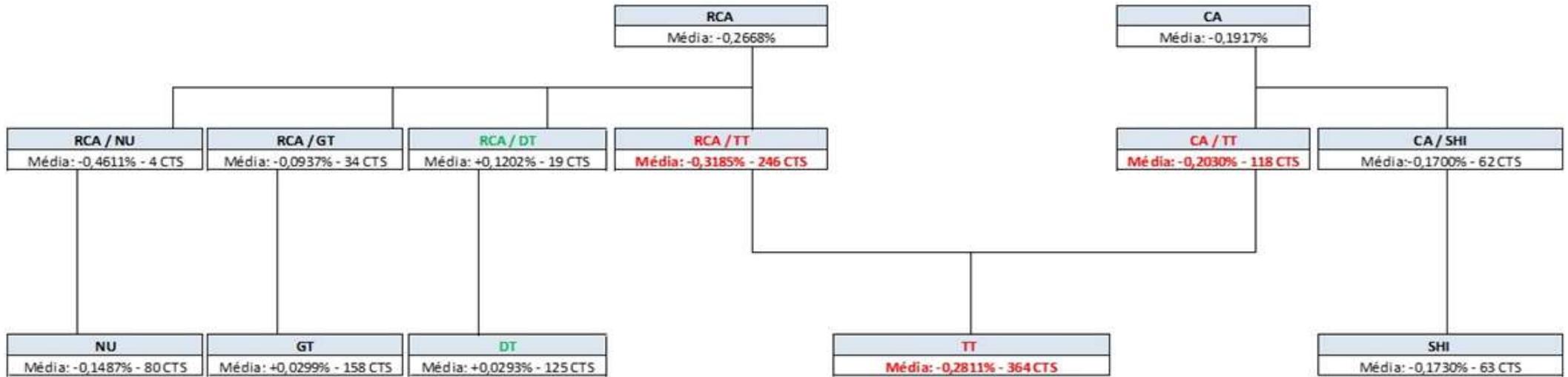
A partir desta seção para que não ocorra exposição os nomes corretos dos fornecedores/transportadores foram substituídos por siglas fictícias.

Como a empresa foco do estudo recebe etanol de diversos fornecedores por meio de vários transportadores, foi identificado que havia uma grande disparidade entre os resultados de apuração volumétrica durante o recebimento. Conforme a figura abaixo, a usina fornecedora RCA realizava o carregamento por meio de 4 transportadores diferentes utilizando o mesmo procedimento de carregamento. No entanto, a variabilidade entre eles era de uma sobre média de 0,12% e uma falta média de 0,46%. No segundo caso, o fornecedor CA realizava o carregamento

em 2 transportadores distintas, tendo como resultado apenas faltas, em um dos casos média de 0,20%.

Sendo assim, o primeiro passo foi realizar um mapeamento a fim de identificar onde estavam os principais problemas, bem como as possíveis oportunidades de melhoria no processo.

Figura 13 - Fornecedores/transportadores.



Fonte: Autor (2020).

Como os resultados entre os transportadores, apesar de carregar no mesmo fornecedor, eram bem distintos, o próximo passo foi analisar o desempenho individual dos veículos. Desta forma foi identificado que, em muitos casos, os resultados ultrapassavam o valor máximo de desvio que é 0,50 % (L) por veículo, vale lembrar que este limite foi um número acordado inicialmente nas operações de recebimento, pois nas práticas de mercado na entrega rodoviária nos postos de combustível o único comparativo é a “seta” dos veículos sendo assim a perda em trânsito não era contabilizada nestes casos.

Através da análise de todos estes dados, foi possível definir o escopo do projeto a ser realizado. Sendo assim, ficou definido como escopo do projeto estabelecer diretrizes para analisar as variações volumétricas do processo de recebimento de etanol e propor melhorias para padronização dos processos operacionais a fim de reduzir estas variações.

O próximo passo para definição do problema foi detalhar as entradas e saídas do processo e tentar identificar porque estavam ocorrendo estas variações, ou seja, se estavam sendo em decorrência de problemas internos do terminal, ou se estavam relacionados à fatores externos conforme figura 14.

Figura 14 – SIPOC do processo.



Fonte: Autor (2020).

Deste modo, todas as etapas do processo (entradas e saídas), exemplificadas na figura 14, foram detalhadas resultando em um panorama geral das atividades desempenhadas durante o recebimento, desde o pátio de espera, passando pela conferência dos documentos fiscais até o

processo de descarga nas baias. Esta etapa foi importante pois foi possível vincular cada etapa da atividade a um procedimento operacional conforme exemplificado no quadro 2:

Quadro 1 - Mapeamento de verificação dos processos.

Item	Origem	Entrada	Atividades	Método	Saída	Destino
Item 1	Cliente e Transportadora	Dados para agendamento	Agendamento do Caminhão tanque a ser descarregado nos Terminais	Autoload (Portal)	Agendamento realizado	Autoload (SGT)
Item 2	Transportadora	NF e Certificado do tanque da usina	Conferência da Nota Fiscal (NF) e Certificado do tanque da usina do etanol a ser descarregado	PRO-O&M-003 PROO&M-020	NF e Certificado do tanque conferidos	Assistente de Programação
Item 3	Agendamento no Sistema SGT	Cliente e Transportadora	Realizar a conferência do agendamento e autorizar entrada do CT	Autoload (SGT)	Agendamento confirmado	Controlador de Acesso
Item 4	Cliente e Transportadora	CT's lacres dos tanques e documentação do CT e motorista	Realizar a vistoria dos itens de segurança do caminhão tanque e documentos do motorista e existência e validade de treinamento.	PRO-O&M-001	CT aprovado, Check-list e Spot-check preenchidos	Controlador de Acesso
				PRO-O&M-002	Motorista treinado	Supervisor de Operações
Item 5	Operador I e II	Saca Amostras, Frascos de 01 litro vidro claro com batoque e tampa de rosca etiquetas de identificação	Coleta de amostras do CT	PRO-O&M-003, PROOSM-020 PRC-SM5-005	Amostras coletadas e identificadas	Técnico Químico, Operador I e II
Item 6	SMS	LAIPR, EPI's, Escada Pantográfica		PRC-SM5-005		
Item 7	Técnico Químico Operador I e II	Equipamentos calibrados, reagentes	Análise das amostras do CT	PRO-O&M-005	Amostra de redenção, Amostras areprovadas	Sala de Amostras, Sistema SGT
					Amostra de redenção, Amostras reprovadas	Supervisor de Operações
Item 8	SMS	LAIPR, EPI's		PRC-SM5-005	Amostra analisadas	Técnico Químico, Operador I e II
Item 9	OPERAÇÕES	Parâmetros de processo	Descarregamento do CT	PRO-O&M-003, PROOSM-020	Descarregamento realizado	Operador I e II, motorista
		Máquinas e equipamentos			Não Conformidade durante descarregamento	Supervisor de Operações
Item 10	SMS	LAIPR, EPI's, Aterramento do CT		PRC-SM5-005	Descarregamento realizado	Operador I e II, motorista
Item 11	CT liberado pelo Operador I e II	Operador I e II	Liberação do CT após descarregamento	PRO-O&M-003, PROOSM-020	Comprovante de Descarga	Motorista

Fonte: Autor (2020).

Assim, pode-se verificar externamente se houve uma falha por parte do transportador ao realizar o agendamento conforme item 2, ou mesmo internamente durante o lançamento de um dado fiscal incorreto por parte dos operadores conforme item 3, que pudessem justificar a variação volumétrica. Pois como a apuração desta diferença está relacionada entre o valor declarado na nota fiscal e o valor medido no instrumento de medição, durante o descarregamento, caso ocorra uma falha no lançamento dos dados, esta poderá impactar no processo de apuração volumétrica.

No pátio de espera, conforme indicado no item 4, foi possível verificar se o veículo não apresenta avarias e ou vazamentos, bem como algumas situações anormais relatadas pelos motoristas durante o deslocamento da usina produtora até o terminal recebedor.

Internamente, foi possível avaliar se existia algum problema relacionado ao processo, de descarregamento (drenos abertos, válvulas com problemas, vazamentos), conforme etapas relacionadas no item 9 do quadro ou mesmo envolvendo as etapas de coleta de amostra indicada

no item 5, onde ocorre a verificação da “seta” (que é altura de referência interna da mesa de medição dos tanques) conforme figura 14.

Esta verificação é importante pois, em unidades produtoras que realizam o carregamento manual dos caminhões, quaisquer alterações, ou seja, a realização do carregamento onde o nível do produto fique abaixo ou acima da altura de referência ‘seta’, podem gerar impactos no processo de apuração ocasionando perdas ou sobras no processo de apuração volumétrica.

Figura 15 - Vista escotilha superior e altura de referência “seta”.

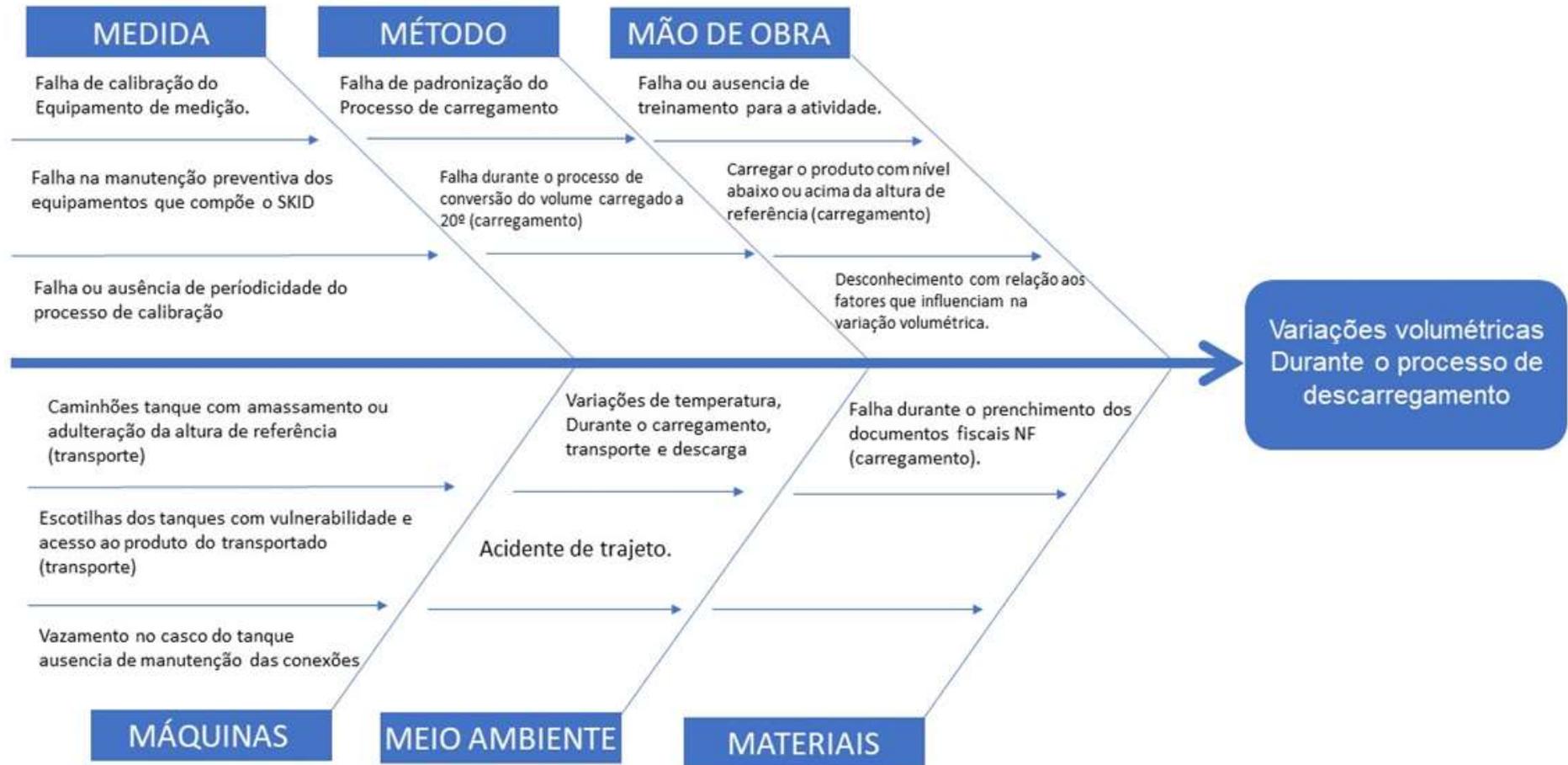


Fonte: Autor (2020).

Durante esta verificação, caso o operador identifique que o nível do produto está em divergência com a altura de referência do compartimento do veículo, ele deve preencher os dados do agendamento, volume da nota fiscal, origem do produto e transportador responsável em uma planilha eletrônica de controle, para assim confrontar com os demais dados de controle de processo do descarregamento extraídos do sistema supervisorio da sala de operações. Desta maneira nos casos em que foram constatadas diferenças acima dos limites, foi possível correlacionar se o nível do produto (acima ou abaixo) da “seta” tiveram uma influência direta nas faltas e ou sobras identificadas durante o processo de apuração realizada na etapa de descarregamento.

De acordo com as informações analisadas, durante a verificação preliminar relatada acima, a equipe envolvida no projeto selecionou o que no entendimento de todos seriam algumas das razões para a ocorrência das variações no processo. Sendo assim foi elaborado um diagrama de causa e efeito conforme a figura 16:

Figura 16 – Diagrama de causa e efeito.



De posse destas informações, foram elencados os principais problemas, os quais podem explicar as possíveis causas das variações conforme detalhado abaixo:

- Vazamentos de produto provocados em decorrência de incidentes ou acidentes de trajetos: Nestes casos, a perda é visível e justificável uma vez que ela pode ser verificada durante a inspeção no pátio de espera, pelo operador responsável pela verificação inicial. Nos casos envolvendo sinistro de grande monta com o veículo transportador onde houve a necessidade de realização do transbordo da carga para um outro veículo, a informação é reportada para o terminal recebedor diretamente pelo transportador responsável ou então pela seguradora. Esta informação é atestada na baia de descarregamento pelo operador responsável pela descarga através da verificação da altura de referência “seta” onde nestes casos a superfície do líquido fatalmente irá se encontrar abaixo da altura de referência.
- Falhas durante o carregamento manual e ou erro de conversão: Esta falha ocorre durante a etapa de carregamento na usina fornecedora, principalmente quando este carregamento é realizado de maneira manual. Ou seja, no carregamento manual, um operador é responsável por posicionar o braço de carregamento na escotilha superior do veículo e neste caso ele se orienta pela altura referência do veículo “seta”. Após este processo, são aferidas a temperatura de carregamento deste veículo pelo laboratório e na etapa de faturamento o caminhão é pesado e os dados de temperatura e densidade convertidos para o volume a 20°, conforme estabelecido pela ANP. Nesta etapa, ocorrendo falhas, as informações referentes ao volume declarado na nota fiscal ficam imprecisas. Outro fator agravante são os erros de digitação e ou padronização de notas fiscais. Isto ocorre quando veículos de mesma capacidade (bitrem, rodotrem e vanderleia) tem um volume padronizado em detrimento da média de capacidade do modelo. No entanto, neste tipo de ocorrência, não são consideradas as tabelas de arqueação do veículo, sendo assim como muitos destes veículos são de fabricantes diferentes podem ocorrer diferenças consideráveis durante o processo de apuração.
- Falha e ou ausência de calibração dos equipamentos de medição: Este problema pode ocorrer tanto na etapa de carregamento na usina fornecedora (quando o carregamento é realizado automaticamente com a utilização de instrumento de medição em linha), quando na etapa de descarregamento realizada no terminal recebedor. Como a comercialização e faturamento do combustível recebido é realizado através da totalização volumétrica a 20°, é muito importante manter a periodicidade legalmente recomendada para a calibração dos instrumentos de medição, pois desta forma pode ser garantida a rastreabilidade das medições. Quando esta calibração não ocorre ou ocorre de maneira inadequada, pode acarretar imprecisões nas apurações volumétricas.

Outra etapa importante do processo é a realização da verificação e manutenção periódica destes equipamentos, uma vez que impactos e ou desgastes em peças móveis dos equipamentos de medição (nos medidores de vazão tipo turbina por exemplo) podem também influenciar na etapa de apuração podendo gerar alguma imprecisão da medição.

Após as constatações citadas acima na etapa “definir”, o próximo passo foi realizar a etapa de “medir”, onde, foi realizada a verificação dos dados referentes aos descarregamentos realizados no terminal.

4.4 Etapa medir

A próxima etapa do DMAIC, “medir”, buscou extrair os dados do processo de descarregamento para realização de análise para assim identificar os possíveis motivos das perdas no processo de descarregamento de etanol. Para analisar o desempenho inicial da operação, foram levantados os dados de processo de descarregamento do ano de 2019 conforme tabela a seguir.

Figura 17 -Lista detalhada dos carregamentos.

Data	Placa	Transportadora	Tipo Produto	Vol. Danfe 20° (m³)	Vol. Desc. 20° (m³)	Desvio (m³)	Desvio %
1/8/2019				3.713,416	3.714,079	0,663	0,0179%
01/08/19	EFU9711	VT - ME	EHC	46,695	46,626	-0,069	-0,1478%
01/08/19	AZZ0975	VT - ME	EHC	44,708	44,664	-0,044	-0,0984%
01/08/19	GHT0477	T TR	EHC	60,652	60,539	-0,113	-0,1863%
01/08/19	GZV0061	PT LTDA	EAC	43,784	43,912	0,128	0,2923%
01/08/19	OUH2987	TSA	EAC	45,880	45,866	-0,014	-0,0305%
01/08/19	QQV3792	TSA	EAC	42,819	42,859	0,040	0,0934%
01/08/19	OQD1353	TSA	EAC	59,748	59,893	0,145	0,2427%
01/08/19	FTF2501	ERG	EHC	58,587	58,626	0,039	0,0666%
01/08/19	OUL3376	T NU LTDA	EAC	44,883	44,861	-0,022	-0,0490%
01/08/19	QPT1479	T NU LTDA	EHC	59,646	59,754	0,108	0,1811%
01/08/19	FCB8030	T NU LTDA	EHC	43,740	43,733	-0,007	-0,0160%
01/08/19	FCB8031	T NU LTDA	EHC	43,740	43,715	-0,025	-0,0572%
01/08/19	EFO0934	JL LTDA	EHC	44,762	44,675	-0,087	-0,1944%
01/08/19	GIS2919	JL LTDA	EHC	42,699	42,770	0,071	0,1663%
01/08/19	HMS6118	T NU LTDA	EHC	44,735	44,667	-0,068	-0,1520%
01/08/19	PWO1472	MT LTDA	EAC	57,698	57,776	0,078	0,1352%
01/08/19	QPQ0998	TSA	EAC	59,778	59,917	0,139	0,2325%
01/08/19	KPQ0901	JL LTDA	EHC	44,264	44,220	-0,044	-0,0994%
01/08/19	OLF4653	TSA	EAC	44,883	44,969	0,086	0,1916%
01/08/19	OUI3512	TSA	EAC	44,874	45,004	0,130	0,2897%
01/08/19	PVJ1126	MT LTDA	EAC	57,785	57,867	0,082	0,1419%

Fonte: Autor (2020).

Através desta verificação, foi possível analisar todos os descarregamentos realizados no período, confrontando os dados da nota fiscal emitida durante o carregamento na usina fornecedora com os dados coletados durante o processo de descarregamento realizado nas baias de descarga. Desta forma, foi possível verificar o valor do desvio em relação ao volume

manifestado na Danfe a 20° com o volume descarregado de fato, este também convertido a 20°. Esta análise, juntamente com os dados coletados durante a verificação inicial realizada na etapa anterior “definir”, permitiu verificar se a diferença volumétrica em (m³) estava relacionada com algum problema externo ou se tratava de um problema interno do processo. Com auxílio das informações da lista detalhada, foi possível também verificar os dados de qualidade do produto, bem como temperatura de carregamento a qual tem uma influência direta na densidade do produto, o que conseqüentemente pode influenciar na variação volumétrica, caso a correção não seja realizada adequadamente pelo fornecedor.

Vale ressaltar que o processo de descarregamento realizado no Terminal é todo automatizado, diferente do processo de carregamento que muitas vezes ainda é realizado manualmente e tem como referência a “seta” do veículo. Nestes casos, a conversão volumétrica para fins de faturamento é realizada com a utilização dos dados de temperatura e peso do veículo carregado.

Ou seja, trata-se de um processo realizado pelo fornecedor ao final da etapa de carregamento do veículo o qual o terminal receptor não tem influência. Como este processo é realizado de maneira manual por parte de alguns fornecedores, podem ocorrer falhas durante a verificação da altura de referência “seta”. Desta maneira, estas falhas podem impactar diretamente no processo de apuração volumétrica realizado durante o processo de descarregamento do veículo no terminal receptor.

O processo interno de recebimento de etanol do terminal segue os seguintes procedimentos:

O volume apurado nas baias pelo SKID de descarregamento (equipamento responsável pela realização do descarregamento e apuração volumétrica) será comparado com o volume manifestado na origem (Nota Fiscal do Caminhão Tanque-CT).

- a) O Operador e o Supervisor devem diariamente acompanhar as medições dos SKIDS de descarregamentos e ao final do dia, compará-las às medições de fechamento diário dos tanques.
- b) A Equipe de Operação Local do terminal deve elaborar Relatórios Diários de Operações do respectivo Terminal. Neste relatório, deve realizar-se o comparativo do total de volume recebido em cada dia, de acordo com cada medição, conforme fórmula abaixo:

- Diferença Percentual Volume Diário Tanque: Volume SKID X Volume TQ

$$Dif_{SKID \times TQ} [\%] = \frac{(V_{TQ} - V_{SKID})}{V_{SKID}} * 100$$

ONDE:

V_{SKID} = Volume total diário de produto (EHC ou EAC) em litros a 20°C descarregado no Terminal, conforme apuração pelo SKID de descarregamento.

V_{TQ} = Volume total diário de produto (EHC ou EAC) em litros a 20°C descarregado no Terminal, conforme medição efetuada no(s) respectivo(s) tanque(s) de recebimento. Este volume é medido comparando-se o estoque inicial e estoque final do(s) mesmo(s).

- Diferença Percentual Volume por Descarregamento: Volume SKID X Volume DANFE

$$Dif_{SKID \times danfe} [\%] = \frac{(V_{danfe} - V_{SKID})}{V_{SKID}} * 100$$

ONDE:

V_{SKID} = Volume total diário de produto (EHC ou EAC) em litros a 20°C descarregado no Terminal, conforme apuração pelo SKID de descarregamento.

V_{danfe} = Volume total diário de produto (EHC ou EAC) em litros a 20°C manifestado na danfe do veículo no ato do carregamento.

A análise das diferenças entre valores de volume obtidos pelos SKIDs e o volume recebido nos tanques deve ser feita em m³ à temperatura padrão de 20°C. Para o cálculo do volume a 20°C, deve ser utilizado o volume, temperatura e densidade do produto, e efetuada a conversão à temperatura padrão conforme estabelecido pela ABNT 5992.

c) O Operador deve extrair os dados do sistema e gerar o relatório e o Supervisor de Operações será o responsável por conferir diariamente e calcular as diferenças entre o volume total descarregado apurado pelo SKIDs (V_{SKID}) e o volume total recebido de CTs (caminhões tanque) apurado pelo volume recebido nos tanques (V_{TQ}). Estas diferenças ($Dif_{SKID \times TQ} [\%]$) devem ser calculadas conforme a fórmula do item b), e devem estar abaixo da diferença máxima admitida (para mais ou para menos) conforme Tabela 1 a seguir;

Tabela 1 - Desvios diários e mensais por terminal.

Unidades	Desvio máximo admitido	
	Diário	Mensal
Terminal 1	$\pm 0,15\%$	$\pm 0,05\%$
Terminal 2	$\pm 0,25\%$	$\pm 0,05\%$

Fonte: Autor (2020).

A empresa possui atualmente três terminais de recebimento sendo que em dois destes terminais o recebimento de etanol é exclusivamente por caminhões tanque, sendo assim é necessário a realização da apuração do volume recebido nos tanques sendo diária e mensal.

Nestes casos por se tratar de grandes volumes os limites estabelecidos por terminal são bem inferiores aos limites praticados nos recebimentos diários os quais seguem conforme tabela 1.

4.5 Etapa analisar

Na etapa “analisar”, a equipe envolvida no projeto de melhoria verificou os dados operacionais de descarregamentos referentes ao ano de 2019. Durante está análise, foram identificadas variabilidades excessivas resultantes do processo de apuração volumétrica.

Após esta etapa, a equipe envolvida segregou aqueles pontos que se encontravam acima dos limites de tolerância estabelecidos contratualmente. A partir destes dados, a equipe teve como objetivo levantar ideias para elucidar as possíveis causas para estas variações.

Desta maneira, a equipe identificou duas como sendo as principais causas para o problema em questão. A primeira causa seria associada a falha durante o processo de carregamento na usina fornecedora e a segunda causa seria atribuída a problemas relacionados com a calibração dos instrumentos de medição do terminal.

A partir destas hipóteses, a etapa seguinte buscou comparar os dados na fiscais x dados de apuração, ou seja, volume DANFE (nota fiscal) x Volume SKID (descarregado a 20°) que são os valores para fins de faturamento. Definiu-se então que os valores apurados deveriam estar dentro do limite contratual estabelecido no início da operação comercial de 0,5%.

A Tabela 2 apresenta uma análise das variáveis desvio (m^3) para tipo de produto e baia. Os dados das cadernetas de operação foram analisados através do uso do software estatístico Minitab®.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas dos desvios (m³).

Antes					
Variable	Tipo de Produto	N	Mean	STDev	Variance
Desvio (m ³)	EAC	813	0,2411	0,08220	0,00676
	EHC	1017	0,00587	0,11070	0,01225
Variable	Baia	N	Mean	STDev	Variance
Desvio (m ³)	1	499	0,00768	0,09677	0,00936
	2	464	0,02433	0,9579	0,00918
	3	467	0,03854	0,08861	0,00785
	4	400	-0,01886	0,10982	0,01186

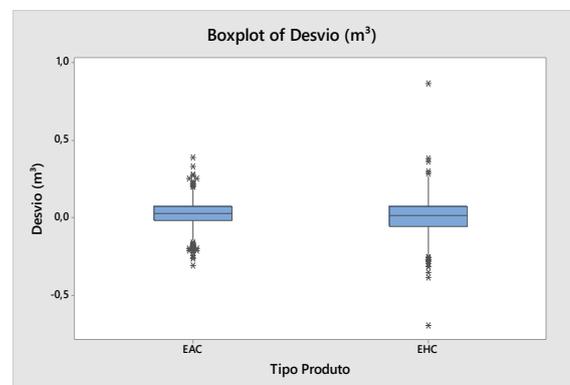
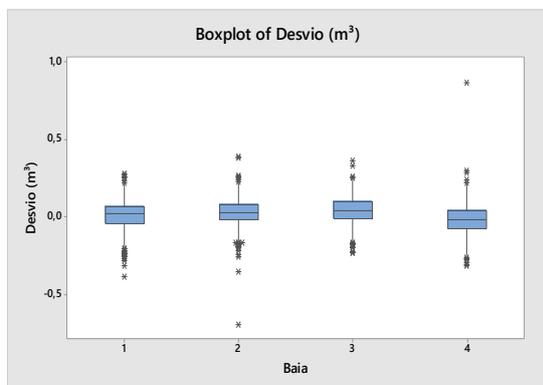
Fonte: Autor (2020).

Neste processo os todos os descarregamentos realizados no período foram avaliados e as diferenças volumétricas acima do padrão foram segregadas para comparação detalhada dos desvios através do uso do Box-plot conforme figura 16.

- **Uso do Box-plots para comparação dos desvios**

O box plot também é conhecido como, diagrama de caixa, diagrama de extremos e quartis e tem a função parecida com um histograma. Ou seja, é uma maneira gráfica de representar a alteração dos dados de uma variável por meio de quartis. A mediana é representada pela linha na caixa. A mediana é uma medida comum do centro de seus dados. A caixa de amplitude interquartílica representa a metade, 50% dos dados. Ela mostra a distância entre o primeiro e o terceiro quartis (Q3-Q1). Os traços se estendem de ambos os lados da caixa. Os traços representam as amplitudes para o fundo de 25% e o topo de 25% dos valores de dados, excluindo *outliers*.

Figura 18 - Box-plots dos desvios (m³) (Antes).



Fonte: Autor (2020).

Os dados analisados por meio do box-plot indicaram muitos *outliers* tais observações possivelmente estejam associados a eventos anormais, este dado foi evidenciado na análise por tipo de produto e na análise individual por baía de descarregamento.

- **Uso de um modelo de ANOVA com uma classificação**

A Análise de Variância ou (ANOVA) é um procedimento usado para comparar a distribuição de três ou mais grupos em amostras independentes. A análise de variância é também uma forma de resumir um modelo de regressão linear através da decomposição da soma dos quadrados para cada fonte de variação no modelo e, utilizando o teste F, testar a hipótese de que qualquer fonte de variação no modelo é igual a zero.

Sendo assim para comparação das medias desvios (m^3) foram usados modelos estatísticos de análise de variância (ANOVA) com os dois tipos de produtos (EHC - etanol hidratado combustível, e EAC - etanol anidro combustível) e com as 4 baias existentes no terminal. Os resultados da ANOVA são apresentados na Tabela 3.

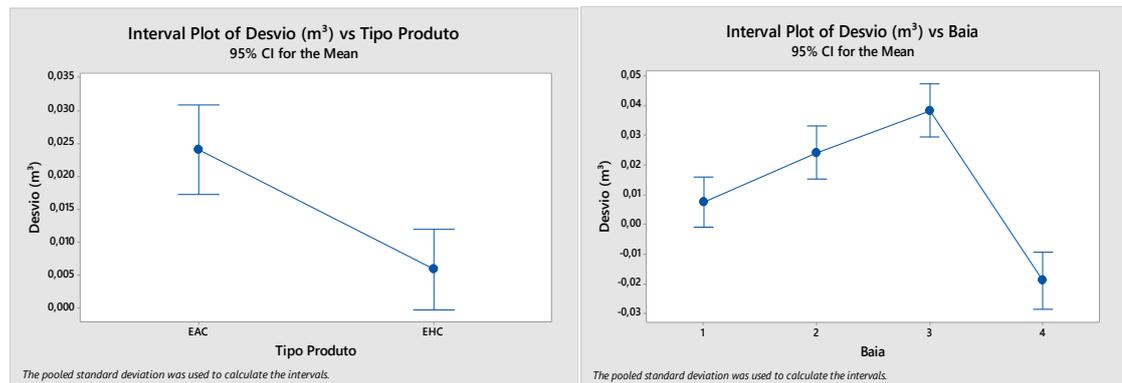
Tabela 3 - Resultados da ANOVA (desvios, m^3).

Antes - Tipo de Produto					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Baía	1	0,1502	0,150241	15,31000	<0,001
Error	1828	17,9363	0,009812		
Total	1829	18,08865			
Antes - Baía					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Baía	3	0,7826	0,260881	27,53	<0,001
Error	1826	17,039	0,009476		
Total	1829	18,0865			

Fonte: Autor (2020).

Na análise referente ao tipo de produto os intervalos de confiança não se sobrepõem conforme figura 19 o que indica que a diferença entre eles pode ser significativa, o mesmo ocorre com relação a baía 4 com relação as demais baias de descarregamento.

Figura 19 – Intervalos de confiança 95% para as medias dos desvios (m^3) (Antes).



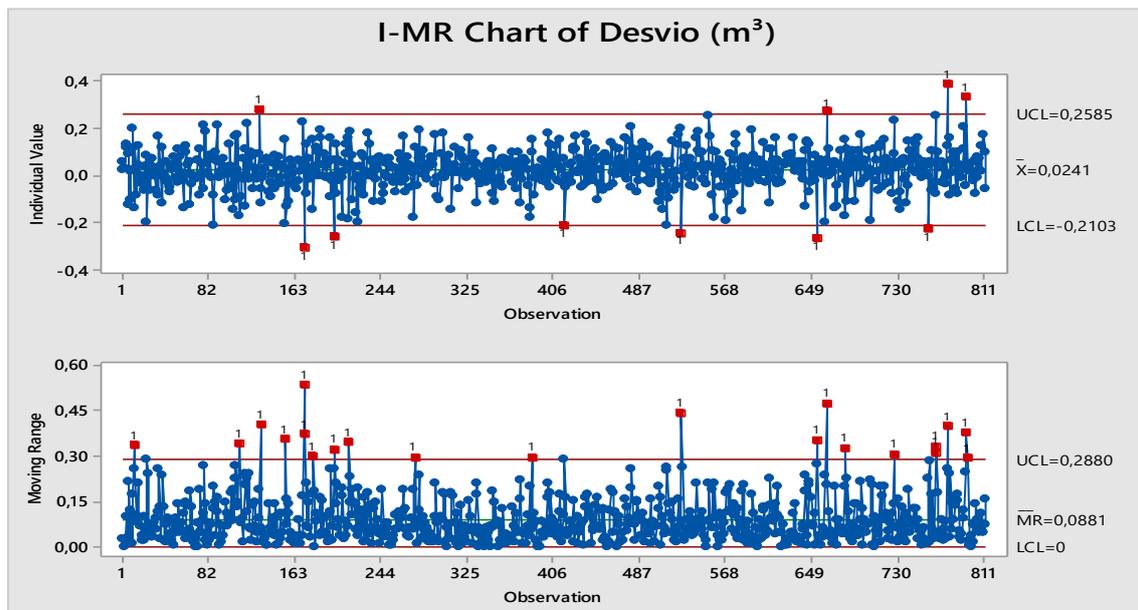
Fonte: Autor (2020).

- **Gráficos de controle de qualidade**

Nesta seção, são apresentados gráficos de controle de qualidade para os desvios (m^3) relacionados aos tipos de produto e baias.

As Figuras 19 e 20 correspondem as cartas de controle dos dados de descarregamentos realizados no Terminal no ano de 2019. Nelas foram analisados os descarregamentos por tipo de produto sendo EHC (etanol hidratado combustível) e EAC (etanol anidro combustível). Neste período foram identificados pontos fora dos limites de controle e média de variação elevada.

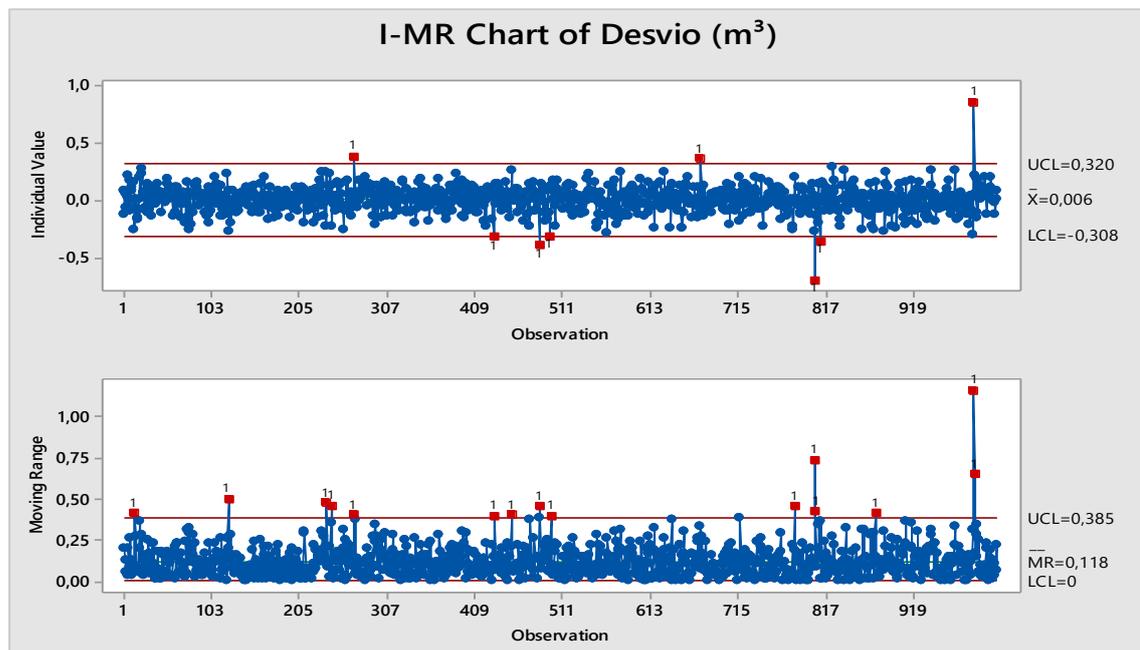
Figura 20 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para o produto EAC (Antes).



Fonte: Autor (2020).

A primeira parte do gráfico monitora os valores individuais da amostra e a variação do processo, esta série geralmente é usada para estimar a média e o desvio padrão da amostra que são utilizados para produzir limites de controle para intervalos individuais. Na segunda parte do gráfico encontram-se os valores derivados dos dados sequenciais ordenados por tempo. Cada ponto do intervalo é calculado como $X_n - X_{n-1}$ e, portanto, teremos um ponto de dados menor do que o gráfico individual.

Figura 21 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para o produto EHC (Antes).

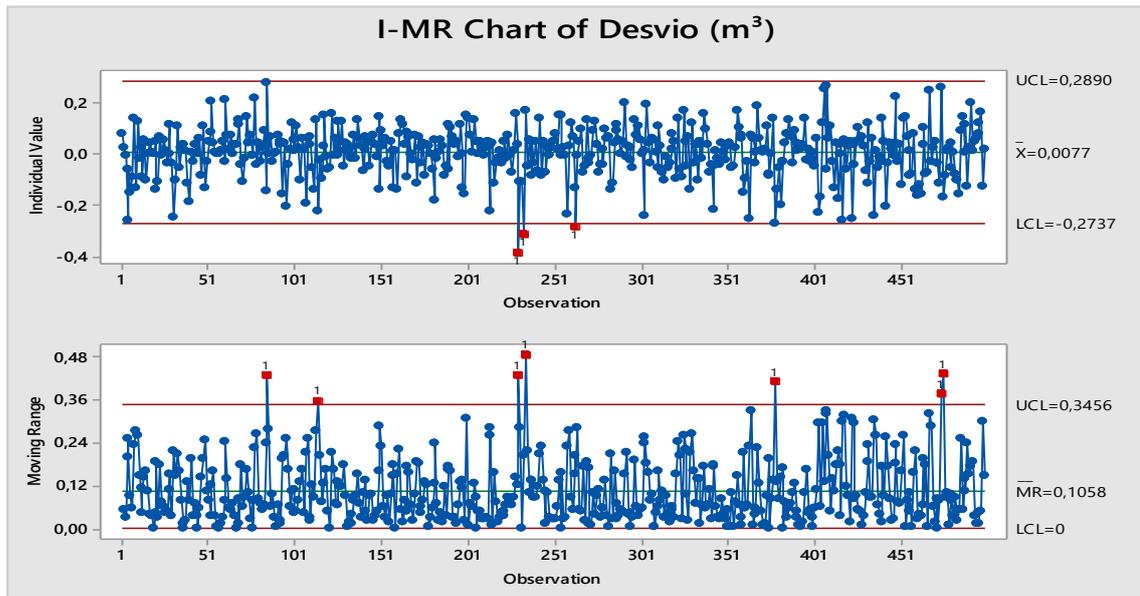


Fonte: Autor (2020).

As figuras 21,22,23 e 24 correspondem as descargas realizadas nas baias dos produtos EHC e EAC, onde podemos verificar que em todas as baias de descarregamento tivemos ocorrências onde os limites inferiores e superiores de controle foram ultrapassados caracterizando assim um processo fora de controle destes podemos destacar os seguintes pontos;

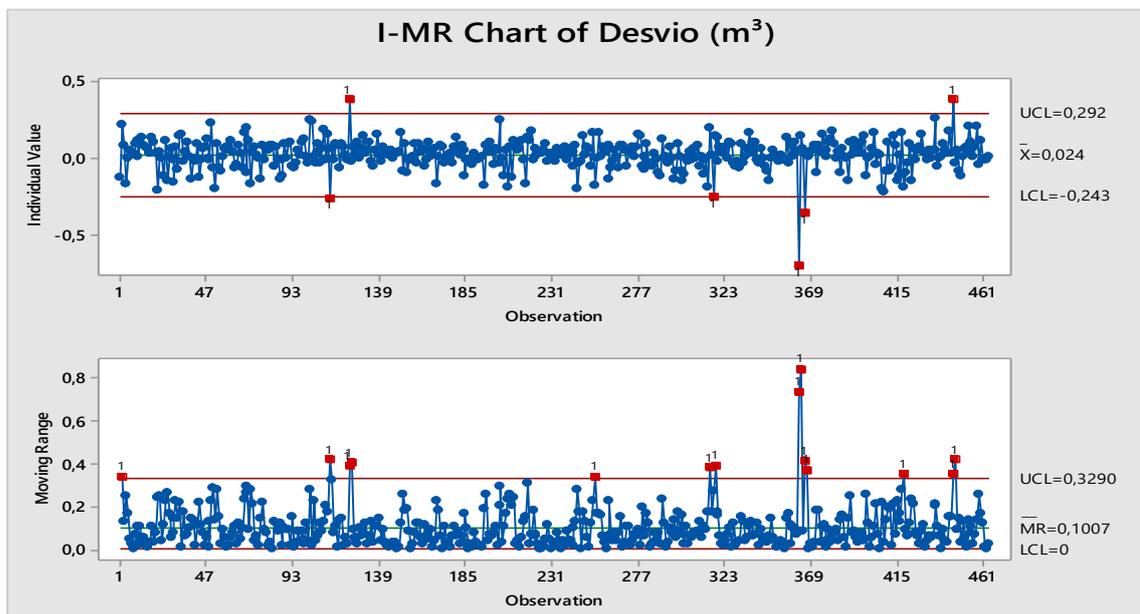
O fornecedor CSA descarregou 66 caminhões e, destes, 10 apresentaram desvio fora do admissível, esta verificação foi possível cruzando os dados analisados com os dados extraídos diretamente do sistema. Neste caso em específico os resultados referentes aos limites de controle foram LSC = 0,58 % e LIC = -0,55 % ficando assim acima dos Limites Admissíveis, estabelecidos no início da operação que era de $\pm 0,50\%$, caracterizando deste modo um processo fora de Controle.

Figura 22 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para a Baía 1 (Antes).



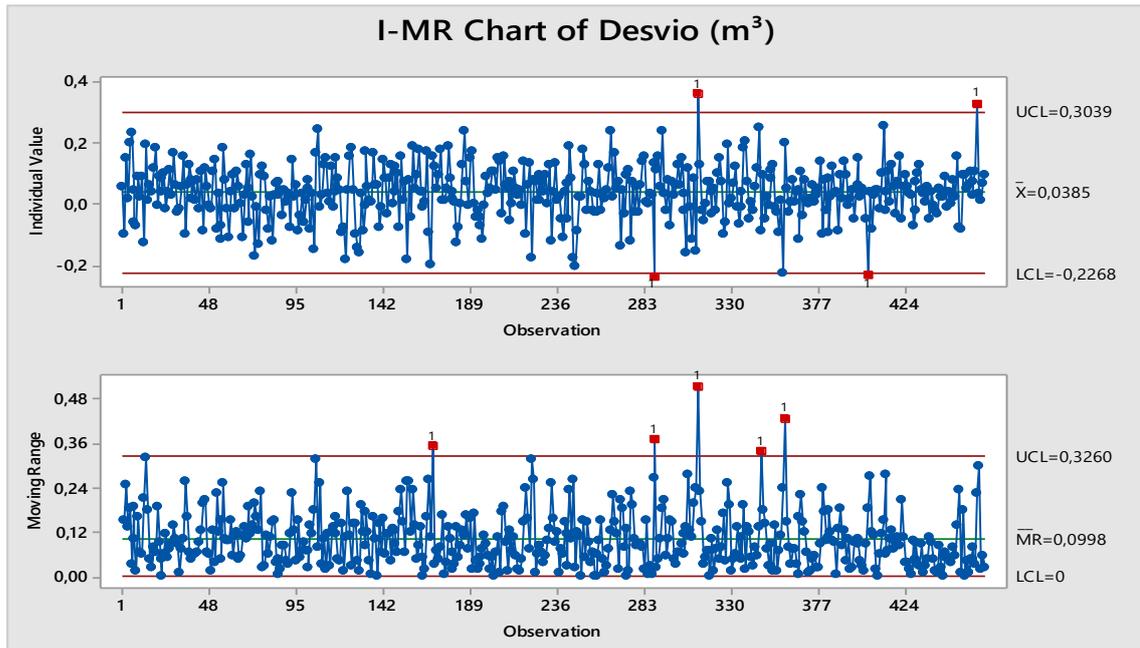
Fonte: Autor (2020).

Figura 23 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para a Baía 2 (Antes).



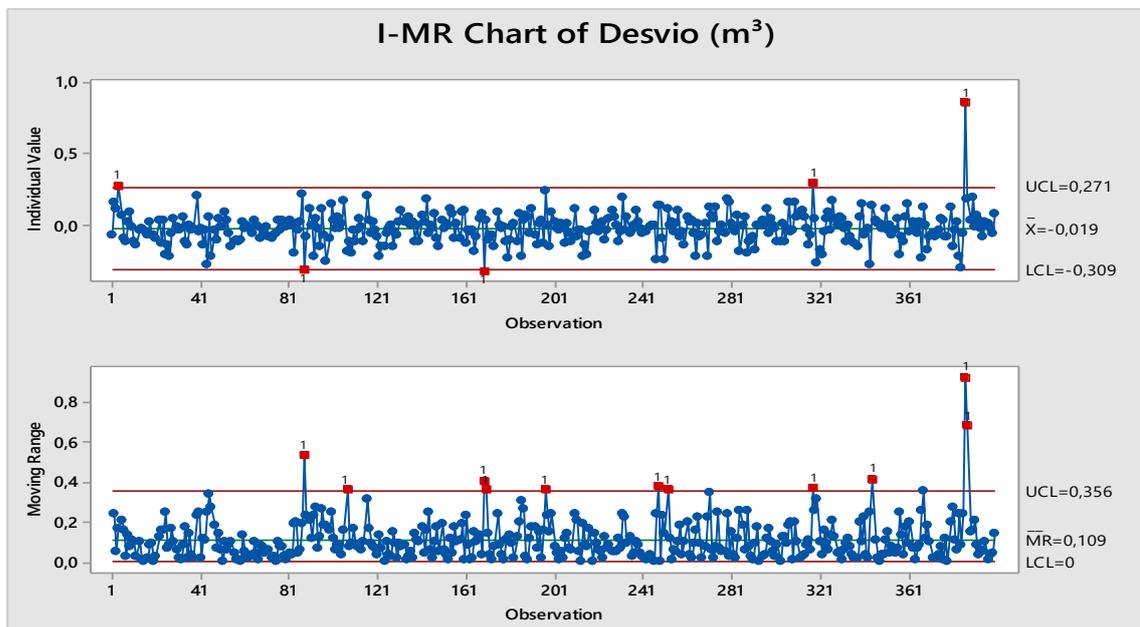
Fonte: Autor (2020).

Figura 24 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para a Baía 3 (Antes).



Fonte: Autor (2020).

Figura 25 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para a Baía 4 (Antes).



Fonte: Autor (2020).

Ao analisar o desempenho individual das baias foram constatadas disparidades entre o *Kfactor* (fator de calibração 1 e 3 o que pode explicar as diferenças principalmente se tratando das descargas de EAC (etanol anidro combustível). As demais baias de descarregamento também apresentaram pequenas diferenças em se tratando dos descarregamentos de EAC, o que sugere uma necessidade de verificação dos parâmetros de calibração dos instrumentos de medição.

Ao realizar a análise considerando todos os descarregamentos foi identificado a necessidade de estabelecer critérios de apuração das diferenças entre o volume medido pelos SKIDS do Terminal, em comparação com o volume discriminado na DANFE.

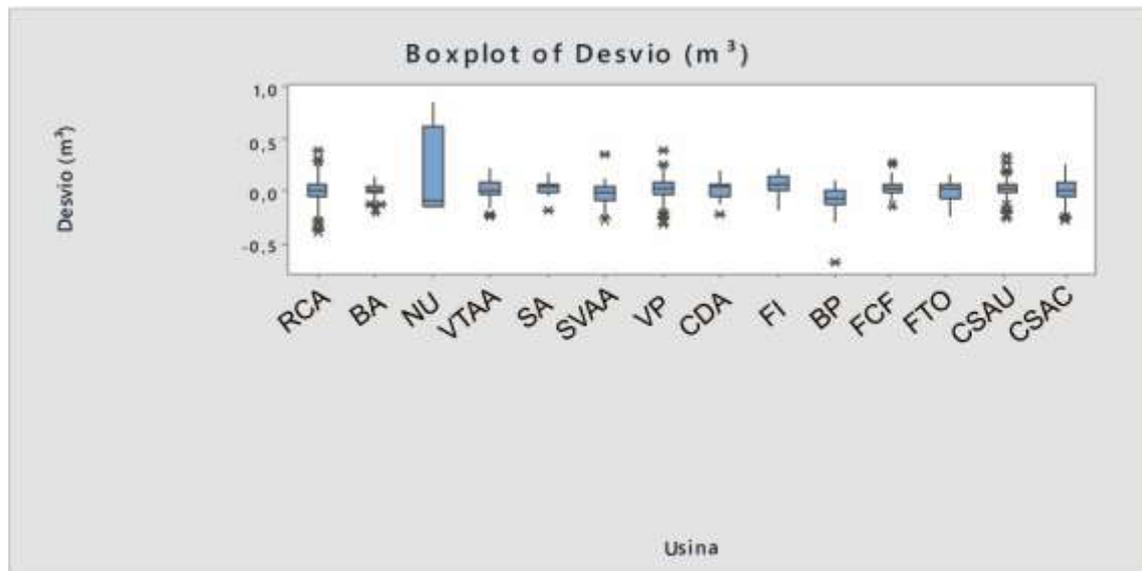
A partir destes resultados, foi possível propor ações para corrigir os desvios encontrados.

- **Análise por usina**

Nas Figuras a seguir são apresentados os Box-plots e gráficos de intervalos de confiança 95% para as medias dos dados de desvios por usina.

Ao realizar a análise por usina distribuidora foi possível verificar alguns *outliers*, no entanto o que mais chamou atenção foi variação elevada da Destilaria NU, que pela análise demonstrou ter o processo de carregamento totalmente fora de controle, o que logicamente impacta no processo de descarregamento do terminal.

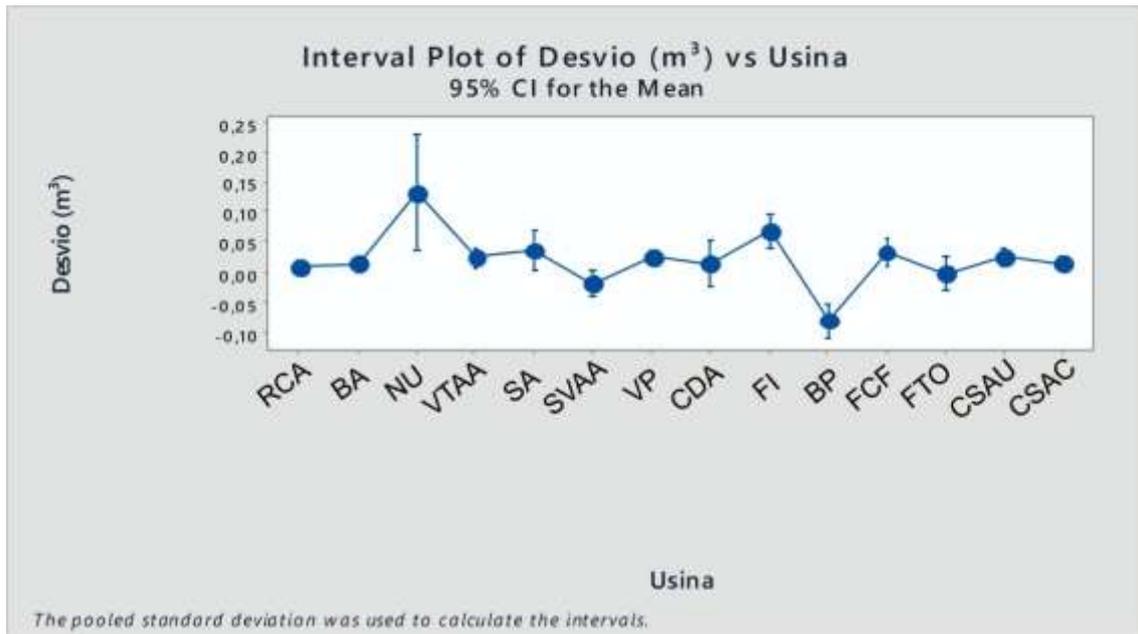
Figura 26 – Box-plots para os desvios (m^3) para as usinas (Antes).



Fonte: Autor (2020).

Ao expandir a análise utilizando os intervalos de confiança ficou evidente o baixo desempenho da Usina NU, bem como uma tendência de falta elevada da Destilaria BP. Vale ressaltar que no caso da Usina BP ainda tem como fator agravante que ela não registrou tantas operações como as demais Usinas, o que torna suas faltas bem mais representativas.

Figura 27 – Gráficos para os intervalos de confiança para as medias dos desvios (m^3) para as usinas (Antes).

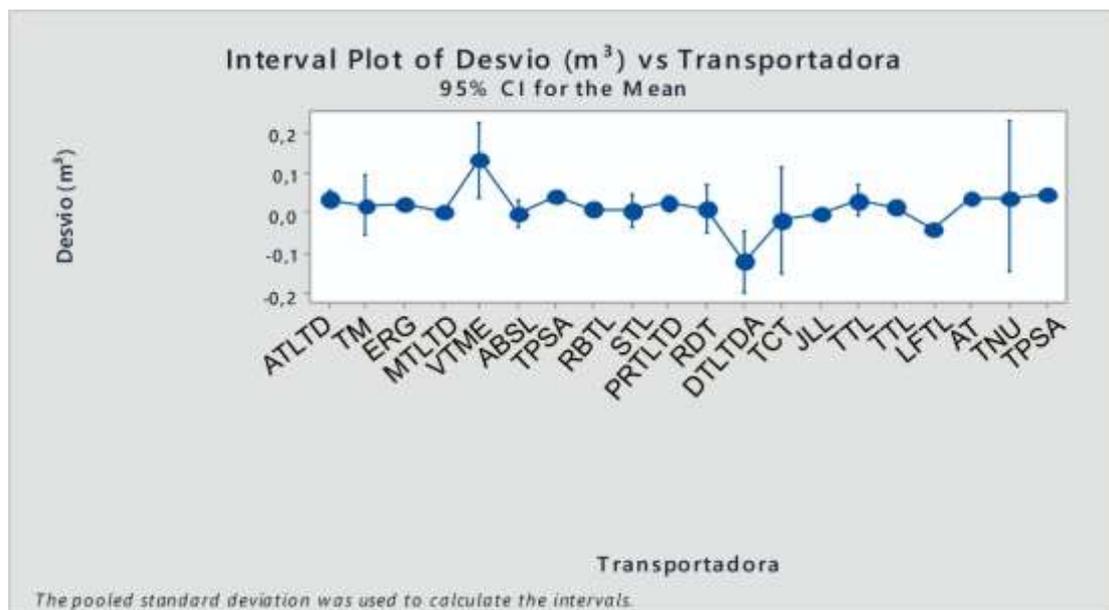


Fonte: Autor (2020).

- **Análise por transportadora**

Nas Figuras a seguir são apresentados os gráficos dos intervalos de confiança 95% para as medias dos dados de desvios por transportadora.

Figura 28 – Gráficos dos intervalos de confiança 95% para os desvios (m^3) para as transportadoras (Antes).



Fonte: Autor (2020).

Com relação ao transportador a empresa DTLTDA obteve (média: -0,0917%) apresentaram desvios notadamente na metade inferior da Carta de Controle, com destaque para as placas BAP2786 (média: -0,1443%); EFU9711 (média: -0,1149%); FTF2501 (média: -0,1164%); KWW4606 (média: -0,2057%); OAT4328 (média: -0,1698%);OBJ6079 (média: -0,1347%); OBK9680 (média: -0,1224%); PDG7569 (média: -0,1436%); PEA3228 (média: -0,1570%) e PXF5447 (média: -0,0801%) que se destacaram pelo mau desempenho em suas descargas.

4.6 Etapa melhorar

Na etapa melhorar, a primeira medida tomada foi a elaboração de um check-list conforme figura a seguir. Este formulário passou a ser usado sempre que fosse identificada uma diferença superior a 0,2% (**para mais ou para menos**) entre o volume apurado no skid e o volume manifestado na NF de origem (corrigidos a 20° C) após descarga do CT.

Figura 29 – Verificação de não conformidade.

VERIFICAÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE				
TERMINAL:				
Transportadora	Placa do CT	Nº do Agendamento	Data da Ocorrência	
Motorista Envolvido:				
Supervisor (nome/matricula):				
Operador (nome/matricula):				
VERIFICAÇÃO DE NÃO CONFORMIDADE			SIM	NÃO
1 - Após a descarga foi identificado diferença > 0,5?				
2 - Durante a verificação do tanque antes da descarga foi observado nível de produto abaixo ou acima da seta?				
3 - Foi verificado anomalias (violação) na parte física do laço?				
4 - Foi verificado divergência nos números dos laços entre o apresentado no CT e a Danfe?				
5 - Foi constatado algum problema ou vazamento nas válvulas de saída do CT?				
6 - Foi evidenciada alguma violação na escotilha do CT?				
7 - Foi drenado o vaso desaerador e/ou linhas do SKID antes da descarga?				
8 - Durante a descarga foi verificado algum derramamento de produto entre as conexões?				
9 - Foi verificado aumento de volume do tanque de drenagem?				
10 - Foi verificado se existe remanescente de produto em algum dos compartimentos do CT?				
11 - Em caso desvio, a nota fiscal foi verificada junto ao Assistente de Programação?				
12 - O CT foi trocado de baía após o início da descarga?				
13 - O motorista relatou sobre alguma anomalia durante o trânsito Usina / Terminal?				
14 - Foi emitida Carta de Não Conformidade?				
DESVIOS OBSERVADOS:				

Anexo A do PRO-O&M-003-rv06

Fonte: Autor (2020).

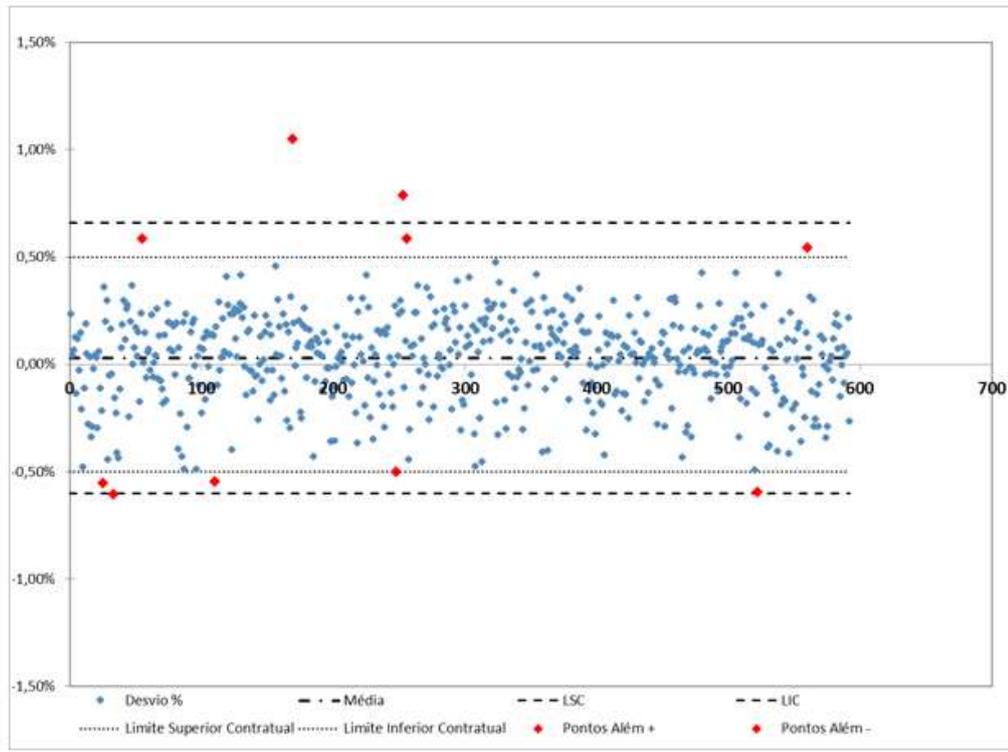
Essa verificação tem como intuito conferir, no ato da constatação da sobra ou falta, se houve algum problema no processo que justifique a ocorrência. Após a verificação, caso não seja constatada alguma falha no processo, é emitida uma não conformidade e em seguida encaminhada para o transportador informando sobre a falta identificada e alertando sobre os limites estabelecidos.

Com a adoção deste procedimento, a operação também passou a monitorar o desempenho SKID que apresentou desvio acima do limite estabelecido. Desta maneira, no caso de nova ocorrência de desvio na mesma baía de descarregamento nas duas operações subsequentes, o equipamento é paralisado e a manutenção é acionada para realizar uma nova calibração do equipamento.

Outra ferramenta implementada durante esta fase foi a adoção das cartas de controle, nas quais os operadores responsáveis pelo controle da operação foram treinados para extrair os dados operacionais contidos na lista de descarregamento detalhada e exportá-los para uma planilha de controle.

Nesta planilha, após a análise dos dados, a equipe local definiu alguns critérios para realização da padronização do processo. A primeira mudança foi a realização da redução do limite de perdas e sobras passando de 0,5% para 0,2% para mais ou para menos. Essa medida foi implementada pois os dados mostraram, a partir da análise estatística apresentada na seção previa, e evidenciada na figura a seguir, que alguns veículos estavam trabalhando dentro da margem de 0,5% para justificar as constantes faltas registradas no processo de descarregamento. Assim, eles não ultrapassavam o limite mesmo apresentando um desempenho ruim.

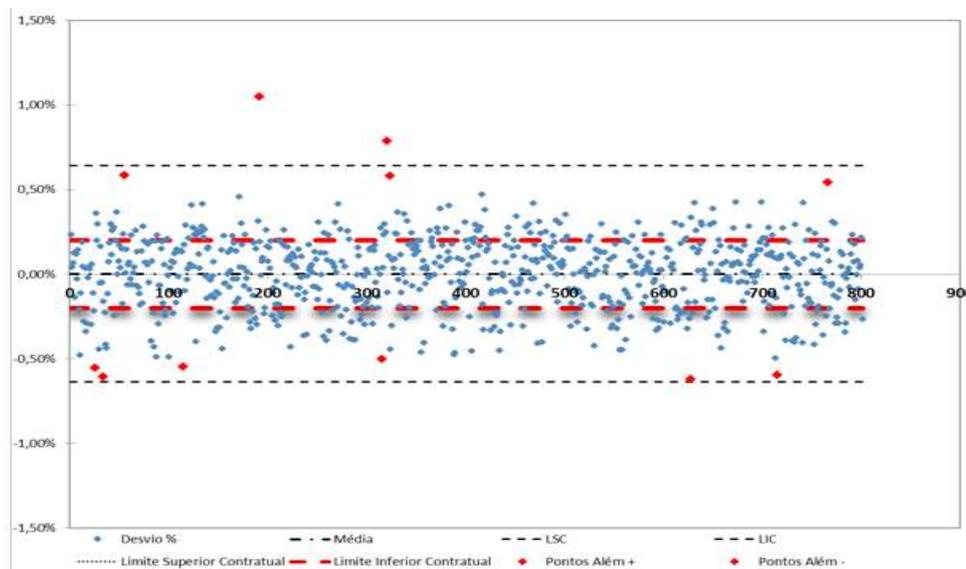
Figura 30 – Limites de controle a 0,5 %.



Fonte: Autor (2020).

Esta hipótese foi comprovada quando reduzimos o limite para 0,2% conforme proposto durante a adoção do check-list, onde ficou evidente que os pontos indicados no gráfico além dos limites inferior e superior de controle eram bem menores se comparada a massa de dados que se encontrava dentro da faixa de controle anterior conforme figura a seguir.

Figura 31 – Limites de controle a 0,2 %.



Fonte: Autor (2020).

Tabela 4 - Estatísticas descritivas dos desvios (m³).

Depois					
Variable	Tipo de Produto	N	Mean	STDev	Variance
Desvio (m ³)	EAC	813	0,000477	0,001607	0,000003
	EHC	1017	0,000138	0,002112	0,000004
Variable	Baia	N	Mean	STDev	Variance
Desvio (m ³)	1	499	0,000201	0,001870	0,000003
	2	464	0,000495	0,001838	0,000003
	3	467	0,000715	0,001651	0,000003
	4	400	-0,000338	0,002147	0,000005

Fonte: Autor (2020).

A partir dos resultados obtidos na Tabela 4, observa-se grande melhoria no processo (grande diminuição dos desvios) onde utilizando os desvios padrões amostrais obtivemos menores medias amostrais após o uso das técnicas DMAIC. Conforme pode-se de verificar pelos box-plot as diferenças comportamentais entre os diferentes grupos da variável estudada. Comparando os fatores tipo de produto e baias, percebe-se além de grande diminuição da variabilidade com menores variâncias, um indicativo de grande melhoria nas perdas.

Tabela 5 - Resultados da ANOVA (desvios, m³).

Depois - Tipo de Produto					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Baia	1	0,1502	0,150241	15,31000	<0,001
Error	1828	17,9363	0,009812		
Total	1829	18,08865			
Depois - Baia					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Baia	3	0,7826	0,260881	27,53	<0,001
Error	1826	17,039	0,009476		
Total	1829	18,0865			

Fonte: Autor (2020).

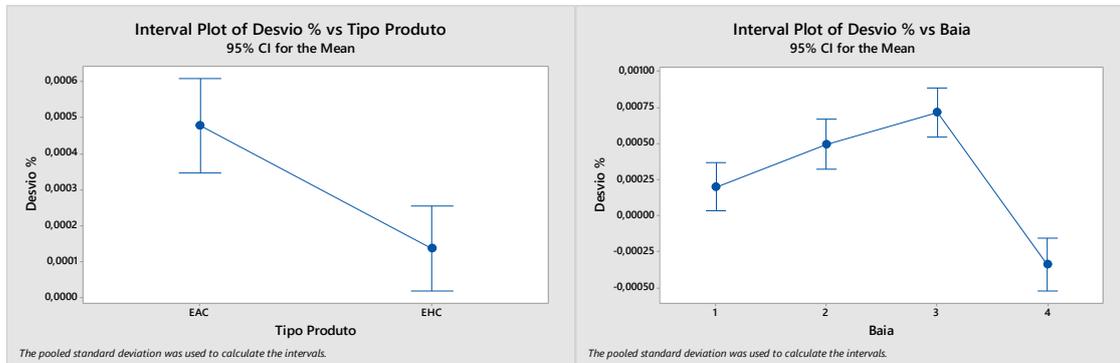
Dos resultados da Tabela 5, observa-se diferenças significativas entre as médias (valor-p < 0,05) em todos os casos.

Na Figura 32 são apresentados os gráficos dos intervalos de confiança 95% para as medias dos desvios (m³) para tipo de produto e baia depois do uso de técnicas de controle (uso do software estatístico Minitab®)

Com esses gráficos, é possível verificar se as medias são estatisticamente diferentes. As suposições necessárias para o modelo de ANOVA Normalidade e variância constante dos erros),

foram verificadas a partir de gráficos dos resíduos. A verificação dessas suposições garante a validade das inferências obtidas

Figura 32 - Box-plots dos desvios (m^3).



Fonte: Autor (2020).

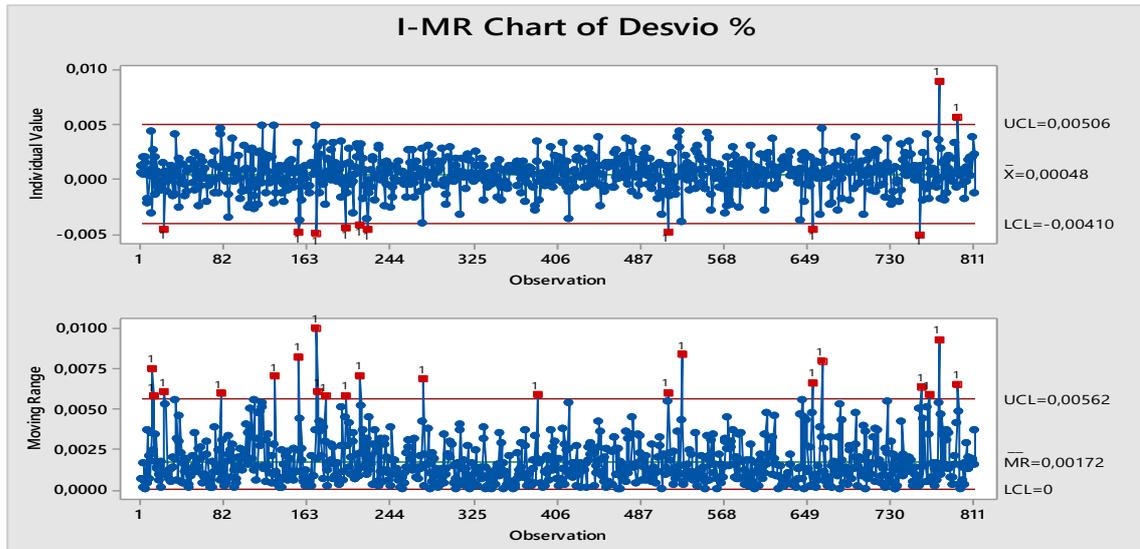
Observa-se que o tipo de produto EHC apresenta menores desvios quando comparados ao produto EAC antes e depois da intervenção.

Da mesma forma, observa-se que os desvios para a Baia 1 apresenta menores desvios. Tal fato pode estar associado as características construtivas do medidor de vazão, pois apesar de serem do mesmo modelo que as demais baias de descarregamento ou seja do tipo “*coriollis*”, o medidor da baia 1 foi adquirido de um lote posterior, que tem como característica uma maior precisão de medição o que pode interferir na variabilidade do processo.

Vale ressaltar que está baia fica posicionada logo abaixo do pipe-rack de distribuição dos tanques. Sendo assim a pressão de sucção é menor neste ponto o que também pode explicar esse fenômeno.

A partir dos gráficos de controle da Figura 32, observa-se grande melhoria no processo (grande diminuição dos desvios em termos de medias e amplitudes de variabilidade) e poucas observações fora dos limites inferiores e superiores de controle após o uso de técnicas de controle para o produto EAC.

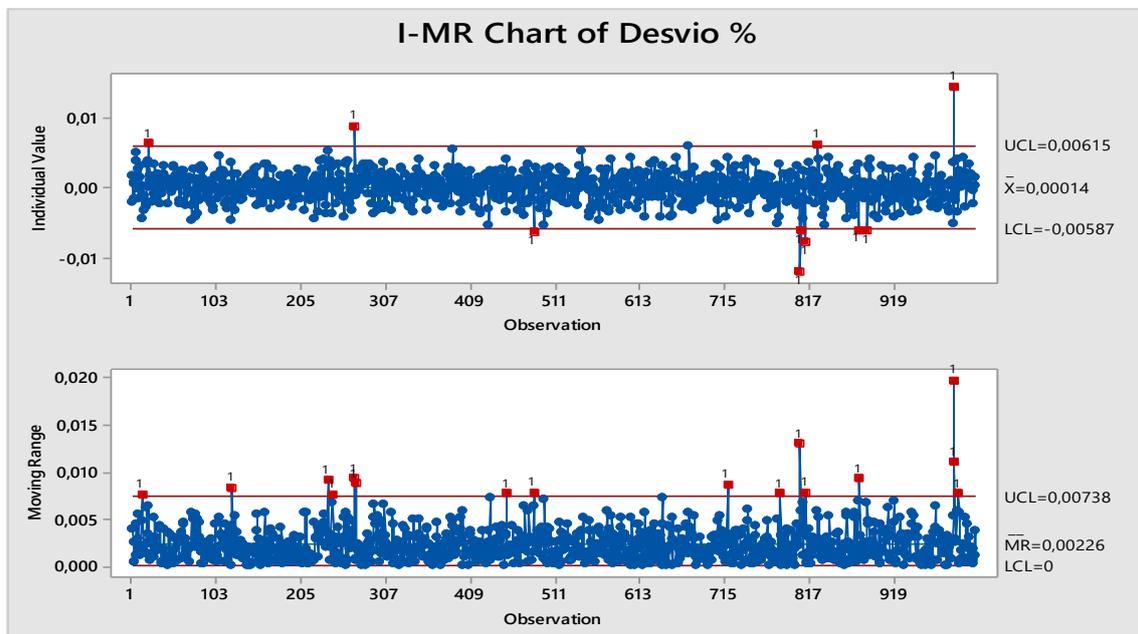
Figura 33 – Gráficos de controle para os desvios (m³) para o produto EAC.



Fonte: Autor (2020).

Os gráficos de controle da Figura 33, observou-se uma melhoria significativa do processo com uma redução significativa dos pontos fora de controle além das técnicas de verificação no caso do EAC foram atualizados os *Kfactors* (fatores de calibração) dos medidores volumétricos.

Figura 34 – Gráficos de controle para os desvios (m³) para o produto EHC.

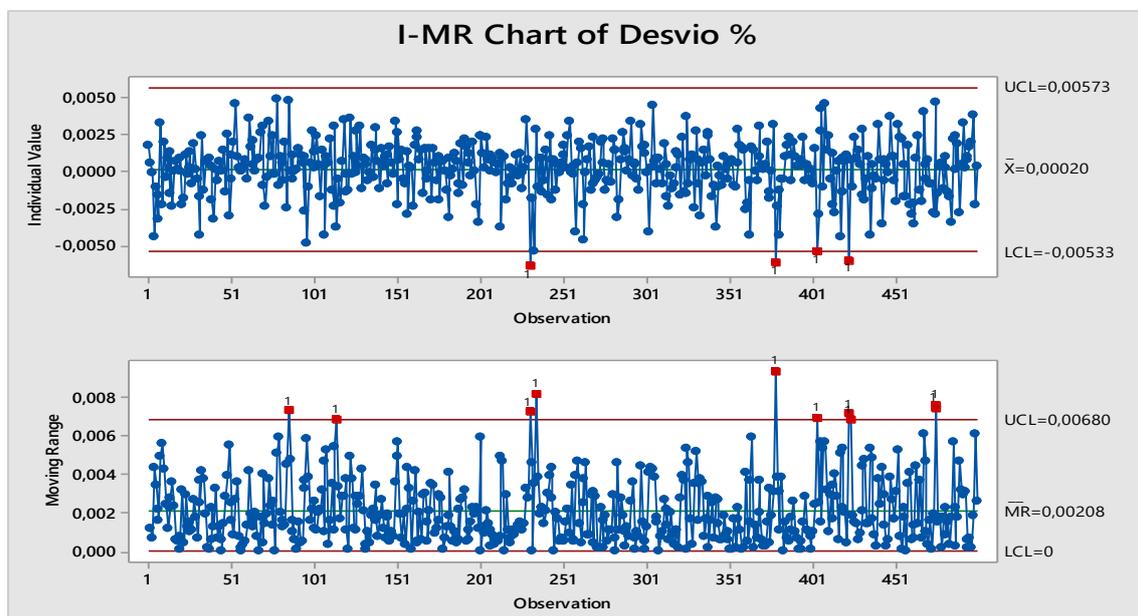


Fonte: Autor (2020).

A Figura 35, demonstra uma melhora no desempenho da baia 1, onde foi possível perceber uma redução da variabilidade, no entanto ainda com alguns pontos tendendo a um processo sem estabilidade.

Ao realizar uma análise mais aprofundada nos históricos de manutenções preventivas, foi evidenciado que ocorreu uma alteração no “K fator” durante o processo de calibração o que pode ter contribuído para os pontos os quais evidenciavam algum tipo de estabilidade, ou seja a análise dos dados pode ter sido realizada antes do ajuste da calibração, o que justificaria a existência de alguns pontos isolados fora do limite de controle.

Figura 35 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para a Baia 1 (Depois).



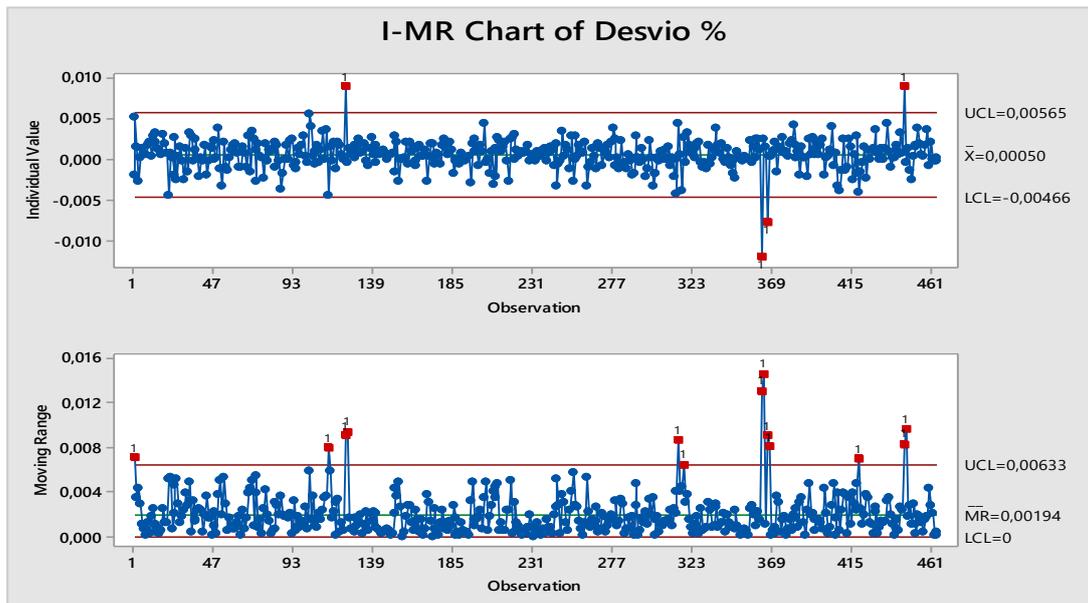
Fonte: Autor (2020).

Os gráficos de controle da Figura 36, observa-se diminuição dos desvios em termos de médias e amplitudes de variabilidade onde foi possível verificar poucos pontos fora de controle.

No entanto podemos verificar mesmo com a melhoria alguns pontos fora dos limites de controle. Ao realizar uma análise mais aprofundada do processo podemos observar que alguns carregamentos provenientes das Usinas NU e BP as quais apresentaram maiores médias de desvios realizaram seus descarregamentos nestas baias.

Ou seja, o que deixa claro que os equipamentos mesmo estando com as manutenções e calibrações dentro do prazo estipulado pela legislação, as situações externas, ou seja a qualidade do carregamento realizado nas Usinas distribuidoras influenciam diretamente na precisão da apuração volumétrica nas unidades receptoras.

Figura 36 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para a Baia 2 (Depois).

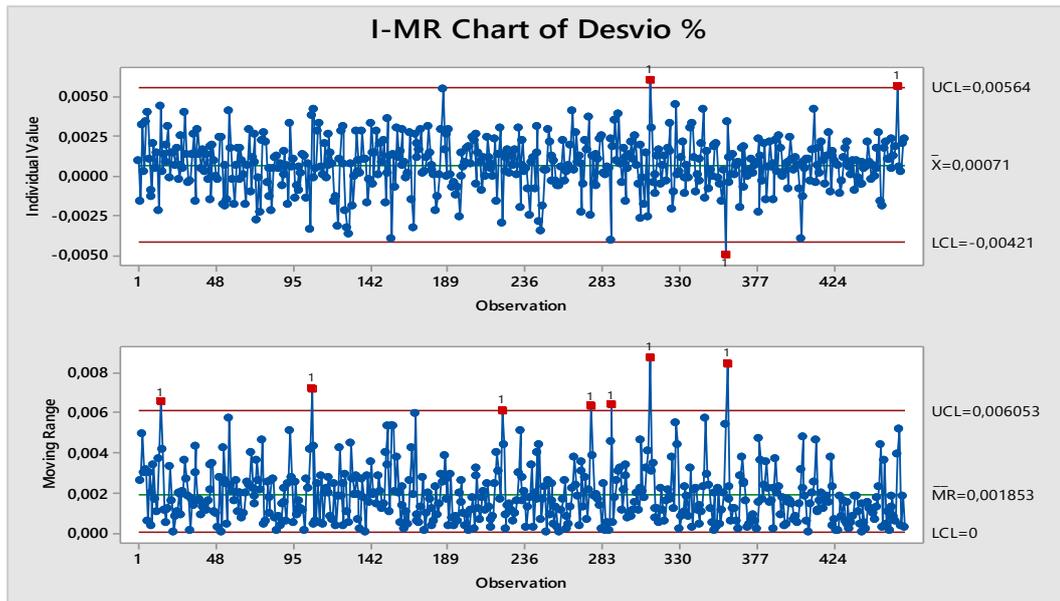


Fonte: Autor (2020).

A Figura 37, representa o processo da Baia 3, onde foi possível identificar uma melhoria no processo com poucos pontos fora de controle com uma tendencia de estabilidade do processo, com pouca variabilidade.

Vale lembrar que ao realizar uma análise mais aprofundada dos dados, foi constatado que nesta baia foram realizadas descargas em sua maioria de Usinas com bom desempenho, ou seja, acreditamos que a qualidade externa dos carregadores neste caso influenciou positivamente no bom desempenho das medições. Outro ponto interessante é que os pontos identificados como fora de controle tratava-se de motoristas com desempenho ruim também em outras baias de descarregamento.

Figura 37 – Gráficos de controle para os desvios (m³) para a Baia 3 (Depois).



Fonte: Autor (2020).

A partir dos gráficos de controle da Figura 38, observa-se que a Baia 4 teve uma melhora expressiva com relação as observações fora de controle e variabilidade do processo.

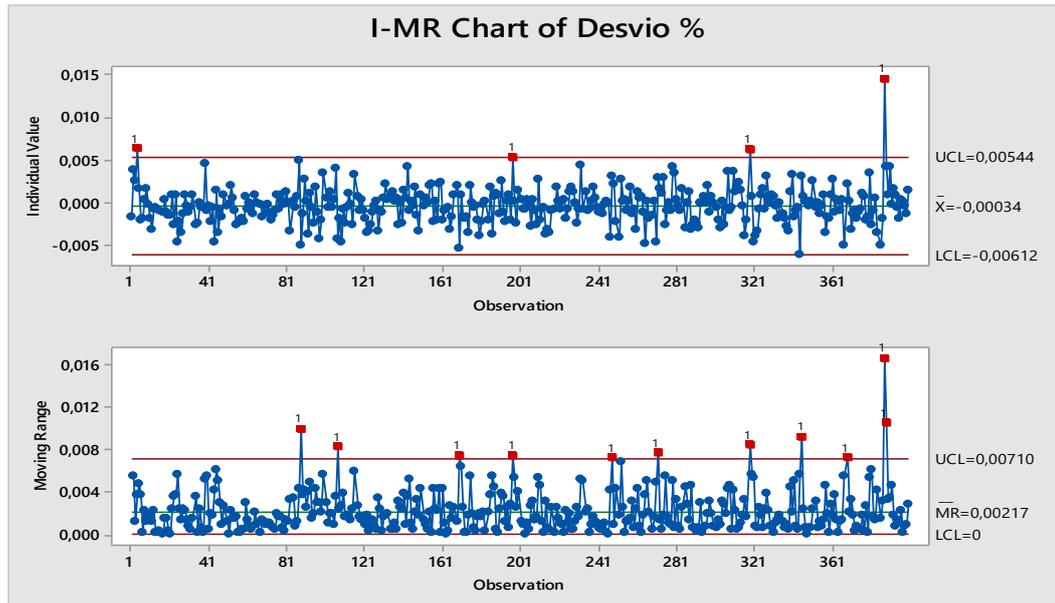
Este fato pode ser explicado quando levantamos os dados referentes a manutenção preventiva, o seja, quando foi identificado uma variabilidade anormal no processo desta baia de descarregamento o equipamento passou por um novo processo de calibração o qual apresentou falhas no sensor de temperatura o qual é um instrumento crucial para conversão do volume a 20° conforme premissa da ANP.

Após realizada a substituição do equipamento as medições volumétricas ficaram dentro dos padrões aceitáveis de processo.

Esta observação ressalta a importância de uma avaliação multidisciplinar durante as avaliações de um processo, pois evidencia a necessidade da avaliação global a fim de se identificar a causa raiz do problema em questão.

Neste caso ao analisar os controles das manutenções preventivas e corretivas do equipamento foi possível identificar o que poderia estar causando a anomalia do processo, desta maneira a intervenção realizada foi mais simples e assertiva, possibilitando assim uma melhora expressiva no desempenho do equipamento e conseqüentemente na qualidade do processo de apuração volumétrica.

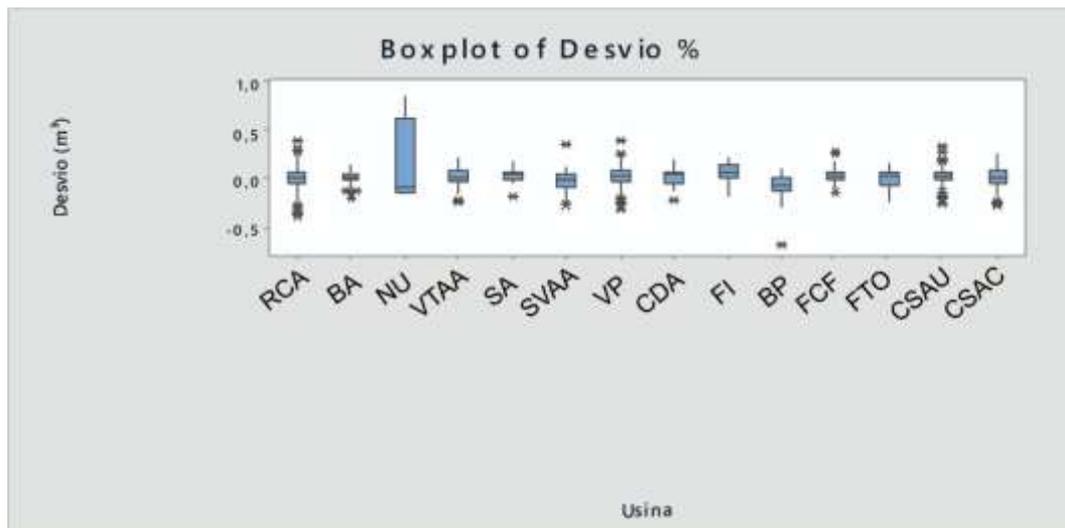
Figura 38 – Gráficos de controle para os desvios (m^3) para a Baía 4 (Depois).



Fonte: Autor (2020).

A partir dos box-plots da Figura 39, observa-se grande variabilidade nos desvios para a usina Usina NU. Neste caso ao analisar junto ao fornecedor foi constatado que a unidade realiza todos os carregamentos manualmente, ou seja, provavelmente está variabilidade esteja ocorrendo devido à falta de padronização de seus processos. Em geral também se observa uma grande diminuição dos desvios após o procedimento (intervenção) de controle.

Figura 39 – Box-plots para os desvios (m^3) para as usinas (Depois).

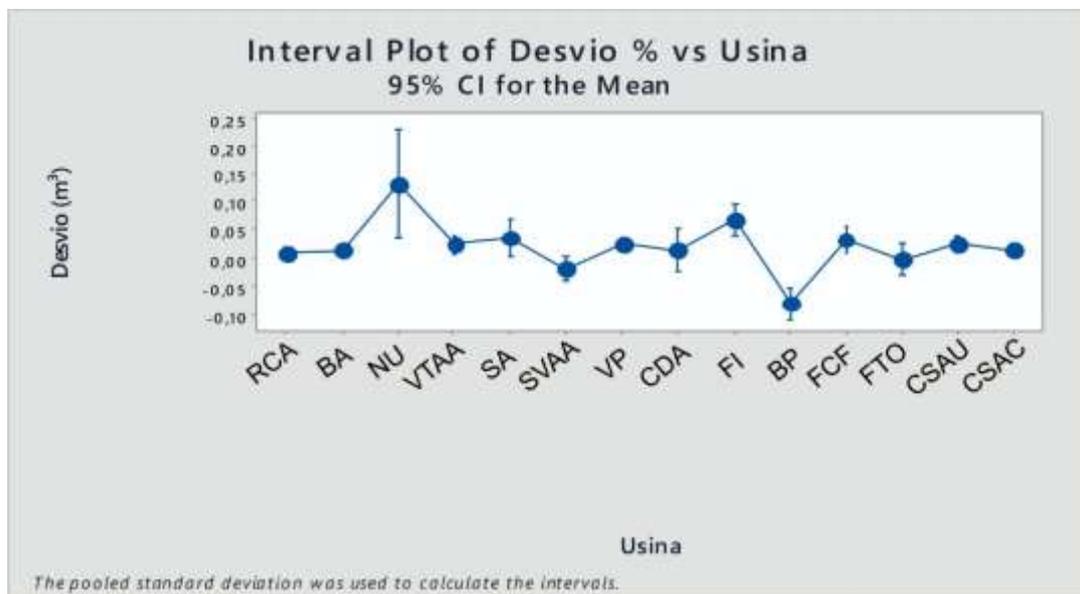


Fonte: Autor (2020).

A partir dos intervalos de confiança 95% da Figura 40, observa-se grande melhoria no processo (grande diminuição dos desvios) após o uso de técnicas de controle. Observa-se que as usinas NU e B P apresentam as maiores medias de desvios (antes-depois).

Lembrando que as Usinas supracitadas apesar de realizar os carregamentos de maneira manual ou seja sem uma precisão com relação ao processo de medição de volumes elas realizaram poucos carregamentos, o que pode também justificar as maiores médias de desvios durante a realização das análises.

Figura 40 – Gráficos para os intervalos de confiança para as medias dos desvios (m^3) para as usinas.



Fonte: Autor (2020).

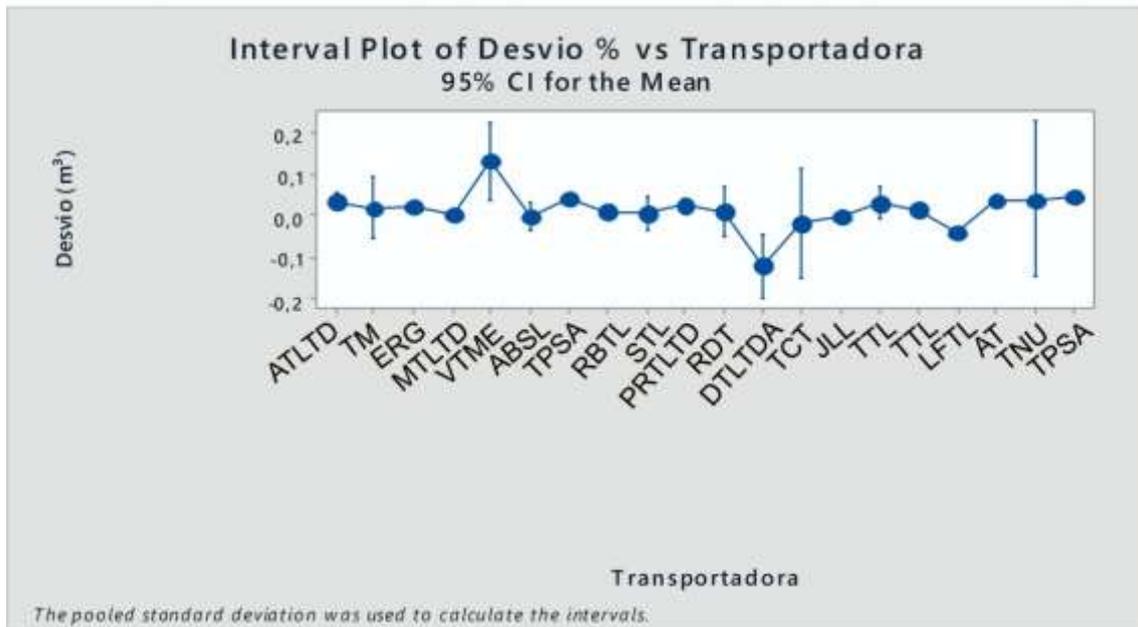
A partir dos intervalos de confiança 95% da Figura 41, observa-se grande melhoria no processo (grande diminuição dos desvios) após o uso de técnicas de controle. Observa-se que as transportadoras VT-ME e DTLTDA apresentam as maiores médias de desvios (antes-depois).

A partir destes dados foi constatado que se tratava de problemas pontuais, a partir daí foram realizadas mais uma série de análises as quais foram possíveis extrair quais os motoristas estavam realizando o carregamento, a ação posterior foi realizar a exclusão da transportadora/motoristas das rotas.

Ou seja, neste caso foi constatado que o equipamento de apuração volumétrica não apresentava falhas, ou seja, calibrações e manutenções em dia. Por sua vez a Usina fornecedora também estava com seus processos de carregamento dentro dos limites de controle, desta maneira

a análise foi ampliada e foi possível verificar que a transportadora estava com constantes médias negativas em seu processo de apuração o que culminou com a sua exclusão.

Figura 41 – Gráficos dos intervalos de confiança 95% para os desvios (m^3) para as transportadoras.



Fonte: Autor (2020).

4.7 Etapa controlar

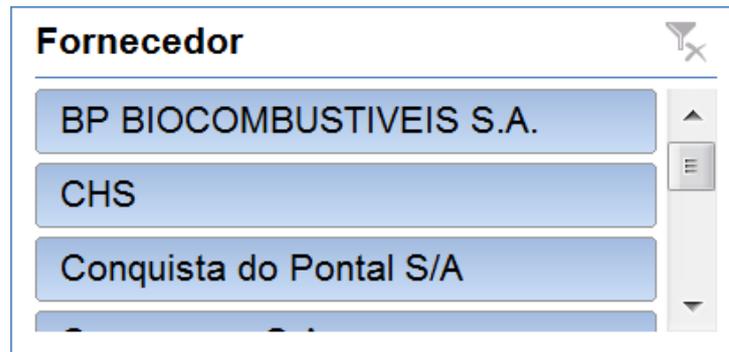
Na etapa de controle, foi desenvolvida uma ferramenta que permite a segmentação de dados do processo. Isto permite de maneira rápida que os dados das descargas possam ser filtrados de diferentes modos. Nesta ferramenta, na aba “Gráfico”, é possível selecionar a visualização de descargas separados por Fornecedor, SKID, Planta (Ou Usina), Mês, Dia, Transportadora e Placa do Veículo.

Para ser uma ferramenta acessível aos demais operadores do terminal, ela foi desenvolvida em formato Excel, desta maneira o operador pode exportar diretamente o relatório do sistema SGT diretamente para a ferramenta e iniciar as análises diárias necessárias.

Como nesta ferramenta foi inserida a análise por meio da carta de controle, o operador pode utilizar o recurso dos filtros, conforme ilustrado na figura 42, e realizar a análise conforme seleção desejada.

Nesta opção, é possível selecionar uma única categoria, ou mais de uma. Desta maneira o operador consegue uma seleção mais precisa dos dados desejados.

Figura 42 – Exemplo de filtro da Segmentação de Dados.



Fonte: Autor (2020).

Abaixo segue a lista dos filtros disponíveis:

- Fornecedor
- SKID
- Planta
- Transportadora
- Mês
- Dia
- Placa Veículo
- Após IPT? (Se o skid já foi calibrado pelo IPT)
- Desvio Admissível? (Se o desvio volumétrico acusado é abaixo do 0,2%)
- Motorista

De posse das informações extraídas nestes gráficos, os operadores são capazes de identificar rapidamente, conforme figura 42, o desempenho dos Skids de descarregamento, transportadoras, fornecedores e motoristas podendo tomar ações corretivas através dos indicadores de desempenho.

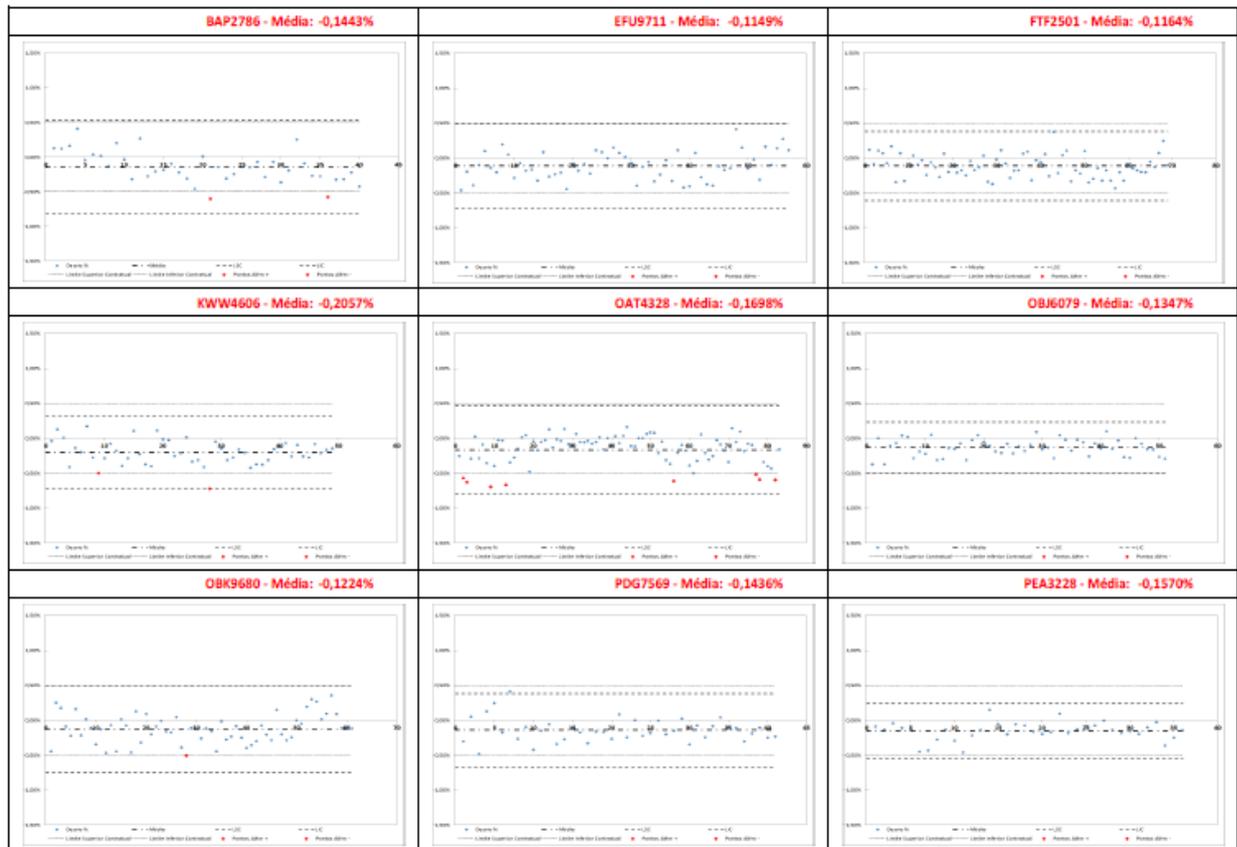
Figura 43 – Exemplo de carta de controle Skids.



Fonte: Autor (2020).

Paralelamente, a mesma ferramenta passou a ser utilizada para analisar o desempenho dos motoristas individualmente conforme figura 43. Desta maneira, é possível identificar se existe a ocorrência de alguma fraude.

Figura 44 – Exemplo de carta de controle desempenho motoristas.



Fonte: Autor (2020).

Passou a ser responsabilidade do setor de perdas e sobras realizar a verificação do resultado de apurações volumétricas diariamente consolidando o balanço dos volumes recebidos e expedidos no terminal.

O volume total expedido e recebido, em litros a 20°C, passou a ser inserido em uma planilha de Quantidades Movimentada. Na planilha de controle, são inseridos os dados das movimentações para os dois produtos (EHC e EAC) separadamente. A planilha de cálculo de movimentações deve efetuar a soma dos produtos movimentados, e comparar o total de produto expedido e recebido diário em todos os terminais.

Deve ser calculada a diferença percentual entre o volume total diário expedido e o volume total diário recebido por transporte dutoviário em todas as unidades do duto

As equipes de operação local devem diariamente preencher a planilha de acompanhamento de movimentações com informações do dia anterior, e deve ser calculada a diferença das quantidades TQ X TQ conforme abaixo.

$$Dif_{TQ \times TQ} [\%] = \frac{(V_{TQ \text{ exp}} - V_{TQ \text{ rec}})}{V_{TQ \text{ exp}}} * 100$$

ONDE:

$Dif_{TQ \times TQ}$ [%]: Diferença percentual total entre o volume de produto total recebido e expedido nos terminais conectados, utilizando-se como referência as medições estáticas dos Tanques dos respectivos terminais.

$V_{TQ \text{ exp}}$: Soma do volume total de produto (EAC e EHC), em litros a 20°C, expedido, calculado através das cadernetas de medição dos respectivos terminais.

$V_{TQ \text{ rec}}$: Soma do volume total de produto (EAC e EHC), em litros a 20°C, recebido nos terminais, calculado através das cadernetas de medição dos respectivos terminais.

Onde o setor responsável deve após as operações de recebimento e expedição, consolidar os valores e preencher a planilha de acompanhamento diário, sendo as diferenças encontradas calculadas e analisadas.

4.8 Descrever e avaliar os resultados da melhoria

Como resultado geral da aplicação do método, foi elaborado um procedimento que possui como ferramenta de suporte a planilha “Carta de Controle”, cujos dados são extraídos dos relatórios do Sistema de gestão.

A Carta de Controle embasa a análise do processo de descarregamento de caminhões tanque no Terminal, na medida que é possível filtrar os diversos parâmetros que influenciam o volume descarregado (Usinas, Transportadoras, Carregadores, Motoristas e Baía de Descarga).

A ferramenta possui os seguintes componentes:

- i) **Desvio %:** É o desvio volumétrico calculado, comparando-se o volume que consta na DANFE de cada CT, e o volume medido pelo SKID no descarregamento. Valores positivos indicam que houve “sobra” de produto, já valores negativos deste desvio representam uma falta de produto. Os desvios com valores acima de +0,2% ou abaixo de -0,2% aparecerão em vermelho na Carta de Controle.
- ii) **Média:** É a média dos desvios volumétricos para uma dada quantidade de amostras.
- iii) **LSC e LIC:** São, respectivamente, o Limite Superior de Controle e o Limite Inferior de Controle. Estes são calculados a partir da média e do desvio-padrão das amostras da Carta de Controle.

$$LSC = \bar{X} + 3\sigma$$
$$LIC = \bar{X} - 3\sigma$$

4.9 Etapas do processo de apuração

O objetivo nesta etapa de verificação é certificar-se de que o medidor volumétrico está com a calibração em dia, através da verificação dos certificados de calibração, emitido por um Laboratório de Calibração reconhecido e acreditado pelo Inmetro com informações padronizadas pela norma NBR ISO/IEC 17025.

Sendo assim, o operador deve verificar as calibrações dos SKIDS na planilha de controle de calibração dos SKIDS, disponível no Software de Manutenção e certificar-se de que os medidores estão com as calibrações em dia.

A diferença entre o volume medido pelo SKID e o verificado na DANFE será apurada em todos os volumes dos caminhões que descarregaram no Terminal durante o mês de verificação.

4.10 Etapas do processo de apuração

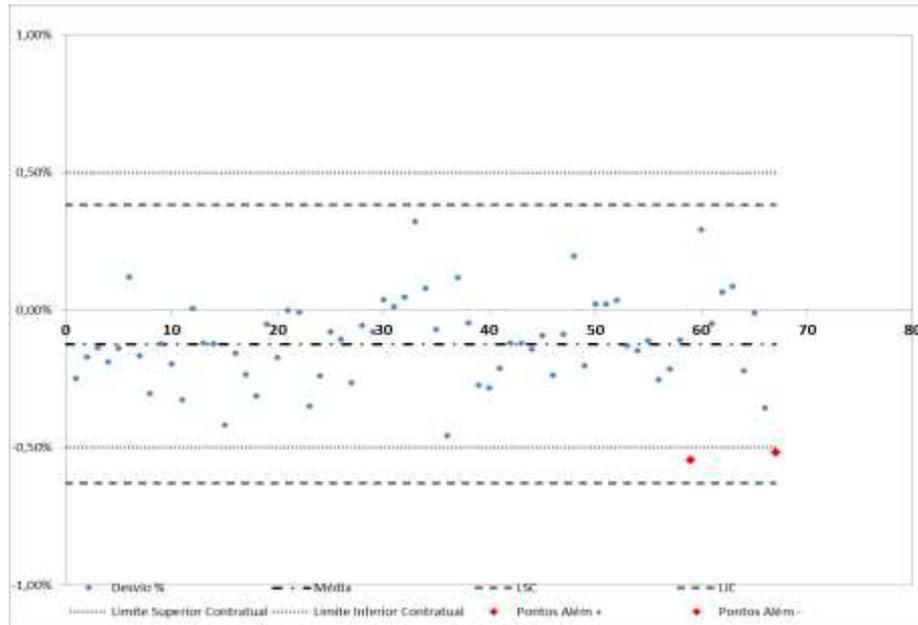
Após realizado o levantamento geral em caso de contatação de alguma anormalidade e dado continuidade no processo de verificação onde o primeiro passo é avaliar as Usinas fornecedoras

Nesta etapa são analisadas todas as Cartas de Controle das Usinas que tiveram produtos descarregados no Terminal durante o período de apuração.

Os critérios adotados para determinação das Usinas com desempenho abaixo do esperado seguem conforme abaixo:

- a) Processo fora de controle, ou seja, o limite superior de controle ou o limite inferior de controle estão além dos limites admissíveis (+0,2% (Superior) e -0,2% (Inferior);
- b) Média com desvios maiores do que +-0,02%;
- c) Amostragem representativa: Será considerado que o mínimo para atendimento a este requisito são 30 descargas.

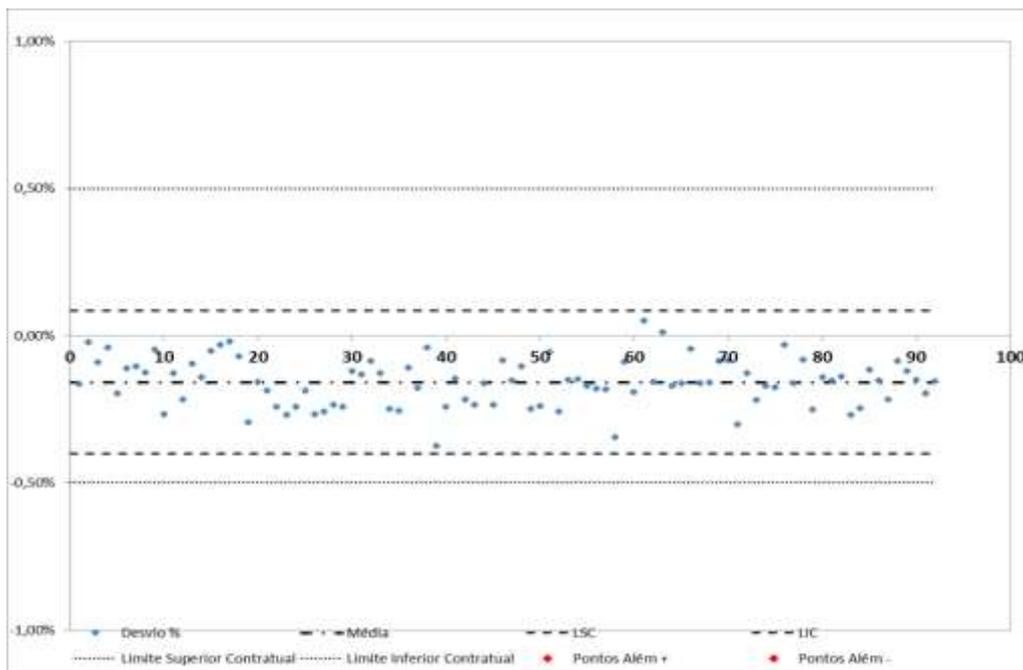
Figura 45 - Usina com Processo Fora de Controle; Média = -0,1239%; 68 Descargas.



Fonte: Autor (2020).

Podem ocorrer situações em que a usina não atende ao critério de estar com o processo fora de controle este caso é tratado como uma exceção, porém, é notável a tendência de descargas com desvios negativos. Nestes casos, a usina fornecedora será considerada como um desempenho abaixo dos padrões, conforme exemplo da figura 45.

Figura 46 - Usina com Processo Sob Controle; Média = -0,1585%; 92 CTs.

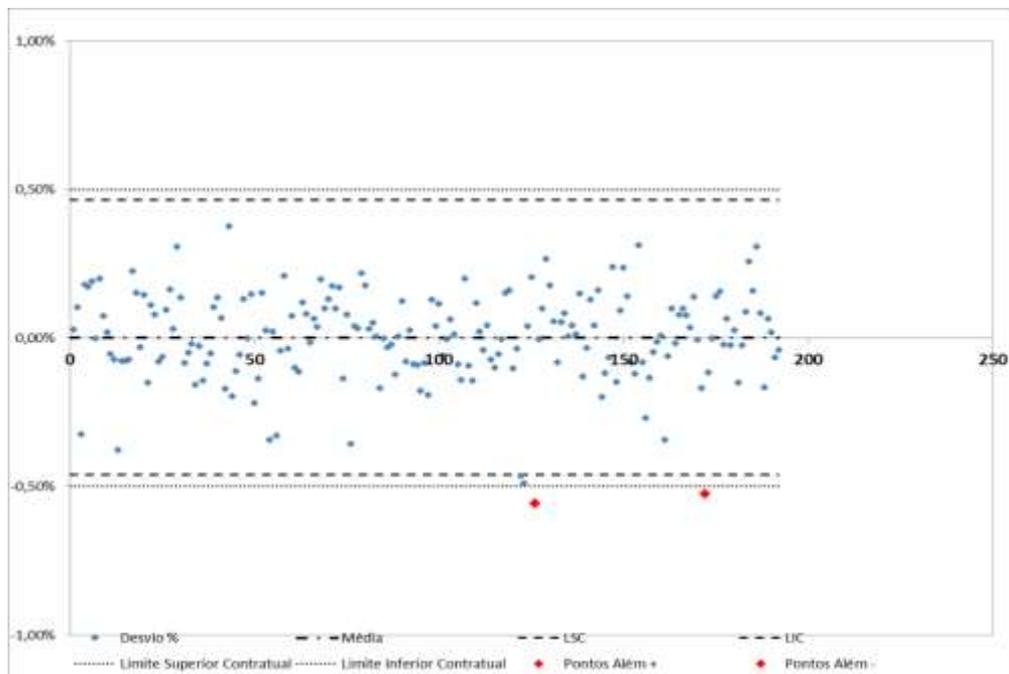


Fonte: Autor (2020).

Nesta apuração a definição para atestar que uma usina apresenta um bom desempenho passa pelos seguintes critérios:

- a) Processo sob controle, ou seja, o Limite Superior de Controle e o Limite Inferior de Controle estão dentro dos Limites Admissíveis (+0,2% (Superior) e -0,2% (Inferior));
- b) Média com desvio menor do que o intervalo $\pm 0,02\%$;
- c) Amostragem representativa – Será considerado que o mínimo para atendimento a este requisito são 30 descargas.

Figura 47 - Usina com Processo Sob Controle; Média = 0,0016%; 190 CTs.



Fonte: Autor (2020).

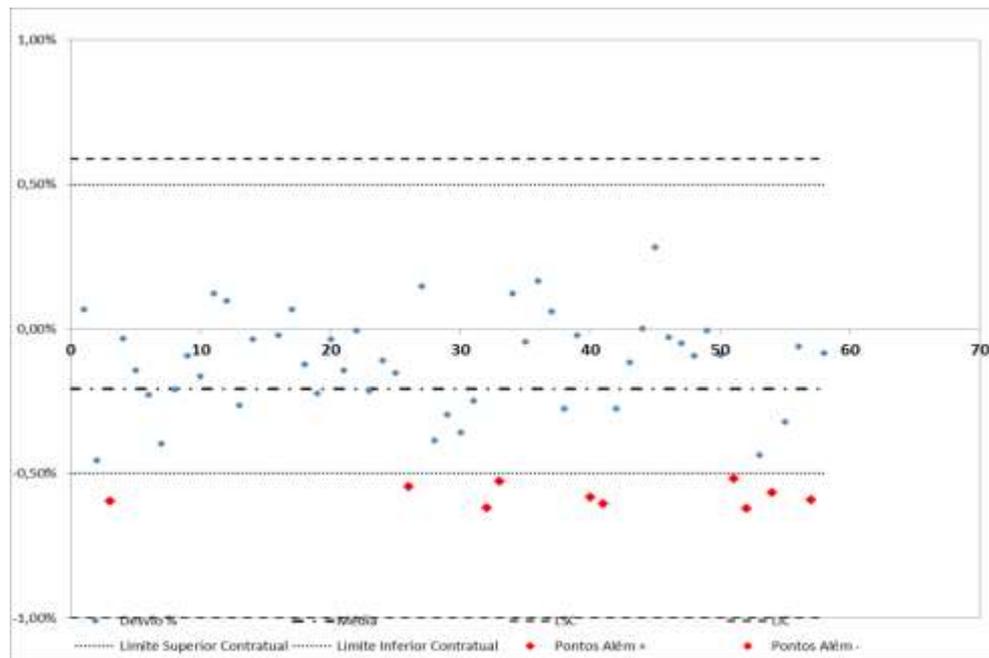
Dando continuidade as verificações o passo seguinte é analisar o desempenho das transportadoras. Nesta etapa de verificação serão analisadas todas as cartas de controle com ênfase nas transportadoras que descarregaram produto no Terminal durante o período de verificação.

Os critérios adotados para determinação das Transportadoras com desempenho ruim são os que seguem:

- a) Processo fora de controle, ou seja, o Limite Superior de Controle ou o Limite Inferior de Controle estão além dos Limites Admissíveis (+0,2% (Superior) e -0,2% (Inferior));

- d) Média com desvios maiores do que $\pm 0,02\%$;
- b) Amostragem representativa – Será considerado para o atendimento deste requisito o mínimo de 30 descargas.

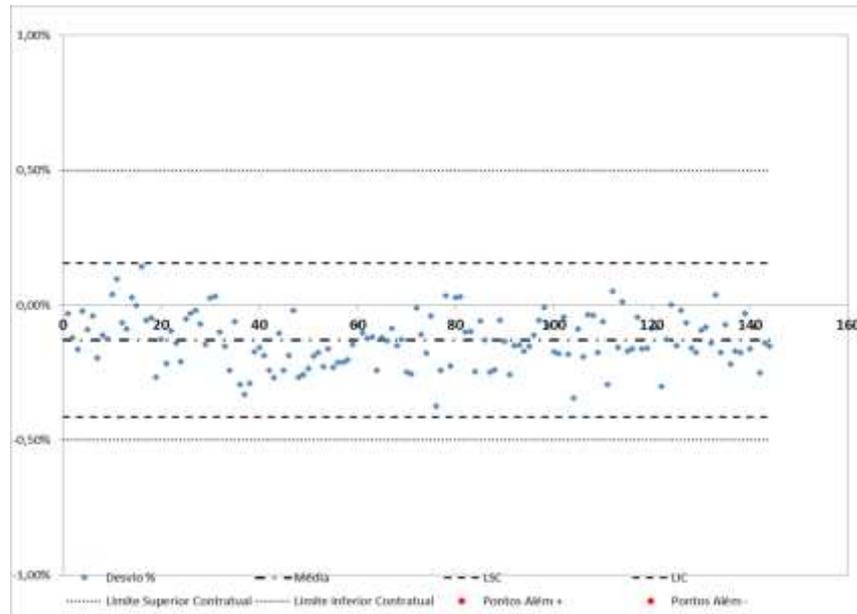
Figura 48 - Transportadora com Processo Fora de Controle; Média = $-0,2066\%$; 58 CTs.



Fonte: Autor (2020).

Assim como evidenciado anteriormente podem ocorrer exceções, ou seja, casos em que a transportadora não atende ao critério de estar com o processo fora de controle, porém, é notável a tendência de descargas com desvios negativos. Nestes casos, será considerada transportadora com mau desempenho abaixo do esperado, conforme mostra exemplo da figura 48.

Figura 49 - Transportadora com Processo Sob Controle; Média = -0,1295%; 144 CTs.

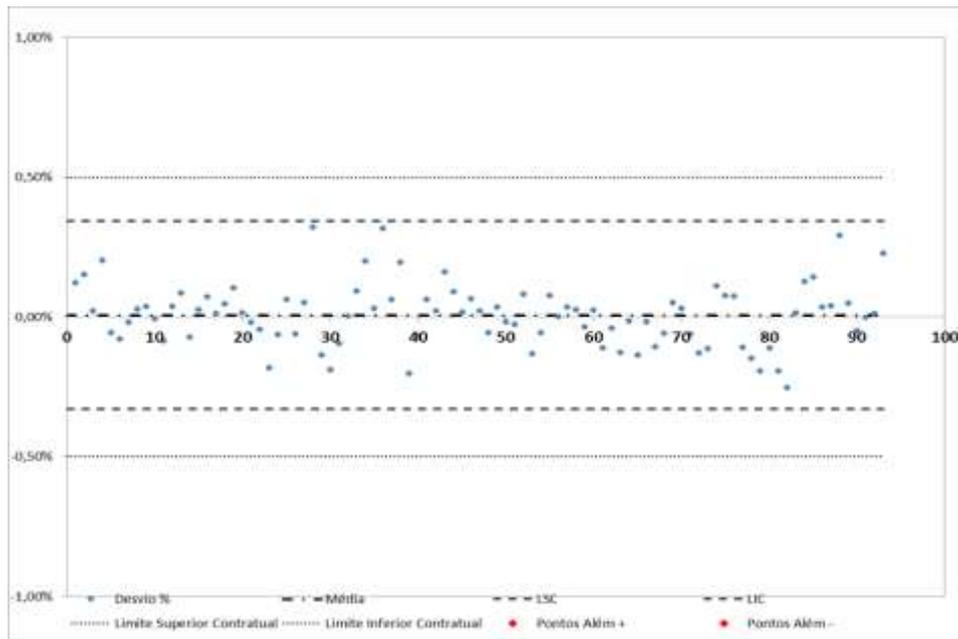


Fonte: Autor (2020).

A definição de Transportadoras com bom desempenho passa pelos seguintes critérios:

- a) Processo sob controle, ou seja, o Limite Superior de Controle e o Limite Inferior de Controle estão dentro dos Limites Admissíveis (+0,2% (Superior) e -0,2% (Inferior));
- d) Média com desvio menor do que o intervalo $\pm 0,02\%$;
- b) Amostragem representativa – Será considerado o mínimo para atendimento a este requisito 30 descargas.

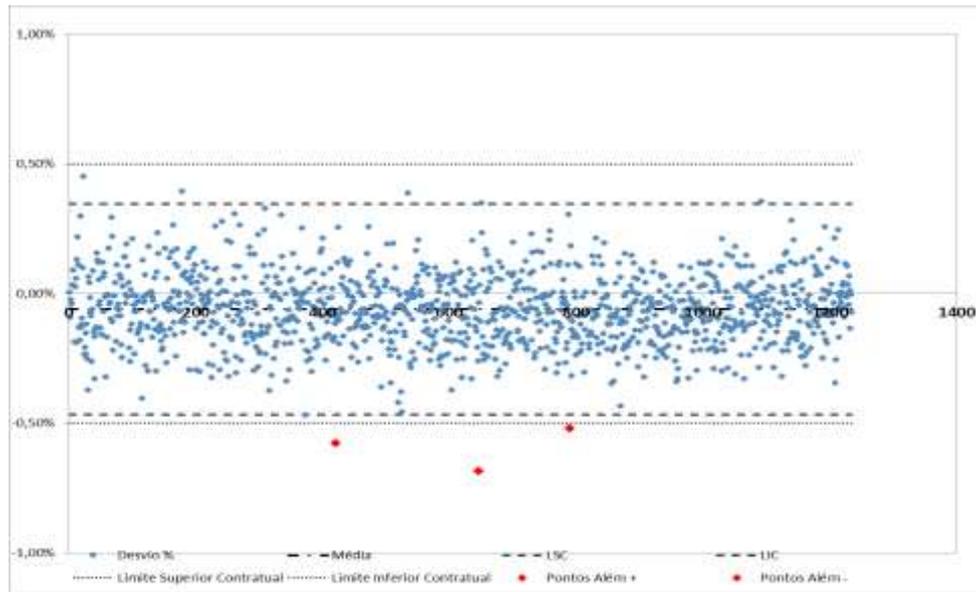
Figura 50 - Transportadora com Processo Sob Controle; Média = 0,070%; 93 CTs.



Fonte: Autor (2020).

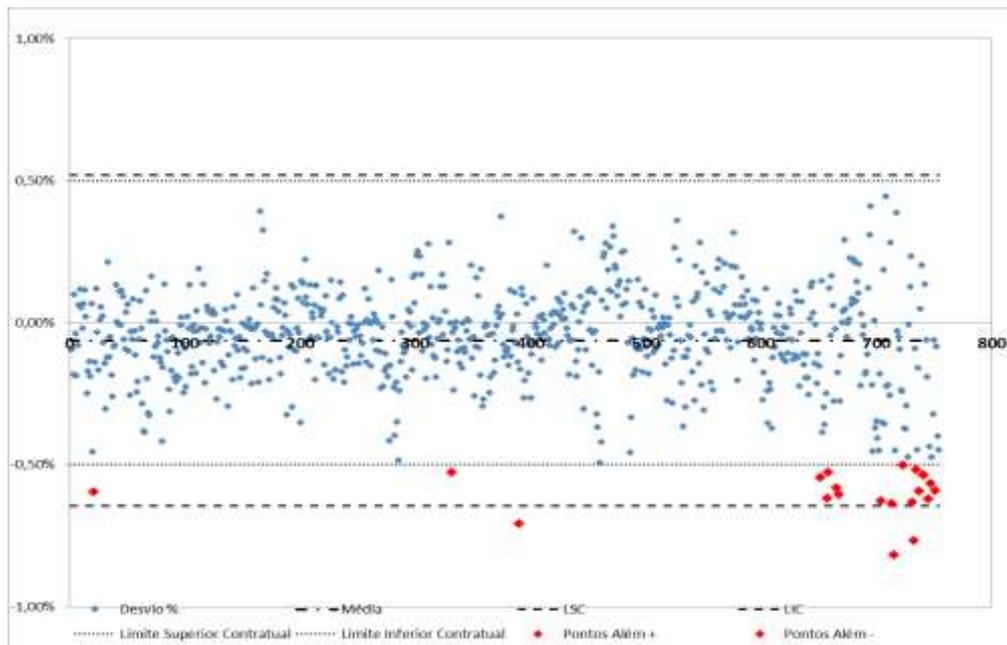
A definição de carregadores com desempenho abaixo do esperado será feita com base na análise do processo, utilizando os mesmos critérios definidos para as usinas e transportadoras apresentados anteriormente.

Figura 51 - Carregador com Processo Sob Controle.



Fonte: Autor (2020).

Figura 52 - Carregador com Processo Fora de Controle.



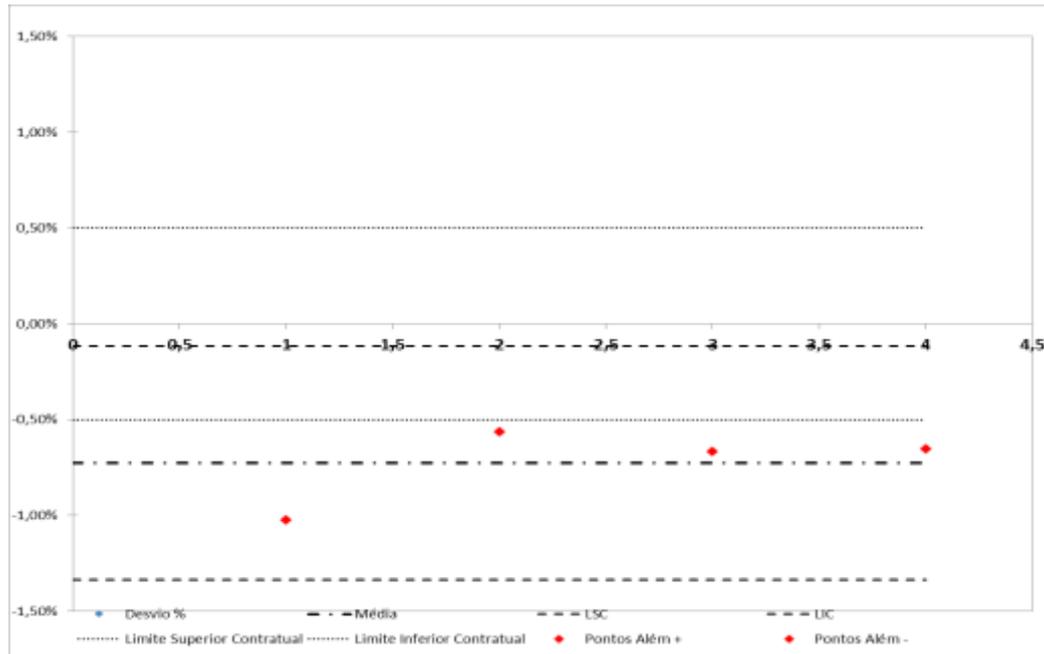
Fonte: Autor (2020).

Para a análise do desempenho dos motoristas será realizada a avaliação dos resultados do mês em análise destacando as seguintes situações: (1) pelo menos um caso de diferença maior (em valor absoluto) do que o limite inferior de -0,2% e (2) visível concentração de diferenças negativas. Nesse caso deverá ser levantado o gráfico de controle de todas as descargas realizadas por esse motorista.

Os principais pontos de atenção para se tirar conclusões sobre o desempenho dos motoristas, com base no histórico completo das descargas realizadas no terminal são os que seguem:

- a) Número de descargas apresentando desvios inferiores a $-0,02\%$, como por exemplo:

Figura 53 - Motorista que descarregou 4 vezes e apresentou 4 desvios.



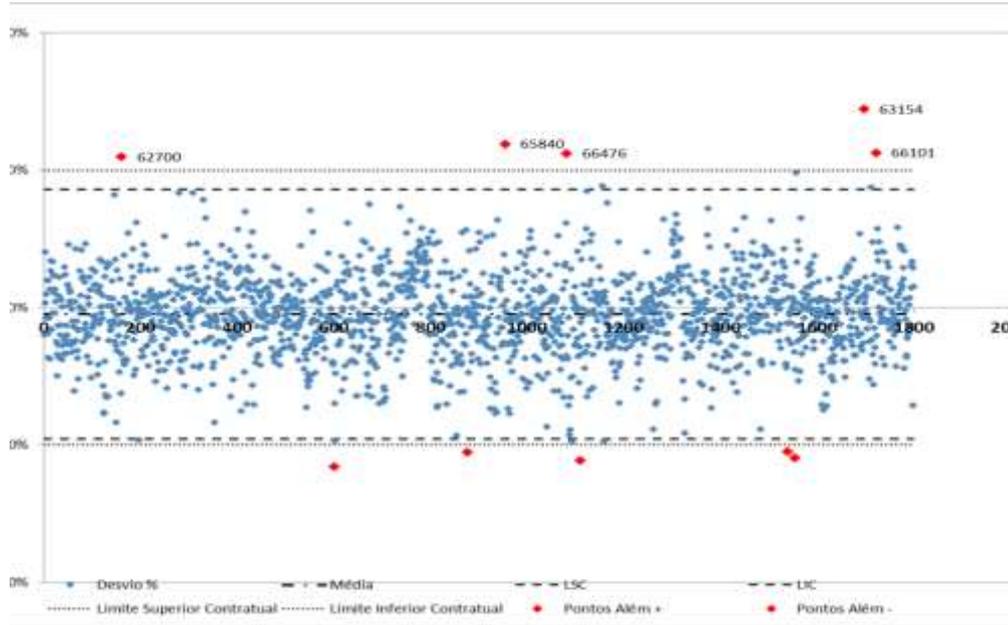
Fonte: Autor (2020).

- b) Tendência muito marcante de desvios negativos;
- c) Média muito inferior a zero.

Uma das etapas mais importantes da verificação é a análise dos SKIDS de descarregamento. Deste modo a análise dos SKIDs deverá ser realizada tendo como base as amostras dos Carregadores, Transportadoras ou Usinas com bom desempenho, excluindo-se da base de dados os caminhões fora de controle, uma vez que este podem influenciar negativamente o processo, levando a interpretações equivocadas quanto as condições operacionais do equipamento. A escolha da referência para a amostragem de verificação dos skids, deve levar em conta qual das três amostragens acima apresentam melhor resultado e têm um número de medições significativo para cada SKID.

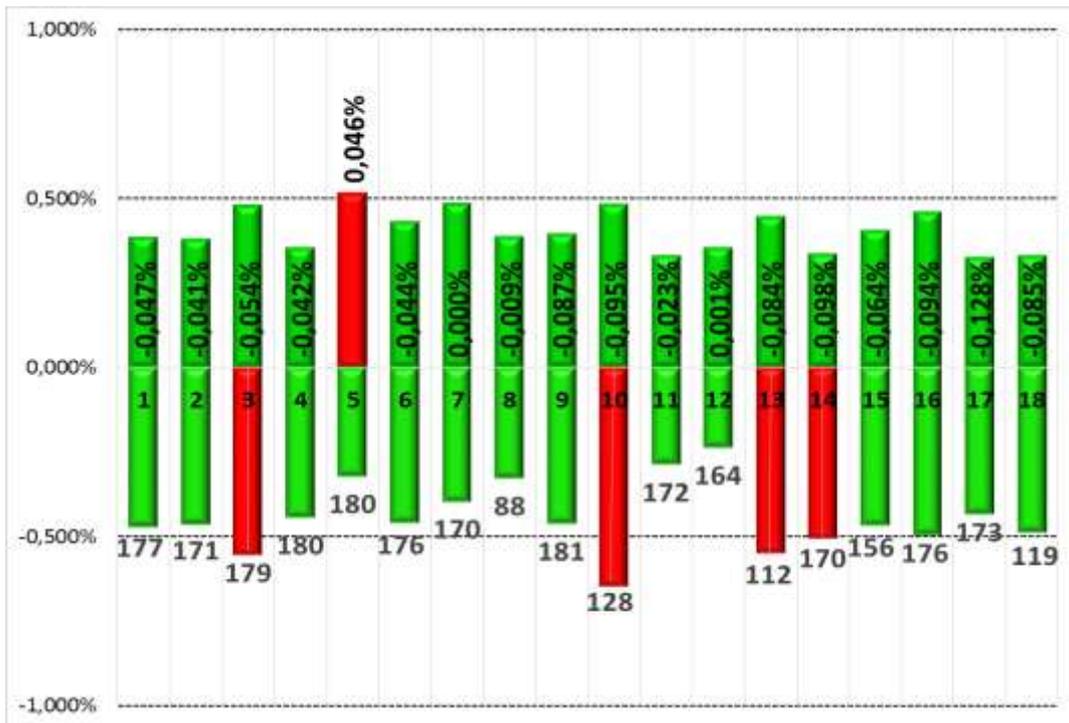
Para análise do desempenho dos SKIDs, deverá ser gerado um gráfico de controle e um gráfico resumo (conforme mostrado nas figuras abaixo).

Figura 54 - Conjunto de Transportadoras que Apresentaram Bom Desempenho.



Fonte: Autor (2020).

Figura 55 - Gráfico com os Limites de Controle dos SKIDS.



Fonte: Autor (2020).

A partir da amostragem escolhida serão analisados os seguintes parâmetros para concluir sobre o desempenho dos SKIDS:

- a) Processo com limites superior e inferior dentro da faixa de $\pm 0,5\%$;
- b) Média com desvio absoluto inferior a $0,05\%$;

c) Amostragem significativa para cada skid (>30).

Após a realização de todas as análises acima explicitadas deverá ser elaborado um relatório geral afim de apontar os desempenhos individuais de todos os participantes do processo, desta maneira será possível realizar uma análise individual de cada caso, sendo foi possível desta maneira uma tomada de ação mais assertiva quanto resolução de cada desvio apontado.

5 CONCLUSÃO

O objetivo desta pesquisa foi atingido tendo em vista a identificação, por meio da aplicação do DMAIC, de oportunidades de melhorias e controles operacionais mais eficientes no processo de recebimento de etanol no terminal.

Após a implementação dos controles, foi possível realizar uma análise dos fatores que estavam ocasionando as sobras ou faltas durante a apuração volumétrica na apuração de recebimento de etanol, permitindo assim que as ações operacionais tomadas a partir deste estudo se tornem mais assertivas.

Com a adoção do check list ferramenta adotada durante a etapa de melhoria, foi possível a realização de um apontamento preciso das não conformidades registradas no processo de descarregamento, desta maneira as transportadoras e ou motoristas que estavam fora dos limites de controle passaram a ser notificadas de maneira imediata tornando assim mais efetiva as ações corretivas. Paralelamente com a adoção da ferramenta de verificação diária foi possível realizar um diagnóstico preciso dos equipamentos de medição bem como do perfil das usinas que utilizam o terminal para o escoamento do produto.

No que diz respeito à manutenção através da avaliação diária, foi possível acompanhar as calibrações dos medidores, que passaram a ser realizadas por demandas e não apenas calibrações anuais, como eram operadas anteriormente. Desta maneira, ao menor sinal de divergência, o medidor é parado e a calibração realizada, minimizando assim o risco de falha do equipamento.

Operacionalmente, as equipes locais que participaram da análise passaram a ter mais propriedade da realização de todo o processo, analisando criticamente todas as variáveis e auxiliando na tomada de decisão, estimulando a melhoria contínua do processo e consequentemente um melhor desempenho operacional.

Isto posto, com a criação do novo departamento responsável pelas perdas e sobras, foi possível realizar a criação e adoção de novos indicadores operacionais voltados para o setor de recebimento, bem como foi possível um controle mais eficaz do desempenho operacional.

O estudo também contribuiu para a criação de indicadores de desempenho para os profissionais envolvidos na operação de descarregamento (operações e comercial) o que proporcionou uma maior sinergia entre os setores e consequentemente uma maior competitividade e rentabilidade financeira para a empresa, proporcionando aperfeiçoamento profissional da equipe e eficiência do processo de descarregamento.

A adoção da metodologia DMAIC como procedimento de melhoria, juntamente a uma série de técnicas e ferramentas utilizadas na condução do estudo, resultou na redução estimada de 60% na variabilidade do processo de medição. A utilização da metodologia DMAIC contribuiu para atingir os objetivos de redução da variabilidade do processo de recebimento de etanol na empresa foco do estudo.

6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O estudo demonstrou a aplicabilidade e a eficiência da metodologia Seis Sigma em um processo de recebimento de etanol.

Na sequência do presente estudo surgiram alguns aspectos que se revelaram interessantes para uma abordagem mais detalhada. A seguir são elencados sumariamente aqueles temas que poderão vir a ser objeto de uma futura investigação:

- ✓ Como o processo tem a influência de uma terceira parte, ou seja, neste caso as Usinas fornecedoras seria interessante uma abordagem mais complexa durante o processo de carregamento;
- ✓ Neste contexto um ponto importante seria uma análise das manutenções corretivas e preventivas no que se refere as calibrações dos equipamentos de medição, bem como os demais que integram o processo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, SILVIO. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2012.

ALMEIDA, E.F. de; BOMTEMPO, J.V.; SOUZA e SILVA, C.M de. **The performance of Brazilian biofuels: na economic, environmental and social analysis**. Biofuel OECD/ITF, 2008. P151-188.

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

ANTONY, J.; ANTONY, F. J.; KUMAR, M.; CHO, B. R. Six Sigma in Service Organizations. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 24, n. 3, p. 294-311, 2007.

ANTONY, J.; BANUELAS, R. Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. **Measuring Business Excellence**, v. 6 (4), p. 20-27, 2002.

ARAÚJO, L. C. G. **Organização, sistemas e métodos**. São Paulo: Atlas, 2006.

BLACK, K.; REVERE, L. Six Sigma arises from the ashes of TQM with a twist. **International Journal of Health Care Quality Assurance**. Vol. 19. Ed. 3. Issn: 0952-6862. 2006.

BRAZ, M.A. **Ferramentas e Gráficos Básicos**. In: RONTONDORO, R. G. (Org) **Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

BREYFOGLE III F. W.; CUPELLO J. M.; MEADOWS, B. **Managing Six Sigma: a practical guide to understanding, assessing, and implementing the strategy that yields bottom-line success**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001.

CHIAVENATO, Idalberto. **Teoria geral da administração: abordagens descritivas e explicativas**. 5. Ed. São Paulo: Makron Books, 1998. v. 2.

CORONADO, R.B.; ANTONY, J. Critical success factors for the successful implementation of Six Sigma projects in organizations. **The TQM Magazine**, n. 2, v.14, p. 92-99. 2002.

DELMÉE, G. J. (2003). **Manual de Medição de Vazão (3ª ed.)**. São Paulo: Edgard Blucher.
ECKES, G. **The Six Sigma revolution: how General Electric and others turned process into profits**. New York: John Wiley & Sons, 2001.

FAYOL, H. **Administração industrial e geral**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 1981.

FRATER, J. **Programa seis sigma**. São Paulo: Dana do Brasil; 2002.

GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with lean Production Speed**. McGraw-Hill Co. 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2013.

HAHN, G. J.; DOGONAKSOY, N.; HOERL, R. The evolution of six sigma. **Quality Engineering**, v. 2, n. 3, p. 317-326, 2000.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. **Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations**. Currency: New York, 2000.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. Six sigma: the new breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporation. New York: Currency Doubleday. **International Journal of Health Care Quality Assurance**, vol. 19, no. 3, pp. 259-266 **International Journal of Production Economics**, no. 111, pp. 456-467. 2000.

KESSLER, R. M. **A implantação do Seis Sigma em organizações: motivações de escolha e resultados obtidos**. Dissertação (Mestrado profissional). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Administração. Porto Alegre, 2004.

KUMAR, U. D., NOWICKI, D., MARQUEZ, J. R.R.; VERMA, D. On the optimal selection of process alternatives in a Six Sigma implementation. **International Journal of Production Economics Instituto Indiano de Gestão Bangalore**, Bannerghatta Road, Índia, e Departamento de Engenharia de Sistemas e Gestão de Engenharia, Stevens Institute of Technology, Hoboken, NJ 07030, EUA 2007.

LINDERMAN, K., SCHOEDER, R.G., ZAHEER, S. e CHOO, A.S. (2003), "Six sigma: a goal-theoretic perspective", **Journal of Operations Management**, Vol. 21 No. 2, pp. 193-203.

LUCINDA, M. A. **Qualidade: fundamentos e práticas para curso de graduação**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Brasport. 2010.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. V. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo.

MARKARIAN, J. **What is Six Sigma?** Reinforced Plastics, 2004.

MARSHALL J.; ISNARD **Gestão de qualidade**. 8. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

Matthew, P.; Spedding, T. (2010), "The Evolution of Lean Six Sigma", **International Journal of Quality & Reliability Management**, Vol. 27, No. 2, pp. 138-155

MATTHEWS, C. H.; BRUEGGEMANN, R. **Innovation and Entrepreneurship: A Competency Framework**. New York, **Routledge**, 2015.

MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente**. São Paulo: Arte e Ciência, 2001.

MELLO, C.H.P; SILVA, C. E. S.; TURRIONI J. B. **ISO 9001:2008: Sistema de gestão da qualidade para operações de produção e serviços**. 1ª Ed. São Paulo: Editoria Atlas, 2009.

MERGULHÃO, R. C. **Análise da implementação do Seis Sigma em empresas de manufatura no Brasil**. 2003. 104 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção para a Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI. Itajubá/MG, 2003.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v.17, n.1, p.216-229, 2007.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4ª ed. LTC, 532 p, 2004.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G.C. **Applied statistics and probability for engineers**, 5nd Edition, Wiley & Sons, 2011.

MORETTI, N. F. 2015. **Logística do etanol no estado de São Paulo: uma análise sob a ótica da intermodalidade**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual de Campinas UNICAMP. Limeira, SP, Brasil.

NOVACANA (2020). **Exportação brasileira de etanol em 2020 ultrapassa marca de 500 milhões de litros**. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/etanol/mercado/exportacao/exportacao-brasileira-etanol2020-ultrapassa-marca-500-milhoes-litros-080620>>. Acesso em: 16/03/2020.

PALADINI E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2012.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R.; **Estratégia Seis Sigma. Como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho**. Rio de Janeiro: Quality Mark, 2001.

PANDE, Peter S., **Estratégia Seis Sigma: Como a GE, a Motorola e outras empresas estão aguçando seu desempenho**, Rio de Janeiro, Qualitymark, ed. 2001.

PEPPER, M. P. J., SPEDDING, T. A. The Evolution of Lean Six Sigma. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 27, n. 2, p. 138–155, 2010.

PRODANOV, C. C; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. edição. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROTONDARO, R., G.; RAMOS, A., W.; RIBEIRO, C., O.; MYAKE, D., I; NAKANO, D.; LAURINDO, F., J., B.; HO, L., L.; CARVALHO, M., M.; BRAZ, M., A.; BALESTRASSI, P., P.. **Seis Sigma. Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo: Atlas, 2011, 376 p.

SCHROEDER, R.G. Six sigma: definition and underlying theory. **Journal of Operations Management**, v. 26, n. 4, p. 536-554, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jom.2007.06.007>>. Acesso em: set 2020.

SILVA, E.L. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Edna Lúcia da Silva, Estera Muzkat Menezes. - 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005.

SNEE, R. D. (2010). Lean Six Sigma – getting better all the time. **International Journal of Lean Six Sigma**. 1 (1), 9 – 29.

TAYLOR, F. W. **Princípio de administração científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

THAWANI, S. Six Sigma – strategy for organizational excellence. **Total Quality Management**, UK, v. 15, n. 5, p. 655-64, 2004.

THIOLLENT, M. **Metodologia de Pesquisa-ação**. 17 Edição, Ed. Cortez, São Paulo, 2009.

TRIP, D. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica, Educação e Pesquisa**, 2005, v.31, n.3, p. 443-466, São Paulo, 2005.

TRIVELLATO, A. **Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para melhoria contínua: estudo de caso numa empresa de autopeças**. Trabalho de Conclusão de Curso para a Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos. 2010.

UNICA (2019). **Etanol já evitou a emissão de 408,4 milhões de toneladas de co2 desde 2003**. Disponível em: <<https://unica.com.br/noticias/etanol-j-evitou-a-emisso-de-4084-milhes-de-toneladas-de-co2-desde-2003>> Acesso em: 16/03/2020.

WERKEMA, C. **Ferramentas estáticas básicas para gerenciamento de processos**. Editora: Fundação Christiano Ottoni. ISBN: 9788585447151. Belo Horizonte, 2006.

WESSEL, G.; BURCHER, P. Six Sigma for small and medium-sized enterprises. **The TQM Magazine**, v. 16, n. 4, p. 264-272, 2004.