



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LUCAS OLIVEIRA BAPTISTA

**ANÁLISE DAS CAUSAS RAIZ, IMPLEMENTAÇÃO E APLICAÇÃO DE UM
PLANO DE AÇÃO PARA MELHORIA DA QUALIDADE DO SERVIÇO POR MEIO
DE UMA ABORDAGEM ESTRUTURADA: UM ESTUDO DE CASO**

LUÍS EDUARDO MAGALHÃES - BA

2025

LUCAS OLIVEIRA BAPTISTA

**ANÁLISE DAS CAUSAS RAIZ, IMPLEMENTAÇÃO E APLICAÇÃO DE UM
PLANO DE AÇÃO PARA MELHORIA DA QUALIDADE DO SERVIÇO POR MEIO
DE UMA ABORDAGEM ESTRUTURADA: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Armando Dias Duarte

LUÍS EDUARDO MAGALHÃES - BA

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

B222 Baptista, Lucas Oliveira.

Análise das causas raiz, implementação e aplicação de um plano de ação para melhoria da qualidade do serviço por meio de uma abordagem estruturada: um estudo de caso. / Lucas Oliveira Baptista. – 2025.

71 f.; il. color.

Orientador: Prof. Dr. Armando Dias Duarte.

Trabalho de Conclusão de Curso: (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Oeste da Bahia. Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães, Luís Eduardo Magalhães, BA, 2025.

1. Manufatura enxuta. 2. Controle de processos – Laboratório – Análises clínicas. 3. Controle de qualidade.

I. Duarte, Armando Dias. II. Universidade Federal do Oeste da Bahia – Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães. III. Título.

CDD: 658.5

BIBLIOTECAS UFOB - Biblioteca Universitária de Luís Eduardo Magalhães

LUCAS OLIVEIRA BAPTISTA

**ANÁLISE DAS CAUSAS RAIZ, IMPLEMENTAÇÃO E APLICAÇÃO DE UM
PLANO DE AÇÃO PARA MELHORIA DA QUALIDADE DO SERVIÇO POR MEIO
DE UMA ABORDAGEM ESTRUTURADA: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

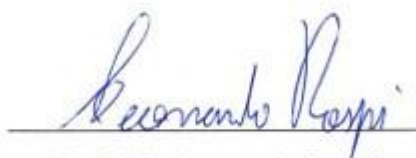
Orientador: Prof. Dr. Armando Dias Duarte

Aprovada em 28/07/2025

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Armando Dias Duarte
(Orientador)



Prof. Me. Leonardo Rospi
(Universidade Federal do Oeste da Bahia)



Prof. Dr. Adriano David Monteiro de Barros
(Universidade Federal do Oeste da Bahia)

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, manifesto minha profunda gratidão a DEUS, cuja graça e orientação me acompanharam em todas as fases desta jornada acadêmica, sustentando-me nos períodos mais desafiadores.

Agradeço à minha família, especialmente aos meus pais e irmãos, pelo constante apoio e encorajamento ao longo dessa jornada.

Agradeço incondicionalmente a minha namorada, que foi minha maior fonte de incentivo, sempre ao meu lado nos momentos de insegurança. Obrigado por acreditar em mim e por não permitir que eu desistisse.

Aos professores e orientadores, manifesto minha sincera gratidão pela contribuição essencial ao meu crescimento acadêmico e profissional. Sou grato a todos aqueles com quem tive o privilégio de aprender e conviver ao longo desses anos na Universidade Federal do Oeste da Bahia.

Por fim, deixo meu agradecimento a todos que, de alguma maneira, colaboraram para a realização deste trabalho, seja de forma direta ou indireta. Essa conquista também pertence a cada um de vocês.

RESUMO

A proposta central deste estudo foi identificar as causas raiz que impactavam negativamente o Nível de Serviço de Atendimento (NSA) em uma empresa de análises clínicas e imagens e propor soluções sustentáveis com base na aplicação integrada da metodologia *Lean Seis Sigma* (LSS), por meio do ciclo DMAIC. A pesquisa caracterizou-se como um estudo de caso de abordagem qualitativa e quantitativa, com base na análise de dados reais ao longo de 24 meses. Após a identificação e análise das causas raiz, foram priorizadas onze soluções com base em critérios técnicos e operacionais, as quais foram implementadas conforme planejamento detalhado com a ferramenta 5W2H. Como resultado, dois laboratórios priorizados apresentaram melhorias significativas no desempenho, com destaque para o Laboratório 3, que alcançou uma média de 81,5% no NSA. A *performance* estadual, composta por cinco laboratórios, evoluiu de uma média de 66,6% para 83,39%, superando a proposta estabelecida de 78,3%. Essa melhoria gerou um retorno financeiro estimado de aproximadamente R\$378.556,80 por ano, evidenciando a eficácia da aplicação da metodologia na melhoria da lucratividade e da qualidade dos serviços. Além dos ganhos quantitativos, o trabalho contribuiu para a padronização de processos, eficiência operacional, agilidade no processo, engajamento das equipes e estruturação de estratégias de controle, como gestão visual, auditorias periódicas e padronização de etapas críticas no atendimento. Os resultados obtidos confirmam que a integração entre as metodologias é uma abordagem eficaz para promover excelência operacional e alcançar resultados sustentáveis em ambientes de prestação de serviços.

Palavras-chaves: *Lean Manufacturing*; Seis Sigma; Melhoria contínua; DMAIC.

ABSTRACT

The main purpose of this study was to identify the root causes that negatively impacted the Level of Service (LSS) in a clinical analysis and imaging company and to propose sustainable solutions based on the integrated application of the Lean Six Sigma (LSS) methodology, through the DMAIC cycle. The research was characterized as a case study with a qualitative and quantitative approach, based on the analysis of real data over a 24-month period. After identifying and analyzing the root causes, eleven solutions were prioritized based on technical and operational criteria, which were implemented according to detailed planning with the 5W2H tool. As a result, two prioritized laboratories showed significant improvements in performance, with emphasis on Laboratory 3, which achieved an average of 81.5% in the LSS. The state performance, composed of five laboratories, improved from an average of 66.6% to 83.39%, exceeding the established proposal of 78.3%. This improvement generated an estimated financial return of approximately R\$378,556.80 per year, demonstrating the effectiveness of applying the methodology in improving profitability and service quality. In addition to the quantitative gains, the work contributed to the standardization of processes, operational efficiency, process agility, team engagement and structuring of control strategies, such as visual management, periodic audits and standardization of critical service steps. The results obtained confirm that the integration between the methodologies is an effective approach to promote operational excellence and achieve sustainable results in service delivery environments.

Keywords: Lean Manufacturing; Six Sigma; Continuous Improvement; DMAIC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pirâmide dos especialistas SS.	20
Figura 2 - Fluxograma dos processos de estudo.	27
Figura 3 – Estatística do NSA do Estado X.	30
Figura 4 – Teste de normalidade.	31
Figura 5 – Gráfico séries temporais referentes aos 24 meses.	31
Figura 6 – Gráfico <i>boxplot</i> comparação entre os períodos.	32
Figura 7 – SIPOC fluxo de atendimento.	34
Figura 8 – <i>Project Charter</i> .	35
Figura 9 – Estatística básica dos 5 laboratórios.	36
Figura 10 – Teste de distribuição normal dos 5 laboratórios.	37
Figura 11 – Gráfico de séries temporais referente aos 5 laboratórios.	38
Figura 12 – Histograma dos 5 laboratórios.	39
Figura 13 – Gráfico ANOVA dos Laboratórios.	39
Figura 14 – Teste ANOVA dos Laboratórios.	40
Figura 15 – Teste de hipótese entre os laboratórios 2 e 4.	40
Figura 16 – Teste de hipótese entre os laboratórios 2 e 3.	41
Figura 17 – Teste de hipótese entre os laboratórios 3 e 5.	42
Figura 18 – Mapa de processo.	44
Figura 19 – Diagrama de <i>Ishikawa</i> .	47
Figura 20 – Matriz de Causa X Efeito.	48
Figura 21 – Matriz Esforço X Impacto.	49
Figura 22 – Estatística descritiva cadastro.	50
Figura 23 – Gráfico <i>Boxplot</i> de cadastro.	51
Figura 24 – Teste T Pareado de cadastro.	52
Figura 25 – Teste Qui-Quadrado.	53
Figura 26 – Gráfico ANOVA tempo de autorização.	54
Figura 27 – Teste ANOVA tempo de autorização.	54
Figura 28 – Gráfico ANOVA % de exames com autorização prévia.	55
Figura 29 – Teste ANOVA % de exames com autorização prévia.	56
Figura 30 – Correlação.	56
Figura 31 – Gráfico de Dispersão.	57
Figura 32 – <i>Brainstorming</i> .	59

Figura 33 – Matriz de Priorização das soluções.	60
Figura 34 – 5W2H.	61
Figura 35 – <i>Performance</i> laboratório 3.	63
Figura 36 – <i>Performance</i> laboratório 5.	64
Figura 37 – <i>Performance</i> do NSA do Estado X.	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os setes desperdícios.	15
Quadro 2 - Exemplos de desperdícios nas áreas administrativas e de prestação de serviços.	15
Quadro 3 - Algumas ferramentas do <i>Lean</i> .	17
Quadro 4 - Fases do DMAIC e principais ferramentas.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nível da Qualidade Sigma.

20

LISTA DE SIGLAS

CEP – Controle Estatístico do Processo.

CO – Centro Obstétrico.

DMAIC – *Define, Measure, Analyze, Improve, Control.*

GE – *General Eletric.*

IN – Inteligência de Negócios.

JIT – *Just-in-Time.*

KPIs – *Key Performance Indicators.*

LH - *Lean Healthcare.*

LM – *Lean Manufacturing.*

LSS – *Lean Seis Sigma.*

MFV – Mapeamento de Fluxo de Valor.

NSA – Nível de Serviço de Atendimento.

OCAP – *Out of Control Action Plan.*

SIPOC – *Suppliers, Inputs, Process, Outputs e Customers.*

SQG – Sistema de Gestão da Qualidade.

SS – Seis Sigma.

STP – Sistema Toyota de Produção.

TPM – *Total Productive Maintenance.*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2.	OBJETIVO GERAL	12
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2.2	JUSTIFICATIVA	12
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	<i>LEAN MANUFACTURING</i>	14
3.1.1	Tipos de desperdícios	15
3.1.2	Princípios do pensamento <i>Lean</i>	15
3.1.3	Ferramentas do <i>Lean</i>	17
3.1.4	<i>Lean Healthcare</i>	17
3.2	SEIS SIGMA (SS)	19
3.2.1	Patrocinadores e Especialistas do SS	20
3.2.2	Metodologia DMAIC	21
3.3	<i>LEAN SEIS SIGMA (LSS)</i>	22
3.4	FERRAMENTAS DA QUALIDADE	23
3.4.1	Diagrama <i>Ishikawa</i>	24
3.4.2	Histograma	24
3.4.3	<i>Brainstormig</i>	25
3.4.4	Controle Estatístico do Processo (CEP)	25
3.4.5	Estratificação	25
3.4.6	Mapa do Processo	25
3.4.7	SIPOC	26
3.4.8	5W2H	26
3.4.9	Teste de Hipótese	26
4	METODOLOGIA	27
4.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	27
4.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	27
4.3	ESTUDO DE CASO	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.1	DEFINIR	30
5.2	MEDIR	36
5.3	ANALISAR	50

5.3.1	Primeira Comprovação.....	50
5.3.2	Segunda Comprovação	52
5.3.3	Terceira Comprovação	53
5.3.4	Quarta Comprovação	54
5.3.5	Quinta Comprovação.....	56
5.4	MELHORAR	58
5.5	CONTROLAR	62
6	CONCLUSÕES.....	67
	REFERENCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

Diante de um cenário de competição crescente, as empresas percebem como essencial a adoção de uma cultura de melhoria contínua para enfrentar a constante volatilidade do mercado. A crescente exigência dos clientes referentes a produtos e serviços, juntamente com o crescimento da concorrência, tem levado as empresas a uma necessidade constante de melhorias (Tobar; Paredes; Guevara, 2022).

Assim como em outras áreas, o mercado de análises clínicas e imagens também enfrenta a constante evolução, crescentes competitividade e demandas em constante aumento de exigência dos clientes, o que gera uma urgência em manter processos altamente flexíveis e que agregam valor. Os laboratórios estão sendo progressivamente mais desafiados pelo aumento da carga de trabalho, pela necessidade de reduzir custos, pela busca contínua por maior eficiência e elevados padrões de qualidade (Hossain *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, a metodologia *Lean* Seis Sigma (LSS), amplamente utilizada na indústria, tem sido adotada no setor de serviços, devido aos notáveis resultados alcançados na melhoria dos processos organizacionais (Manish, 2024). A implementação da metodologia LSS nas instituições, de um modo geral, é relativamente recente, iniciada por volta dos anos 2000, embora, inicialmente sem a incorporação plena dos princípios *Lean*. No entanto, estudo internacional destaca sua aplicação no setor da saúde, evidenciando benefícios como a diminuição de custos, a otimização de tempo, a diminuição do desperdício de materiais e o crescimento da satisfação dos pacientes/clientes (Zimmermann; Siqueira; Bohomol, 2020).

O LSS se concentra em proporcionar a experiência positiva do cliente, garantindo a entrega de serviços de alta qualidade, entrega no prazo, processo de trabalho padronizado, eliminação de desperdícios e desempenho eficiente. Também, a metodologia contribui para a identificação de possíveis causas raiz que afetam o processo e a gestão organizacional. Está rapidamente se tornando um fator estratégico para muitas organizações no setor da saúde (Le *et al.*, 2024). Contudo, metodologia *Lean* Seis Sigma (LSS) utiliza um processo de 5 estágios (*Define, Measure, Analyse, Improve e Control* - DMAIC), no qual o problema é definido, a eficiência do processo é medida, as causas raiz da variação são analisadas, a eficiência do processo é melhorada por meio da identificação e eliminação dessas causas, e estratégias são implementadas para controlar e manter o processo aprimorado, bem como o desempenho futuro (Thakur; Akerele; Randell, 2023).

Como a aplicação estruturada da metodologia LSS, por meio do ciclo DMAIC, pode contribuir para a identificação das causas raiz e para melhoria do indicador de Nível de Serviço de Atendimento (NSA) em laboratórios de análises clínicas e imagens?

Diante deste contexto, será realizada uma análise abrangente do processo da empresa de análises clínicas e imagem para identificar as principais causas raiz que estão impactando o indicador primário NSA, que se encontra abaixo da meta exigida pela organização e realizar um plano de ação estruturado, utilizando a metodologia LSS, para proporcionar melhorias que elevem o desempenho da empresa.

2. OBJETIVO GERAL

Identificar as principais causas raiz que impactam o indicador de NSA, implementar e aplicar um plano de ação com melhorias abrangentes e específicas, visando gerar benefícios qualitativos e financeiros significativos para a empresa de análises clínicas e imagem.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mapear o fluxo de atendimento na clínica, identificar as etapas críticas e as variáveis que influenciam o indicador primário de NSA, utilizando estatísticas descritivas; gráfico de probabilidades, séries temporais, *boxplot* e ferramenta SIPOC.
- Analisar a base de dados relacionados ao indicador NSA e outros indicadores secundários, estabelecendo uma linha de base confiável para comparação e priorização de melhorias;
- Diagnosticar as causas que impactam negativamente o NSA, aplicando ferramentas qualitativas e quantitativas da metodologia LSS;
- Propor soluções aos princípios LSS, com foco na redução de desperdícios e na melhoria da qualidade do atendimento;
- Monitorar os resultados das melhorias implementadas, por meio de indicadores de desempenho e mecanismo de controle contínuo.

2.2 JUSTIFICATIVA

A qualidade dos serviços prestados na área de saúde, especialmente em clínicas de análises laboratoriais, impacta diretamente a satisfação dos clientes e na eficiência operacional das empresas. A aplicação da metodologia LSS nesse contexto possibilita a identificação e eliminação de desperdícios, a diminuição de tempos de espera e a otimização dos processos de atendimento (Cherie *et al.*, 2024). Como resultado, espera-se não apenas um aumento na qualidade do serviço prestado, mas também benefícios financeiros significativos, como a diminuição de custos operacionais e o aumento da receita, decorrentes do aprimoramento da experiência do cliente e da fidelização dos pacientes (Kumar *et al.*, 2024).

Por outro lado, o atual trabalho apresenta uma contribuição acadêmica para a área de Engenharia de Produção, pois explora a aplicação estruturada da metodologia DMAIC no setor de serviços, reforçando a viabilidade e a importância do LSS em contextos além da manufatura. O trabalho agrega valor ao campo acadêmico ao demonstrar, através de um estudo de caso real, a maneira pela qual ferramentas quantitativas e qualitativas podem ser utilizadas para

diagnosticar problemas e implementar melhorias mensuráveis dentro de um ambiente de alta complexidade e exigência.

A definição do tema reflete não apenas a importância da otimização de processos e da busca excelência operacional, mas também a relevância desse estudo como parte da trajetória do autor na certificação de Especialista *Green Belt* em LSS e como monografia de conclusão do curso de Engenharia de Produção.

No que diz respeito à certificação Especialista *Green Belt* em LSS obtida pelo autor, o trabalho foi conduzido com dados reais disponibilizado pelo curso, uma instituição renomada na formação de profissionais em LSS, garantindo a aplicabilidade prática da metodologia LSS no setor de serviços. Todos os dados e as informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho foram fornecidos, assegurando a veracidade e confiabilidade dos dados utilizados.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 LEAN MANUFACTURING

A abordagem do *Lean Manufacturing* (LM) tem suas raízes no Sistema Toyota de Produção (STP), amplamente conhecido como *Just-in-Time* (JIT). Durante a década de 1950, Taiichi Ohno, executivo da Toyota, concebeu e implementou um sistema de produção voltado para a identificação e eliminação de desperdícios, com o objetivo principal era reduzir custos, elevar a qualidade e aprimorar eficiência produtiva, buscando produzir mais com menos recursos. Posteriormente, essa filosofia foi denominada “produção enxuta” (*Lean Production* ou LM) por James P. Womack e Daniel T. Jones, em seu livro *A máquina que mudou o mundo* (Werkema, 2011).

Além de ser um conceito amplamente difundido na indústria, o LM constitui uma filosofia gerencial que visa otimizar o desempenho da organização por meio da aplicação de princípios da melhoria contínua e da transformação cultural da organização. Ao reduzir desperdícios, essa abordagem não apenas melhora a qualidade dos processos, mas também permite uma resposta mais ágil às demandas dos clientes (Sadiq *et al.*, 2021).

O princípio fundamental do LM está na eliminação de desperdícios, que são caracterizados como qualquer atividade que não agregue valor ao produto ou serviço. Estima-se em torno de 95% do tempo num processo produtivo seja composto por etapas que geram custos sem agregar valor, mesmo em operações que aparentam ser eficientes. Dessa forma, o LM se destaca como um conjunto estruturado de ferramentas e práticas destinadas a promover um fluxo contínuo, minimizar variações no processo e eliminar desperdícios (Slack.; Brandon-Jones; Johnston, 2018).

Nesse contexto, a execução do LM tem se mostrado essencial para aprimorar a eficiência operacional e reduzir desperdícios nos processos produtivos. O estudo de caso conduzido por Pawlak (2024) reforça essa perspectiva ao analisar a relevância da organização do trabalho na manufatura para minimizar atrasos nos processos de produção. O autor destaca o papel fundamental de identificar corretamente os fatores que geram esses atrasos e estabelecer estratégias eficazes para mitigar seu impacto. O estudo evidenciou os benefícios da implementação de ferramentas *Lean*, demonstrando que sua aplicação contribuiu significativamente para a eliminação de atrasos na produção. A análise estatística dos níveis de atraso revelou que o uso dessas práticas resultou em uma diminuição de aproximadamente 18 horas nos atrasos relacionados a falhas no processo produtivo.

3.1.1 Tipos de desperdícios

Os desperdícios, segundo os princípios do *Lean*, podem ser classificados com base em suas causas, permitindo sua redução ou eliminação por meio de análises detalhadas e uma compreensão adequada do processo (Kumar, 2022). Liker (2022) destaca em seu livro que o STP, fundamento do *Lean*, identifica sete categorias principais de desperdícios que não agregam valor nos processos de produção, descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Os setes desperdícios.

Desperdícios	Definição
Produção em excesso	Produção adiantada ou para demanda esperada, o que gera desperdícios com excesso de pessoal e custos desnecessários de transporte e armazenamento.
Espera (tempo sem trabalho)	Observar ou esperar uma máquina, esperar insumos críticos ou ter folgas sem prazos imediatos.
Transporte ou movimentação desnecessária	Movimento de estoques em processo por longas distância, criação de transporte ineficiente.
Excesso de processamento	Passos desnecessários para processar as peças.
Excesso de estoque	Excesso de matéria-prima, estoque em processo ou produtos acabados, causando <i>lead time</i> mais longos.
Movimento desnecessário	Qualquer movimento inútil que os funcionários tem que fazer durante o trabalho.
Defeitos	Produção de defeitos e correção. Consertar ou retrabalhar, descartar, produzir.

Fonte: Adaptado de Liker (2022).

Womack e Jones (2004) acrescentaram a essa lista de desperdícios que diz a respeito de projeto relacionados a produtos e serviços que não correspondem às necessidades do cliente. O Quadro 2 expõe alguns exemplos de desperdícios nas áreas administrativas e de prestação de serviços.

Quadro 2 - Exemplos de desperdícios nas áreas administrativas e de prestação de serviços.

Desperdícios	Definição
Defeitos	Erros de manufatura, pedidos, cotações de compra e materiais.
Excesso de produção	Processamento e/ou impressão de documentos antes do necessário, aquisição antecipada de materiais.
Estoques	Material de escritório, catálogos de vendas, relatórios.
Processamento desnecessário	Relatórios não necessários ou em excesso, cópias adicionais de documentos, reentradas de dados.
Movimento desnecessário	Caminhadas até a copiadora ou até o armário de material de escritório.
Transporte desnecessário	Anexos de <i>e-mails</i> em excesso, aprovações múltiplas de um documento.
Espera	Sistema fora do ar ou lento, ramal ocupado, demora na aprovação de um documento.

Fonte: Adaptado de Werkema (2011).

3.1.2 Princípios do pensamento *Lean*

Conforme mencionado, o principal objetivo do *Lean* consiste em minimizar desperdícios e eliminar atividades as quais não agregam valor. No entanto, para além disso, o *Lean* deve ser

compreendido como uma abordagem focada sobre a maximização do valor entregue ao cliente final (Adegbite, 2024). Segundo Peralta *et al.* (2020), de forma que uma organização possa operar de maneira alinhada à mentalidade *Lean*, é essencial compreender as reais necessidades dos consumidores e o que eles valorizam.

Visando esse propósito, a filosofia *Lean* altera o foco da otimização de tecnologias, ativos e setores isolados para o aperfeiçoamento do fluxo contínuo dos produtos e também serviços ao longo de toda a cadeia produtiva. Essa abordagem resulta em processos mais enxutos, que exigem menos esforço humano, menos espaço físico, menos recurso e menos tempo, permitindo a produção de bens e também serviços a um custo menor e com menos danos à operação em comparação aos sistemas de produção tradicionais (Markusic, 2024).

Dessa maneira, para orientar as empresas na implementação do pensamento *Lean* bem como garantir a prioridade no cliente final, é essencial que qualquer projeto de implantação do *Lean* seja fundamentado em cinco princípios essenciais. Esses princípios, definidos por Womack e Jones (2004) foram desenvolvidos para estruturar uma gestão de processos, eliminar desperdícios e garantir um fluxo de produção mais eficiente. A seguir, são apresentados esses princípios:

- I. Valor: o valor é definido pelo cliente com base nas suas necessidades, e cabe à empresa identificá-las, atendê-la, garantindo sustentabilidade, redução de custo e melhoria contínua;
- II. Fluxo de valor: consiste em analisar toda cadeia produtiva e categorizar os processos em três tipos: os realmente geram valor, os que não geram valor, mas são fundamentais para manutenção dos processos além qualidade, e, finalmente, os que não agregam valor e devem ser eliminados imediatamente;
- III. Fluxo contínuo: estabelece etapas que permitem o fluxo contínuo de valor por toda a cadeia produtiva até chegar ao consumidor. Dentro desse processo, os produtos bem como serviços precisam ser priorizados conforme a demanda do cliente, por meio da minimização dos tempos de processamento;
- IV. Produção puxada: o fluxo contínuo permite inversão do processo produtivo, fazendo com que as empresas deixem de empurrar produtos ao consumidor através de descontos e promoções. Em vez disso, a produção torna-se impulsionada pela demanda real ao cliente, garantindo que apenas o necessário seja fabricado, eliminando estoques e dando valor para o produto;

- V. Perfeição: a perfeição deve ser um objetivo contínuo, impulsionando a melhoria constante e a transparência nos processos. Todos aqueles envolvidos na cadeia produtiva devem compreender o sistema como um todo, colaborando para melhorar a criação de valor.

3.1.3 Ferramentas do *Lean*

A abordagem *Lean* é baseada em uma variedade de técnicas destinadas a otimizar processos organizacionais, focando na eliminação de desperdícios e no aperfeiçoamento ou melhoria contínua. Para implementá-la com sucesso, é essencial compreender as necessidades específicas da organização e selecionar as ferramentas mais adequadas de maneira complementar (Al-Rifai, 2024). A filosofia *Lean* enfatiza a aplicação de diversas ferramentas integradas que trabalham em conjunto para alcançar a eficiência operacional e alta qualidade (Gupta; Sarmah; Gqibani, 2025). Parte dessas ferramentas além de suas definições estão listadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Algumas ferramentas do *Lean*.

Ferramentas do <i>Lean</i>	Definições
Mapeamento do Fluxo de Valor	É uma ferramenta que emprega símbolos gráficos para representar visualmente e documentar a sequência e o movimento de informações, materiais e atividades que compõem o fluxo de valor de uma empresa.
<i>Kaizen</i>	O <i>Kaizen</i> é uma filosofia Japonesa de melhoria contínua que visa obter aprimoramentos rápidos utilizando o senso comum e a criatividade para melhorar processos ou fluxos de valor. Geralmente, é aplicado para resolver problemas específicos identificados no Mapeamento do Fluxo de Valor e é conduzido por uma equipe multidisciplinar dentro da empresa.
<i>Kanban</i>	O <i>Kanban</i> é um dispositivo de sinalização que permite e orienta a produção ou a retirada de itens dentro de um sistema puxado. Em Japonês, o termo significa “sinal”.
5S	O 5S é uma metodologia que tem como propósito promover e manter a limpeza e a organização nos ambientes de trabalho, abrangendo tanto as áreas administrativas quanto as de manufatura, servindo como um fundamento essencial do <i>Lean Manufacturing</i> .
<i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	O TPM é um conjunto de práticas destinado a assegurar que os equipamentos de um processo produtivo estejam sempre aptos a realizar as tarefas exigidas, evitando assim interrupções na produção.

Fonte: Adaptado de Werkema (2012).

3.1.4 *Lean Healthcare*

O uso dos princípios do *Lean* no segmento da saúde é denominado *Lean Healthcare* (LH), com a finalidade de melhorar continuamente os serviços, melhorar a eficiência e garantir a sustentabilidade das instituições (Sousa e Jorge, 2022). Suas práticas incluem a melhoria no atendimento, a diminuição do tempo de espera, promovendo maior satisfação entre pacientes e colaboradores (Lsloum *et al.*, 2024). Para garantir que os benefícios sejam alcançados, é fundamental o engajamento de todos integrantes envolvidos, aliado a treinamentos que

disseminem a respeito da cultura *Lean* em toda organização (Keown; Teeling; Mcnamara, 2024).

Além disso, o LH pode ser adotado em laboratórios de análises clínicas, que frequentemente lidam com desafios como longos tempos de resposta, processos ineficientes e escassez de recursos (Tretiak, 2024). Com isso, o uso dos princípios e ferramentas *Lean* nesses ambientes contribui para aumentar a eficiência operacional, melhorar a gestão eficiente de recursos, reduzir o tempo de atendimento e aprimorar a qualidade dos serviços prestados (Kontautas *et al.*, 2024).

A respeito ao LH, Talero-Sarmiento *et al.* (2024) investigaram a implementação do *Lean* no setor da saúde, analisando seus benefícios, desafios e perspectivas futuras. A pesquisa utilizou uma revisão conceitual baseada na análise de 44 revisões de literaturas extraídas das bases *Scopus* e *PubMed*, seguindo cinco etapas metodológicas: definição das questões de pesquisa, estratégia de busca, critérios de seleção, categorização e síntese dos artigos. Os resultados revelam que a aplicação do LH contribui visando a melhoria dos resultados dos pacientes, aumento da eficiência, diminuição de custos, minimização de desperdícios e otimização do fluxo dos processos pela redução do tempo de espera. No entanto, o estudo também exige desafios, como resistência à mudança, complexidade na implementação e dificuldades na sustentabilidade das práticas adotadas.

Oliveira *et al.* (2024) investigaram as dificuldades enfrentadas pelo sistema brasileiro na prestação de serviços, além de analisarem a aplicação do LH na gestão hospitalar para aumentar a eficiência e qualidade, economizando desperdícios. O estudo se concentrou na avaliação e otimização dos processos do Centro Obstétrico (CO) de um hospital em Feira de Santana, com o objetivo de identificar desperdícios que impactam o tempo de permanência dos pacientes e propor melhorias. Caracterizada como uma pesquisa descritiva e exploratória, a investigação foi realizada através de um estudo de caso, aplicando o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) para identificar, classificar e mitigar desperdícios. Além disso, foram definidos indicadores de desempenho, como tempo de permanência, para monitorar os impactos das mudanças. Estimase que as melhorias sugeridas, combinadas com capacitação dos profissionais em *Lean*, poderão reduzir em 37% a duração de permanência no CO, contribuindo para a eficiência e qualidade do atendimento. O estudo ressalta a importância da melhoria contínua nos processos de saúde, assegurando um serviço mais eficaz e seguro.

3.2 SEIS SIGMA (SS)

O SS surgiu na década de 1980 na Motorola, desenvolvido por Bill Smith como uma abordagem estatística para reduzir a variabilidade dos processos e aprimorar a qualidade dos produtos. A metodologia ganhou destaque ao demonstrar reduções significativas em defeitos, aumentando a eficiência operacional. Nos anos 1990, o SS foi amplamente difundido pela *General Electric* (GE) sob liderança de Jack Welch, que o transformou em um pilar estratégico da empresa (Werkema, 2011).

Conforme Pinho (2020), a metodologia SS representa uma abordagem de transformação adotada pela gestão em diversos setores para compreender e reduzir a variabilidade dos processos produtivos, bem como aperfeiçoar a conexão entre diferentes estratégias empresariais, com foco no aprimoramento dos resultados planejados pelas organizações. Desse modo, a implementação desse programa nas empresas busca, primordialmente, promover, de forma organizada, o aprimoramento da qualidade através da contínua evolução dos procedimentos relativos à fabricação de produtos ou prestação de serviços, levando em consideração todos os aspectos relevantes do negócio (Pinho, 2020).

Outro fator de suma importância do SS é o conceito de grau de capacidade, o qual se define como a capacidade de um processo para entregar produtos conforme os requisitos de especificação desejados pelo consumidor (Ravichandran, 2019).

Segundo Zanezi e De Carvalho (2023), aspectos fundamentais para implementação bem-sucedida de projetos SS incluem o envolvimento da alta administração desde o estágio inicial do planejamento dos processos gerenciais até o acompanhamento individual dos projetos em nível operacional. Para tanto, é essencial ter uma estratégia de comunicação que ajude os colaboradores a compreender como a metodologia é aplicada, sua relevância para suas atividades diárias e os benefícios resultantes.

A metodologia SS emprega uma variedade de técnicas estatísticas comprovadas, utiliza a metodologia DMAIC para estruturar iniciativas de aperfeiçoamento e atingir um padrão de qualidade de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (tabela 1) e capacita os líderes técnicos, também chamados *Belt*, para que possuam um amplo atendimento de aplicação dessas técnicas e liderem a implementação e adoção da filosofia (Patel; Chudgar, 2020).

Tabela 1 - Nível da Qualidade Sigma.

Nível da Qualidade	Defeitos por Milhão	Percentual de Conformidade
1 Sigma	691.463	30,85%
1,5 Sigma	500.000	50%
2 Sigma	308.537	69,15%
3 Sigma	66.807	93,32%
4 Sigma	6.210	99,38%
5 Sigma	233	99,97%
6 Sigma	3,4	99,9966%

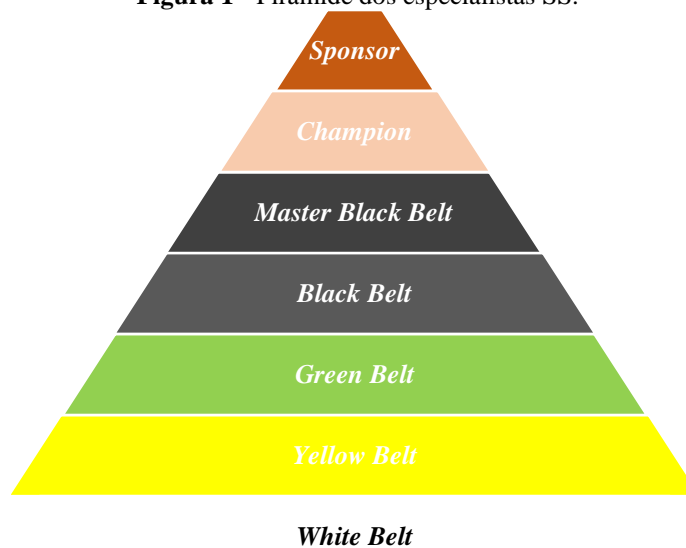
Fonte: Adaptado de George (2002).

3.2.1 Patrocinadores e Especialistas do SS

Ter indivíduos com experiência e qualificações adequadas em diferentes níveis é importante para impulsionar o aprimoramento de melhoria contínua e alcançar um padrão de excelência na qualidade nos setores de produção bem como serviços (Tsung; Wang, 2023).

Nesse contexto, o êxito de programas de qualidade como SS está diretamente ligado à presença de profissionais qualificados com as competências necessárias para atuar como defensores ou especialistas na metodologia e nas ferramentas (Hollingshed, 2022). A classificação dos profissionais do SS foi inicialmente estabelecida pelo centro de pesquisa SS da Motorola em 1991, conforme mencionado por Perez-Wilson (2010).

A estrutura hierárquica dos profissionais de SS, conforme descrita na Figura 1, desempenha um papel fundamental para assegurar a implementação eficaz e a sustentabilidade das práticas do SS nas organizações.

Figura 1 - Pirâmide dos especialistas SS.

Fonte: Autor (2025).

Conforme Werkema (2012), as principais ideias e características de cada profissional são descritas a seguir:

- *Sponsor*: promove e estabelece as diretrizes para a adoção do SS;
- *Champion*: assessora o *Sponsor* do SS na execução do programa;
- *Master Black Belt*: assessora os *Sponsors* e *Champions* e desempenha o papel de mentor dos *Black Belts* e *Green Belts*;
- *Black Belt*: lidera equipes na execução de projetos multifuncionais (preferencialmente) ou funcionais;
- *Green Belt*: lidera equipes na execução de projetos funcionais ou participa de equipes lideradas por *Black Belts*;
- *Yellow Belt*: supervisiona a utilização das ferramentas SS na rotina da empresa e executa projetos mais focados e de desenvolvimento mais rápido que os executados pelos *Green Belts*;
- *White Belt*: executa ações na operação de rotina da empresa que irão garantir a manutenção, a longo prazo, dos benefícios alcançados por meio dos projetos.

3.2.2 Metodologia DMAIC

A abordagem DMAIC, que é a base essencial no SS, é um processo estruturado composto por etapas sequenciais que facilitam a conquista dos resultados esperados em projetos. Essa metodologia integra técnicas quantitativas e qualitativas para análise e aprimoramento dos processos. O termo DMAIC é uma sigla que representa as etapas: *Define*, *Measure*, *Analyse*, *Improve* e *Control* (Di Sutam *et al.*, 2024).

DMAIC representa uma estrutura para investigação e solução de problemas, formada por cinco etapas que orientam o desenvolvimento para atingir os objetivos e metas estabelecidas. Cada fase da metodologia tem um propósito específico, viabilizando as melhorias no processo (Imansuri, 2024).

Monday (2022) ressalta que o ciclo de aperfeiçoamento de processos DMAIC, parte integrante da metodologia SS, é uma abordagem eficaz para resolver problemas. Segundo o autor, as cinco fases do ciclo DMAIC são descritas da seguinte maneira:

- *Define*: estabelece claramente o problema a ser resolvido ou eliminado do processo, além de definir as equipes e os limites do projeto;

- *Measure*: determina as variáveis para a análise estatística do problema, obtém dados relevantes sobre o processo que possa estar influenciando no problema em questão e prioriza as possíveis causas que influenciam no processo;
- *Analyse*: analisa as informações e comprova, com base em evidências e dados, as causas raiz no processo;
- *Improve*: é realizada a aplicação das melhorias, promovendo uma busca constante pela otimização dessas melhorias. Assim, procura-se fazer os ajustes necessários no processo e implementá-los de forma eficaz por meio do plano de ação;
- *Control*: garante que as melhorias implementadas se mantenham presentes no processo produtivo. Em geral, é comum acompanhar o progresso dos processos para detectar eventuais desvios dos parâmetros definidos para o processo.

As fases do método, junto aos seus objetivos e às ferramentas mais utilizadas, estão ilustradas no Quadro 4.

Quadro 4 - Fases do DMAIC e principais ferramentas.

Etapa	Conceito	Ferramentas
D (<i>Define</i>)	Define o escopo do projeto; identifica o processo gerador, elabora o contrato do projeto; definição da equipe	Mapa de raciocínio, <i>Project Charter</i> , Voz do cliente, SIPOC, Gráfico de séries temporais, <i>Boxplot</i>
M (<i>Measure</i>)	Análise quantitativa dos dados; avalia as causas potenciais do processo; definir o foco do projeto	Mapa de processo, Diagrama de <i>Ishikawa</i> , Estatística descritiva, Histograma, Teste de hipótese, Matriz causa e efeito
A (<i>Analyse</i>)	Comprova através de fatos e dados as causas raiz do processo ou serviço	Anova, Teste hipótese, correlação, Teste Qui-Quadrado, Teste T pareado, Regressão linear
I (<i>Improve</i>)	Propor soluções; avaliar o risco de implementação; elaborar e executar o plano de ação	<i>Brainstormig</i> , Diagrama de Árvore, 5W2H, Matriz de priorização, <i>Kaizen</i>
C (<i>Control</i>)	Medir os resultados; definir mecanismo que garanta a sustentabilidade das melhorias; garantir a sustentabilidade do processo	Gráficos de controle, Controle estatístico do processo, capacidade do processo, OCAP

Fonte: Adaptado de Werkema (2012).

3.3 LEAN SEIS SIGMA (LSS)

O LSS surgiu no início dos anos 2000 como uma abordagem integrada que combina os princípios LM e do SS, unindo a diminuição de desperdícios com a redução da variabilidade do processo produtivo. Sua origem é a necessidade das empresas de aprimorar tanto a eficiência operacional quanto a excelência dos produtos bem como serviços. Enquanto o *Lean* foca na agilidade e na eliminação de desperdícios, o SS busca reduzir erros e variações por meio de

métodos estatísticos. Ao unir essa metodologia, o LSS permite uma melhoria contínua mais robusta, promovendo ganhos financeiros e competitivos em diversos setores industriais e de serviços (Werkema, 2011).

Segundo Shashwat Agrawal *et al.* (2024), cada metodologia apresenta vantagens distintas, e sua implementação isolada pode gerar limitações. Se o *Lean* for implementado sem o SS, haverá uma carência de ferramentas para quantificar o problema e alcançar plenamente a capacidade de melhoria. Em contrapartida, a aplicação do SS sem o *Lean* resultará na ausência de instrumentos que incentivem a busca contínua por aprimoramentos.

Galeale; Azevedo e Barcelos (2024), destacaram os benefícios do LSS para os setores de produtos e serviços, afirmando que esse método garante que os serviços possuam características apropriadas para satisfazer as demandas dos clientes. Além disso, permite a identificação e eliminação de desperdícios nos processos, a minimização dos custos de produção e a ocorrência de defeitos, garantindo o fornecimento do produto ou serviço correto, na quantidade necessária.

Al-zuheri; Vlachos e Amer (2021), analisaram o uso do LSS para otimizar o tempo de atendimento dos pacientes no sistema de saúde, realizando uma revisão da literatura sobre o assunto. O estudo buscou identificar os principais componentes e variáveis que impactam a viabilidade desta metodologia na organização do fluxo de pacientes e na diminuição dos períodos de espera. O estudo ressalta a importância de pesquisas adicionais sobre a abordagem do LSS no ramo da saúde. Além disso, quando aplicado de forma adequada, o LSS pode diminuir consideravelmente o período de espera dos pacientes e, conseqüentemente, os custos envolvidos. De forma geral, a pesquisa indicou os efeitos mais relevantes do LSS no setor de saúde incluem a elevação da produtividade e da eficiência dos serviços, a diminuição de custos e o aprimoramento da satisfação tanto dos pacientes quanto dos colaboradores.

3.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Os programas e métodos da qualidade desempenham um papel essencial no desenvolvimento, implementação, monitoramento e aprimoramento dos princípios da qualidade dentro das organizações. Esses instrumentos são indispensáveis para garantir o desempenho ideal do Sistema de Gestão da Qualidade (SQG) (Valentin; Calin, 2024). Além disso, a análise da experiência do cliente, com ênfase no aperfeiçoamento da qualidade de produtos e serviços, representa uma função estratégica dessas ferramentas. Essa abordagem reforça a credibilidade da empresa e proporciona diferenciais competitivos relevantes frente à concorrência (Gribincea, 2024).

Conforme Bugor e Lucca Filho (2021), a utilização das ferramentas e dos métodos da qualidade dentro do ciclo DMAIC é fundamental para auxiliar cada fase do processo, proporcionando uma estrutura organizada e consistente para a resolução de problemas complexos. Dessa forma, sua aplicação potencializa a efetividade das iniciativas LSS, impulsionando o aperfeiçoamento contínuo e aumentando a competitividade para a organização.

Diversas técnicas e ferramentas utilizadas na adoção da metodologia LSS neste projeto serão expostas nos subtópicos a seguir.

3.4.1 Diagrama *Ishikawa*

Werkema (2006) define o diagrama de *Ishikawa* como um recurso visual empregado para demonstrar a conexão entre o resultado do processo (efeito) e os fatores (causas) que, por razões técnicas, podem influenciar esse resultado. Segundo Toledo *et al.* (2014), nos processos produtivos, é comum considerar seis fatores principais, conhecidos como 6M: materiais, mão de obra, métodos de trabalho, máquinas, meio ambiente e medição. Já em problemas organizacionais no ramo de serviços, geralmente são utilizados os seguintes fatores: pessoais, insumos, procedimentos, posições de trabalho, clientes e equipamentos. Esses fatores não são imutáveis e podem ser ajustados conforme a demanda de cada situação, garantindo maior precisão na análise.

3.4.2 Histograma

Marshall *et al.* (2010) descrevem o histograma como um recurso gráfico de barras que permite visualizar a organização de dados por categoria, representando uma variável em um momento específico. Além disso, destacam que esta ferramenta exibe o padrão de frequência, organizando os valores estatisticamente em classes, o que possibilita a observação da tendência central e da variabilidade.

Segundo Toledo *et al.* (2014), o histograma auxilia na interpretação do padrão dos valores, permitindo identificar a frequência com que um determinado valor ou conjunto de valores ocorre. Assim, a finalidade da análise de um histograma é desenvolver uma explicação coerente e significativa.

3.4.3 Brainstorming

Conforme Meireles (2001), o *brainstorming* é uma técnica utilizada para a geração coletiva de ideias em um curto período, contando com a participação ativa de todos os participantes. Esse engajamento conjunto favorece a geração de soluções inovadoras e criativas, garantindo qualidade nas decisões, além de promover comprometimento e responsabilidade compartilhada entre os integrantes. Já segundo Marshall *et al.* (2010), o *brainstorming* busca estimular e expandir ideias, concentrando-se em um aspecto específico, incentivando a originalidade e coexistência em um ambiente livre de restrições.

3.4.4 Controle Estatístico do Processo (CEP)

De acordo com Montgomery (2012), o controle estatístico do processo (CEP) representa um recurso indispensável para monitorar e controlar a variabilidade nos fluxos produtivos, empregando técnicas estatísticas para assegurar que produtos e serviços estejam dentro das especificações desejadas, contribuindo para melhoria contínua e a estabilidade na qualidade.

3.4.5 Estratificação

Marshall *et al.* (2010) descrevem a estratificação como um método de separação dos dados coletados, organizando-os em categorias, grupos ou estratos para destacar a sua composição. O objetivo dessa abordagem é facilitar a análise e a investigação, permitindo identificar oportunidades de aperfeiçoamento ao tornar mais clara a estrutura real dos dados em seus principais segmentos.

3.4.6 Mapa do Processo

Conforme Werkema (2012) o mapa do processo é um recurso visual usado para documentar, analisar e melhorar processos dentro de uma empresa. Representando etapas, decisões e atividades envolvidas na execução do processo, permitindo uma compreensão clara sobre a maneira como o trabalho é realizado. Descreve os limites, as principais atividades/tarefas, os parâmetros de produto final (Y), parâmetro do produto (y) e os parâmetros de processo (x).

3.4.7 SIPOC

A ferramenta SIPOC é um esquema de alto nível que ajuda a mapear processos, fornecendo uma visão clara e abrangente de suas principais componentes. SIPOC corresponde a um acrônimo que representa Fornecedores (*Suppliers*), Entradas (*Inputs*), Processo (*Process*), Saídas (*Outputs*) e Clientes (*Customers*). Essa ferramenta é frequentemente utilizada no início de projetos de melhorias de processos para compreender o escopo e os elementos críticos envolvidos (Werkema, 2012).

3.4.8 5W2H

A ferramenta 5W2H é uma técnica de gerenciamento que ajuda a planejar e executar o plano de ação de forma clara e estruturada. A ferramenta é composta das seguintes perguntas: o que será feito (*What*), quando será feito (*When*), quem fará (*Who*), onde será feito (*Where*), por que será feito (*Why*), como será feito (*How*) e quanto custará (*How much*). Essa abordagem proporciona uma visão clara e detalhada da estratégia de execução, garantindo que nada seja esquecido e que todos os participantes tenham uma compreensão completa do que precisa ser feito (Werkema, 2012).

3.4.9 Teste de Hipótese

Segundo Montgomery (2012), o teste de hipótese constitui um método estatístico da qualidade utilizada para tomar decisões baseadas em dados, avaliando se uma suposição sobre um processo ou população é verdadeira. Esse método estatístico ajuda a determinar se as evidências observadas em uma amostra são suficientemente fortes para confirmar ou descartar a hipótese pré-definida. Existem dois tipos de hipóteses: a hipótese nula (h_0), que caracteriza a condição de não mudança, e a hipótese alternativa (h_1), que caracteriza a condição de mudança ou efeito. O teste de hipótese calcula a probabilidade para obter os resultados observados, assumindo que hipótese nula é verdadeira. Com base no valor-p (*p-value*) obtido, decide-se se há evidências suficientes para descartar a hipótese nula em favor da hipótese alternativa, contribuindo para melhoria contínua bem como a qualidade dos processos produtivos.

4 METODOLOGIA

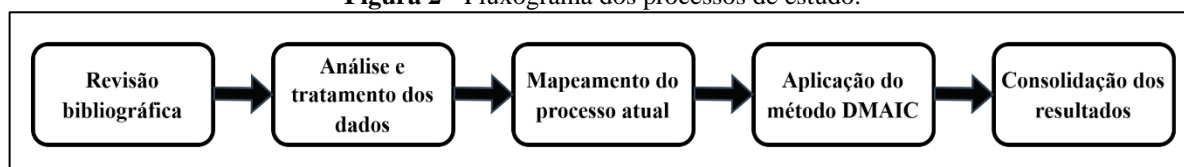
4.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa caracteriza-se como estudo de caso, buscando examinar em profundidade um caso específico, considerando suas singularidades e permitindo uma análise contextualizada das causas raiz e das soluções implementadas conforme Marconi e Lakatos (2022). Além disso, trata-se de uma pesquisa aplicada, voltada à solução de problemas práticos no contexto organizacional estudado, com caráter descritivo ao oferecer uma análise detalhada das características, processos e resultados observados na clínica de análises laboratoriais e imagem (Cauchick, 2019).

Adota-se uma abordagem qualitativa e quantitativa, ao combinar a análise numérica de indicadores de desempenho e resultados mensuráveis obtidos após as melhorias com interpretação qualitativa de informações, como percepções e experiências relacionadas ao fluxo de atendimento (Gil, 2017). Destaca-se, ainda, a aplicação de metodologias da qualidade, que contribuíram tanto para análise qualitativa, ao mapear e interpretar causas raiz e padrões, quanto para a análise quantitativa, ao organizar e tratar dados numéricos essenciais para o processo de decisão.

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Figura 2 - Fluxograma dos processos de estudo.



Fonte: Autor (2025).

A estrutura deste projeto seguiu o fluxograma apresentado, que sintetiza as principais etapas executadas durante sua realização. Inicialmente, foi conduzida uma revisão bibliográfica, proporcionando a fundamentação teórica dos conceitos e métodos aplicados, especialmente no contexto da metodologia LSS e ao ciclo DMAIC.

Em seguida, realizou-se a análise e o tratamento dos dados, garantindo sua confiabilidade para as etapas subsequentes. Posteriormente, procedeu-se ao mapeamento do processo atual, identificando seus fluxos. A partir desse diagnóstico, aplicou-se a abordagem do ciclo DMAIC, percorrendo as etapas de definição, medição, análise, melhoria e controle, com o objetivo de reconhecer as causas raiz, implementar soluções eficazes, aplicar plano de ação e estabelecer mecanismo de monitoramento.

Por fim, os resultados foram consolidados, evidenciando os impactos qualitativos e quantitativos das melhorias. Os dados empregados nas análises foram fornecidos pelo setor de inteligência de Negócios (IN), sem necessidade de coleta direta pelo autor. As análises estatísticas e gráficas foram integralmente conduzidas utilizando o *software Minitab 21*.

4.3 ESTUDO DE CASO

A organização em estudo opera no ramo da saúde, oferecendo uma ampla gama de exames clínicos e de diagnóstico por imagem, como exames de sangue, ultrassonografia, tomografia computadorizada e ressonância. Possui mais de 60 laboratórios distribuídos estrategicamente nas principais regiões dos Estados do Sudeste e Centro-oeste do Brasil, o que reforça sua relevância no cenário nacional e seu compromisso com a acessibilidade e excelência na prestação de serviços.

Com base em uma análise realizada pelo setor de Inteligência de Negócios (IN), responsável pelo monitoramento contínuo da *performance* dos laboratórios, identificou-se na avaliação mais recente que o NSA do Estado X registrava média de 68%. Esse índice estava consideravelmente inferior à meta definida pela organização, fixada em 75%, e da média dos demais Estados, que atingiam aproximadamente 81%. Diante desse cenário, evidenciou-se uma oportunidade concreta de implementar um projeto de aprimoramento, direcionado ao Estado com o menor desempenho, visando reduzir a variabilidade e elevar o indicador aos padrões desejados.

Segundo a própria organização, o processo mais crítico para o impacto negativo no NSA era o fluxo de recepção e direcionamento. Esse fluxo abrange todas as fases, desde a chegada do cliente à recepção até seu direcionamento para os exames, sendo determinante para a *performance* do indicador analisado. Com base nessa constatação, a abrangência da pesquisa foi definida em torno das atividades diretamente ligadas ao setor de recepção e encaminhamento, incluindo as etapas a seguir: coleta da senha pelo cliente, cadastramento, validação dos exames, geração da guia e, por último, o direcionamento para execução dos exames.

Entre os fatores que influenciavam diretamente esse indicador, destacavam-se: tempo de espera dos pacientes, tempo necessário para o cadastro dos pacientes, tempo de liberação dos pacientes, percentual dos exames previamente autorizados e a configuração do *layout* físico do laboratório (deslocamento sala de espera – guichê de atendimento – sala de exame).

No âmbito da abordagem, o indicador NSA, calculado mensalmente pela empresa durante o período analisado, foi essencial para a avaliação dos resultados do projeto. Esse indicador é

expresso em termos percentuais, representando a relação entre o número dos clientes atendidos, desde a sua chegada à recepção até o direcionamento para os exames, dentro de 15 minutos, e o total de atendimentos realizados no período. A equação adotada para esse cálculo é apresentada a seguir. No entanto, vale ressaltar que a empresa disponibilizou apenas a fórmula de apuração do indicador NSA, sem especificar a abordagem utilizada para aferir o período entre o início do atendimento e o direcionamento para a execução do exame.

$$NSA = \frac{\sum \text{clientes atendidos em até 15 minutos}}{\sum \text{clientes atendidos}} \times 100$$

A meta definida pela organização para o NSA era de 75%. Com base neste parâmetro, os setores de IN e controladoria determinaram que, para cada ponto percentual que ultrapasse a meta, há um retorno financeiro estimado em R\$235,00, aplicado a cada conjunto de 1.000 atendimentos realizados anualmente.

O conjunto de dados utilizado neste projeto abrangeu um período de dois anos, com registros mensais expressos em valores percentuais. Por motivos de confidencialidade, o intervalo específico não foi divulgado. Ressalta-se, contudo, que essa omissão não comprometeu a realização das análises nem o desenvolvimento das fases do projeto, visto que a duração do período não teve impacto decisivo sobre os resultados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os tópicos secundários a seguir apresentam os principais resultados obtidos por meio da pesquisa realizada.

5.1 DEFINIR

A fase introdutória do projeto concentrou-se na definição do problema, com ênfase na do Voz do Negócio (VOB). A partir desta análise, identificou-se que as maiores oportunidades para a implementação da metodologia LSS estavam concentradas nos laboratórios do Estado X. Esse Estado apresentou desempenho inferior ao esperado no indicador NSA, com resultados inferiores ao objetivo estabelecido e da média registrada pelos demais Estados. O dado mais recente indicava que apenas 68% dos clientes estavam sendo atendidos dentro do padrão definido pela organização, que estabelece um tempo máximo de 15 minutos entre a chegada do paciente e seu direcionamento para execução do exame.

Para aprimorar a compreensão e conduzir a análise dos dados, foram obtidos as informações e os dados históricos referente ao indicador NSA, expressos em valores percentuais mensais ao longo de 24 meses consecutivos. Esse conjunto de dados abrangia um período de dois anos, com registros mensais confiáveis, sem inconsistência ou falhas de digitação, assegurando a integridade das informações utilizadas na análise.

Como ponto de partida para a compreensão do comportamento do indicador analisado, procedeu-se a uma avaliação estatística descritiva básica, incluindo medidas como média, desvio padrão, valor mínimo, valor máximo além da mediana, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3 – Estatística do NSA do Estado X.

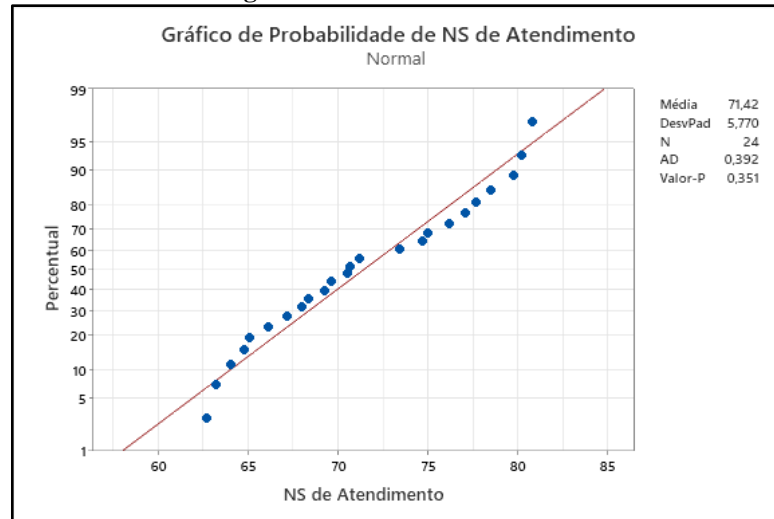
Estatísticas							
Variável	N	N*	Média	DesvPad	Mínimo	Mediana	Máximo
NS de Atendimento	24	0	71,42	5,77	62,72	70,61	80,80

Fonte: Autor (2025).

A figura 3, evidencia indícios iniciais, demonstrados pela expressiva diferença entre os valores máximos e mínimos do NSA durante os 24 meses analisados, o que indica uma elevada variabilidade no desempenho. Embora a média geral se aproxime da meta de 75%, os resultados não atenderam às expectativas da organização. Para aprofundar a compreensão desse

comportamento, foram conduzidas análises complementares. Assim, aplicou-se um teste de normalidade, conforme na Figura 4.

Figura 4 – Teste de normalidade.

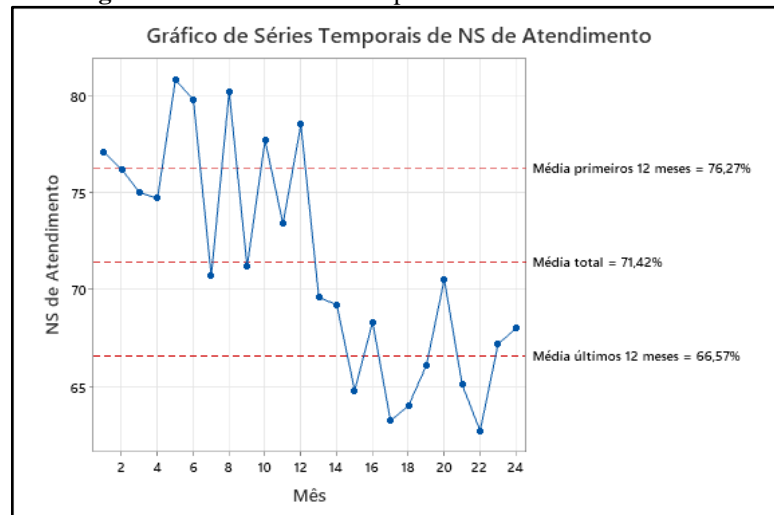


Fonte: Autor (2025).

Como ilustrado na Figura 4, os dados demonstraram uma distribuição normal, indicando um comportamento próximo à normalidade. Esse resultado foi reforçado pelo valor-p obtido no teste, que foi superior ao nível de significância de 0,05. Segundo a regra de decisão estatística, isso permite aceitar a hipótese nula, ou seja, considera-se que os dados seguem uma distribuição normal. Caso o p-valor tivesse sido inferior a 0,05, os dados seriam considerados não normais, o que imporá restrições à aplicação de determinadas ferramentas estatísticas nas análises subsequentes.

Em seguida, foi elaborado o gráfico sequencial com a finalidade de identificar possíveis padrões de comportamento durante o período analisado, como demonstrado na Figura 5.

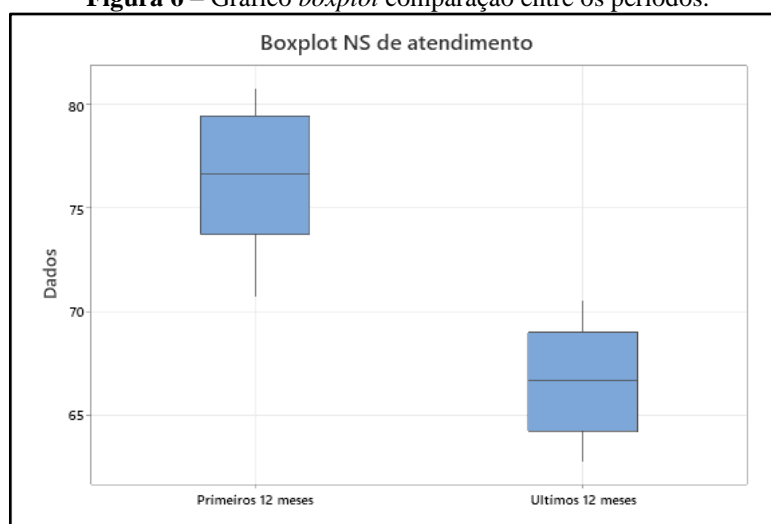
Figura 5 – Gráfico séries temporais referentes aos 24 meses.



Fonte: Autor (2025).

Com base na avaliação do gráfico sequencial exibido na Figura 5, identificou-se uma redução expressiva no NSA durante os últimos 12 meses. Além disso, é possível identificar uma tendência de piora gradual dos resultados mês após mês. Nos primeiros 12 meses analisados, apesar da instabilidade, ainda foram observados valores superiores à meta de 75%. No entanto, no período subsequente, todos os resultados permaneceram consistentemente abaixo desse patamar. Essa tendência de declínio também é observável no gráfico *boxplot* da Figura 6, que reforça a concentração dos resultados inferiores à meta estabelecida nos últimos 12 meses.

Figura 6 – Gráfico *boxplot* comparação entre os períodos.



Fonte: Autor (2025).

As análises realizadas forneceram indícios iniciais das possíveis origens do problema e embasaram o estabelecimento da meta do trabalho. Como demonstrado no gráfico de séries temporais, ocorreu uma queda expressiva no NSA a partir do segundo período, ou seja, no segundo ano, resultando em uma média consideravelmente inferior à do período anterior. Desse modo, para refletir com maior precisão a realidade atual, a definição da meta do projeto foi fundamentada na média do último período.

Para a definição da meta do trabalho, foi necessário levar em conta alguns aspectos essenciais. A empresa estabeleceu a meta do NSA em 75%, valor utilizado com referência para estimar os ganhos financeiros esperados. No entanto, conforme os setores de IN e Controladoria, o desempenho considerado ideal para o indicador é de 90%. O dado mais recente, que caracteriza a realidade operacional do Estado analisado, foi calculado com base na média do último período, resultando em 66,6%.

Segundo Falconi (2009), é essencial que diretores, dirigentes e supervisores sejam capacitados para identificar, em suas áreas de atuação, as lacunas de *performance* existentes,

ou seja, o contraste entre o resultado entre o indicador atual e o objetivo desejado. A definição da meta deve ocorrer dentro desta lacuna, sendo recomendável que, no mínimo, 50% dela seja superada ao decorrer do ano, a fim de assegurar avanços significativos viáveis e sustentáveis.

Assim, levando em conta que a lacuna indica a discrepância entre a *performance* atual e o resultado almejado, a determinação do cálculo seguiu este processo:

$$\text{Lacuna: } 90\% - 66,6\% = 23,4\%$$

Assim, a metade é igual:

$$\text{Metade da lacuna: } 23,4\% \cdot 0,50 = 11,7\%$$

Logo, a meta é:

$$\text{Meta do projeto: } 66,6\% + 11,7\% = 78,3\%$$

O valor estimado anteriormente representava o patamar mínimo para ser atingido como meta do trabalho. Tendo em vista que a média do NSA nos demais Estados corresponde a 81%, definiu-se como objetivo alcançar um desempenho superior, estabelecendo uma meta de 82%. Embora o ideal estratégico fosse atingir 90%, metas muito distantes do valor inicial de 78,3%, implicariam em maiores riscos de não cumprimento. Assim, o propósito do projeto é elevar o NSA do Estado X de 66,6% para 82% ao longo de um intervalo de 12 meses.

Com base em dados fornecidos pelos setores de IN e Controladoria da organização, o Estado X realiza, em média, 192.000 atendimentos por ano. Dado que o cálculo do retorno financeiro teórico se fundamente em ganhos por ponto percentual que excede à meta do indicador NSA (75%), o ganho financeiro estimado do projeto, seguindo a metodologia adotada pela empresa, caso a meta estipulada de 82% seja alcançada, será o seguinte:

$$\text{Ganho potencial: } 7 * 192 * 235 = \text{R\$ } 315.840,00 \text{ em um ano.}$$

Para uma definição mais precisa do propósito do projeto, foi desenvolvido, com base nas informações e nos dados fornecidos pela organização, o diagrama SIPOC, exibido na Figura 7. Essa ferramenta possibilitou a identificação do processo, desde a tirada da senha pelo cliente até seu direcionamento à sala de exames, proporcionando uma visão ampla e estruturada do fluxo envolvido.

Com base em todos os dados levantados, foi possível elaborar a carta do projeto, exibido na Figura 8, instrumento utilizado para estruturar e documentar os principais elementos do projeto. Dessa forma, conclui-se a fase de definição, permitindo o avanço para a etapa subsequente.

Figura 7 – SIPOC fluxo de atendimento.

S	I	P	O	C
Fornecedores	Insumos	Processos	Produtos	Cientes
- Área de TI - Cliente	- Totem da senha - Sistema de gerenciamento de fila - Necessidade do cliente	RETIRAR A SENHA DE ATENDIMENTO	- Senha impressa	- Cliente
- Área de operação - Área de TI - Cliente	- Operador de atendimento - Guichê de atendimento - Sistema de cadastro - Documentos	CADASTRAR O CLIENTE	- Cadastro do cliente completo - Guia de exames	- Área de operação - Área comercial
- Área de operação - Plano de saúde - Cliente	- Operador de atendimento - Site do plano de saúde - Dados do cliente - Pedido médico	VERIFICAR AUTORIZAÇÃO DE EXAMES	- Exames autorizados	- Área de operação - Área comercial - Financeiro
- Área de operação - Área de TI	- Operador de atendimento - Guichê de atendimento - Sistema de cadastro	IMPRIMIR GUIA PARA REALIZAÇÃO DOS EXAMES	- Guia de exames impressa	- Ilha de exames - Clientes
- Área de operação	- Informações sobre localizações dos exames - Assistente de atendimento	ENCAMINHAR CLIENTE PARA O EXAME	- Cliente conduzido até o local do exame	- Ilha de exames

Fonte: Autor (2025).

Figura 8 – Project Charter.

<i>Contrato de Projeto</i> <i>Project Charter</i>			
Projeto:	Aumento do Nível de Serviço de Atendimento dos laboratórios do Estado X.	Líder:	Lucas Oliveira
Cliente:	Laboratórios de atendimento	Patrocinador:	CEO / Alta administração
Área:	Operação	Data:	2024
<i>Objetivo do Projeto</i>			
O objetivo do projeto é entregar um resultado significativo para empresa, tanto qualitativo quanto financeiro, utilizando o método DMAIC, as ferramentas e os conceitos <i>Lean</i> Seis Sigma. Assim, o projeto proporcionará à empresa a oportunidade de elevar seu indicador de acordo com a meta estabelecida, melhorar o fluxo de cliente dentro dos laboratórios, melhorar a satisfação dos clientes com a rapidez do atendimento e, conseqüentemente, aumentar a receita.			
<i>Justificativa / Histórico</i>			
A equipe de Inteligência de Negócios (IN) identificou que o indicador NS de atendimento dos laboratórios do Estado X se encontram abaixo da meta estipulada pela empresa. Isso resultará na insatisfação dos clientes e na perda de fidelidade dos mesmos; além disso acarretará em uma redução das receitas da empresa.			
<i>Definição da Meta</i>		<i>KPIs</i>	
A meta do projeto é aumentar o Nível de Serviço de Atendimento de 66,6% para 82% no prazo de 12 meses e, conseqüente, elevar o ganho potencial da receita para R\$ 315.840,00 por ano.		NS de atendimento	
<i>Limites do Projeto (Inclui / Exclui)</i>			
O escopo do projeto está restrito aos laboratórios do Estado X, abrangendo exclusivamente as atividades operacionais de atendimento, desde a retirada da senha pelo cliente até seu direcionamento à sala de exames.			
<i>Premissas e Restrições do Projeto</i>			
Dentro: Todo processo que abrange desde a chegada do cliente à recepção até o momento em que ele é encaminhamento para a realização do exame.			
<i>Equipe de Trabalho</i>			
	Nome	Cargo	Área / Empresa
Líder:	Lucas Oliveira	Especialista Melhoria Contínua	Melhoria Contínua
Patrocinador:		CEO	Alta Administração
Membros da equipe:		Supervisor Supervisor Supervisor	Responsável pelo levantamento de dados Apoiará o Green Belt nas análises estatística Apoiará o Green Belt na identificação das causas
Especialistas para suporte técnico:			área de processos área da TI
<i>Requisitos do Cliente</i>			
Receber atendimento ágil e ser direcionado prontamente à sala de exames.			
<i>Contribuições para o Negócio</i>			
Tangível: R\$ 26.320,00 por mês ou um ganho potencial de R\$ 315.840,00 no ano. Intangível: Melhoria na experiência do cliente; redução do tempo espera; aumento da eficiência.			
Valor do Ganho Financeiro (R\$):		R\$ 315.840,00 por ano.	
Responsável pela Aprovação:		gerente	
<i>Validação Final do Projeto</i>			
Aprovação:			

Fonte: Autor (2025).

5.2 MEDIR

O Estado X conta com cinco laboratórios: laboratório 1, laboratório 2, laboratório 3, laboratório 4 e laboratório 5. Para iniciar à etapa de medição, tornou-se essencial examinar a base de dados estratificada do indicador NSA por laboratório e avaliar a confiabilidade das informações disponíveis.

Durante essa verificação, foi examinada uma série histórica de 24 meses disponibilizada pela empresa, contendo os resultados em porcentagem mensais de cada um dos laboratórios. Verificou-se que os dados eram consistentes e isentos de erros de digitação. Com base nessa confiabilidade na análise realizada na etapa de definição, decidiu-se utilizar exclusivamente os dados do segundo período para conduzir as análises da fase medição.

Inicialmente, foram calculadas a média, a mediana e o desvio padrão do NSA para todos os cinco laboratórios do Estado X, visando compreender o comportamento individual dentro da base estratificada. Os resultados estão apresentados na Figura 9.

Figura 9 – Estatística básica dos 5 laboratórios.

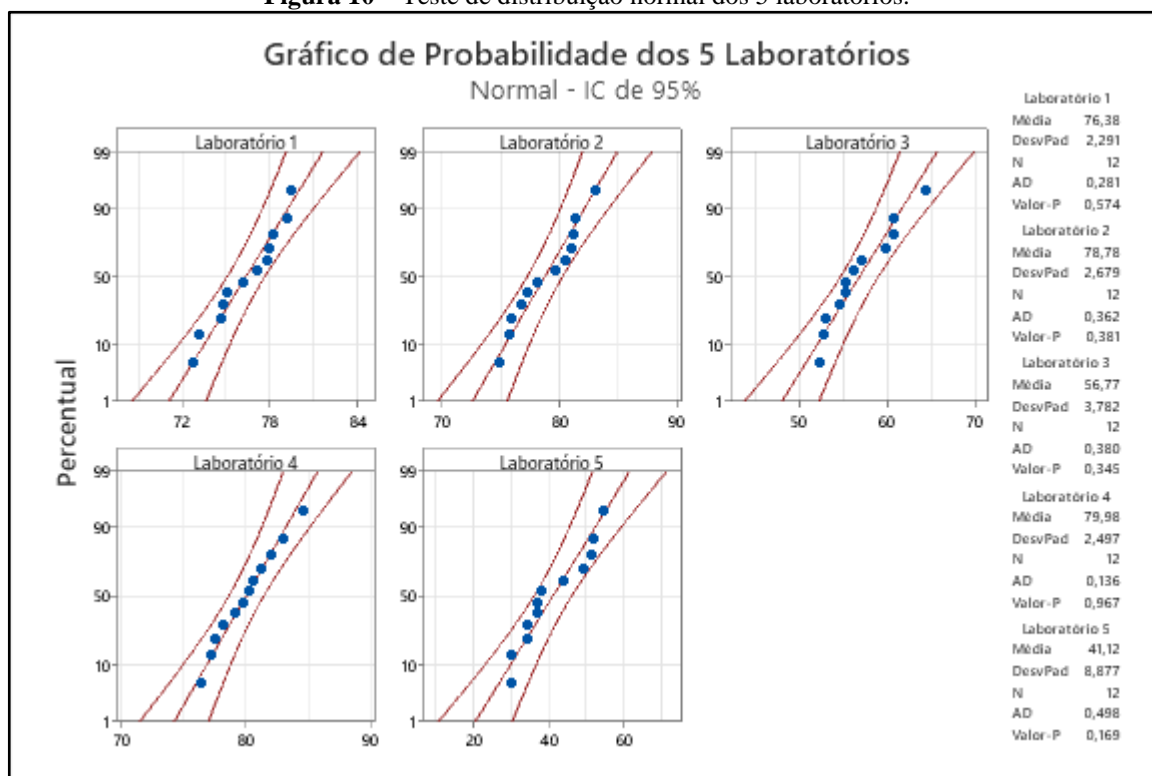
Estatísticas			
Variável	Média	DesvPad	Mediana
Laboratório 1	76,375	2,291	76,650
Laboratório 2	78,775	2,679	78,850
Laboratório 3	56,77	3,78	55,65
Laboratório 4	79,975	2,497	80,050
Laboratório 5	41,12	8,88	37,75

Fonte: Autor (2025).

A partir dos dados exibidos na Figura 9, observa-se que os laboratórios 3 e 5 apresentam as menores médias do indicador NSA em relação às demais. Já os laboratórios 1, 2 e 4 registram médias acima da meta estipulada de 75%. Além disso, nota-se que o desvio dos laboratórios 3 e 5 é superior ao das outras, indicando uma maior variabilidade nos resultados, especialmente no laboratório 5.

Previamente ao avanço para as etapas subsequentes, foi fundamental verificar a normalidade dos dados de cada um dos laboratórios, conforme exibido na Figura 10. Essa análise foi conduzida utilizando o *software Minitab*.

Figura 10 – Teste de distribuição normal dos 5 laboratórios.

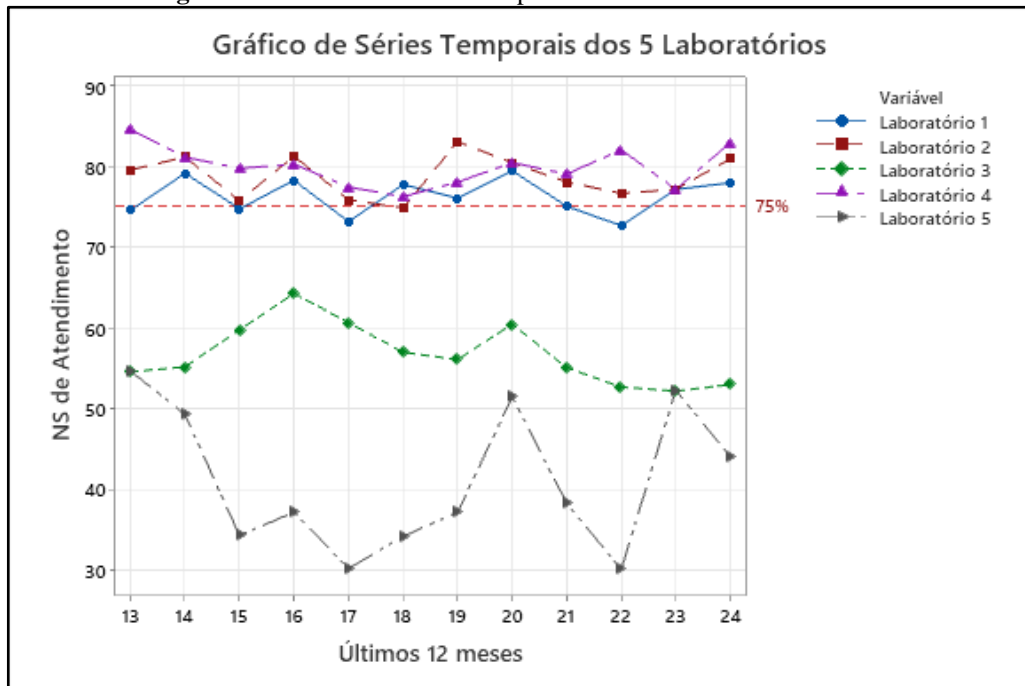


Fonte: Autor (2025).

A observação dos gráficos exibidos na Figura 10 indica que os dados dos laboratórios se alinhavam à linha de referência da distribuição, sugerindo sua normalidade. Para confirmar essa suposição, foram analisados os p-valores correspondentes a cada laboratório. Como os resultados de todos os laboratórios foram superiores ao nível de significância de 0,05, a hipótese nula não foi rejeitada, o que confirma que os dados seguem uma normalidade.

Como parte do estágio de medição, foram elaborados gráficos sequenciais para os laboratórios, visando analisar a variabilidade e identificar possíveis padrões de comportamento ao longo do tempo, conforme exibido na Figura 11.

A avaliação visual do gráfico exibido na Figura 11 corroborou os resultados da estatística descritiva, evidenciando que os laboratórios 3 e 5 possuem as menores médias e apresentam maior variabilidade no indicador NSA. Entre eles, o laboratório 5 se destaca como o de pior desempenho, tanto pela baixa média registrada quanto pela dispersão dos resultados. Os outros laboratórios demonstraram um desempenho compatível com a média estabelecida pela organização, com a maioria dos pontos situando-se acima da meta.

Figura 11 – Gráfico de séries temporais referente aos 5 laboratórios.

Fonte: Autor (2025).

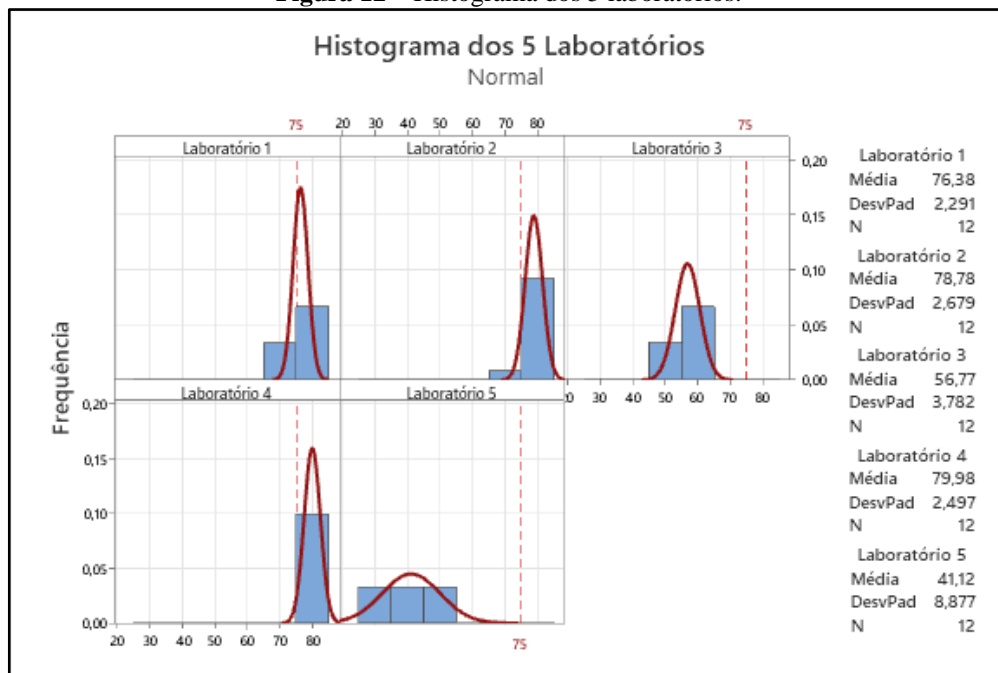
O Histograma (Figura 12) foi empregado como ferramenta complementar de análise, permitindo visualizar a distribuição do NSA por laboratório. Verificou-se que os laboratórios 3 e 5 apresentaram uma tendência de distribuição deslocada para valores inferiores à meta de 75%, o que confirma médias inferiores, em conformidade com os resultados obtidos nas análises precedentes. Além disso, ambas apresentaram uma variação mais acentuada dos dados, sendo o laboratório 5 o mais crítico, com um desvio padrão significativamente elevado. Essa característica resultou em uma curva de distribuição mais larga, indicando elevada variabilidade e sugerindo possível presença de múltiplas causas para a baixa *performance*. Em contrapartida, as curvas dos laboratórios 1, 2 e 4 demonstraram menor variabilidade e maior aderência à meta, com distribuição mais concentradas à direita, compatíveis com médias superiores.

Na sequência, foi realizada a análise da ANOVA com a finalidade de comparar estatisticamente as médias do indicador NSA entre os laboratórios, buscando confirmar os padrões observados nas análises anteriores, como mostrado na Figura 13.

O gráfico correspondente apresenta a *performance* do NSA em percentual por laboratório, com uma linha conectando as médias e as barras que representam a variabilidade dos dados de cada estabelecimento. Os laboratórios 3 e 5 se destacaram negativamente por exibirem os resultados mais baixos. Essa configuração sugere que, mesmo diante de médias estatisticamente próximas, dificilmente seria possível observar uma linha totalmente reta, reforçando a presença de diferenças relevantes entre os pontos.

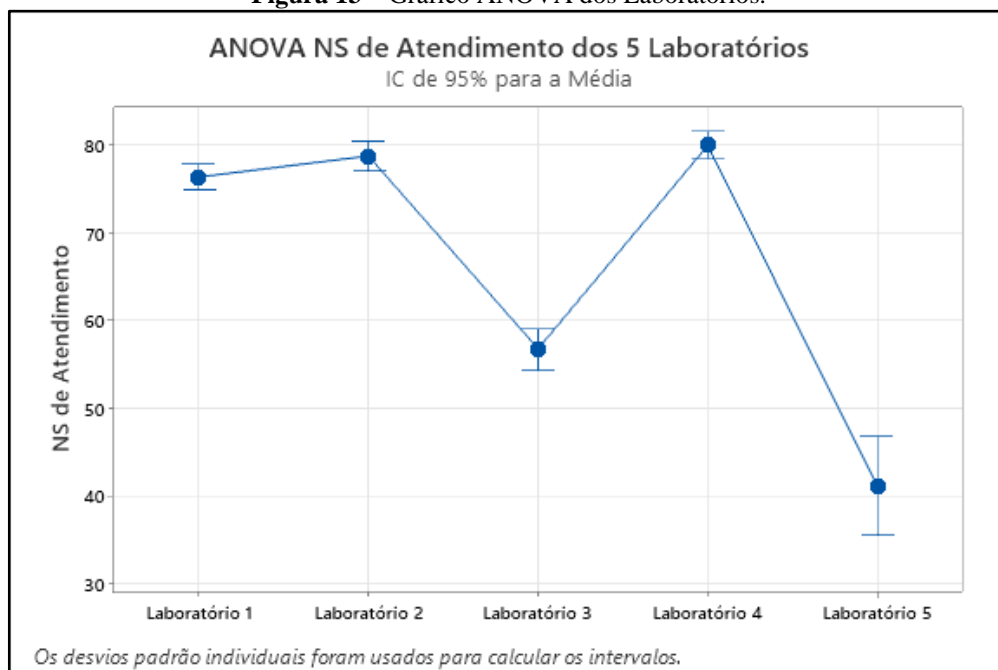
Tendo em vista que a hipótese nula pressupunha igualdade entre as médias do NSA nos cinco laboratórios, o teste da ANOVA, representado na Figura 14, resultou em um p-valor inferior a 0,05, o que indica significância estatística. Desse modo, a hipótese nula foi descartada, evidenciando que existem diferenças estatisticamente significativas entre os desempenhos dos laboratórios, resultado que corrobora as observações identificadas nas etapas precedentes da análise.

Figura 12 – Histograma dos 5 laboratórios.



Fonte: Autor (2025).

Figura 13 – Gráfico ANOVA dos Laboratórios.



Fonte: Autor (2025).

Figura 14 – Teste ANOVA dos Laboratórios.

Teste de Welch				
Fonte	Num GL	Den GL	Valor F	Valor-P
Fator	4	26,9644	123,17	0,000

Fonte: Autor (2025).

A análise estatística realizada confirmou que os laboratórios 3 e 5 contribuem significativamente para a redução do desempenho do indicador NSA no Estado X.

Por fim, realizou-se um teste de hipótese entre duas amostras, com a finalidade de verificar a diferença entre as médias dos laboratórios. A comparação inicial envolveu os laboratórios 2 e 4, que apresentavam os melhores desempenhos no indicador, conforme exibido na Figura 15.

Figura 15 – Teste de hipótese entre os laboratórios 2 e 4.

ETAPA MEASURE.MTW				
Teste T para Duas Amostras e IC: Laboratório 2; Laboratório 4				
Método				
μ_1 : média de população de Laboratório 2				
μ_2 : média de população de Laboratório 4				
Diferença: $\mu_1 - \mu_2$				
<i>Não assumiu-se igualdade de variâncias para esta análise.</i>				
Estatísticas Descritivas				
Amostra	N	Média	DesvPad	EP Média
Laboratório 2	12	78,78	2,68	0,77
Laboratório 4	12	79,98	2,50	0,72
Estimativa da diferença				
IC de 95% para				
Diferença	a Diferença			
-1,20	(-3,40; 1,00)			
Teste				
Hipótese nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$			
Hipótese alternativa	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$			
Valor-T	GL	Valor-p		
-1,14	21	0,269		

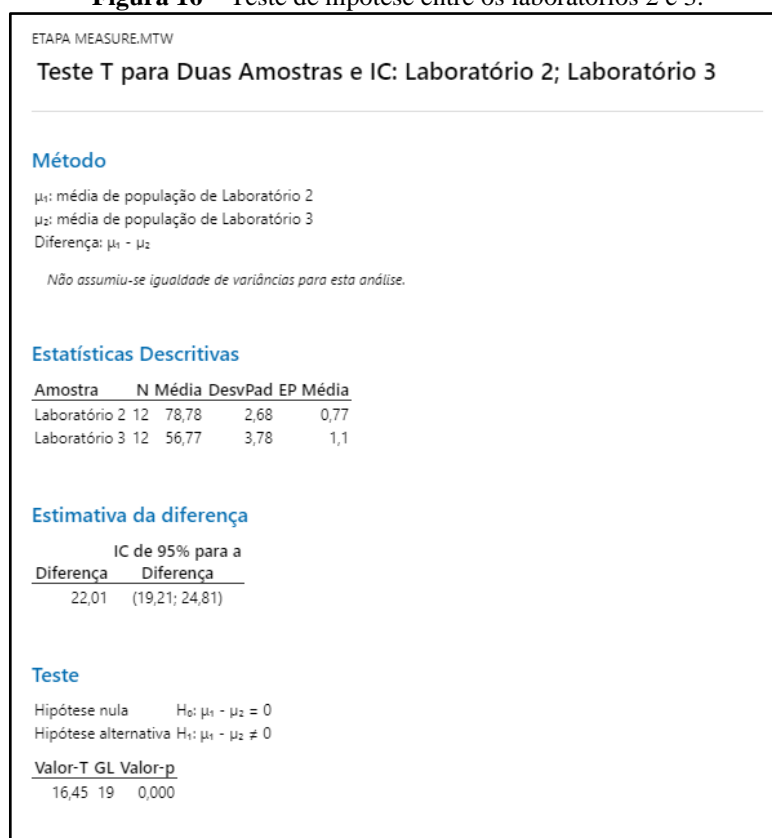
Fonte: Autor (2025).

Considerando que o p-valor exibido na Figura 15 ultrapassou o limite de significância de 0,05, a da hipótese nula foi mantida. Esse resultado demonstra a ausência de evidências estatisticamente relevantes que indiquem discrepância entre as médias dos laboratórios 2 e 4. Em outras palavras, segundo a análise do teste de hipótese, pode-se afirmar que os desempenhos

médios dos laboratórios são semelhantes equivalentes, validando sua equivalência e comprovando-se a igualdade.

Na sequência, foi feita uma análise comparativa entre o laboratório 2 e o laboratório 3, que representou o segundo pior desempenho. A realização do teste de hipótese para avaliar as médias desses laboratórios revelou um desfecho diferente daquele identificado na comparação com laboratório 4, conforme exibido na Figura 16.

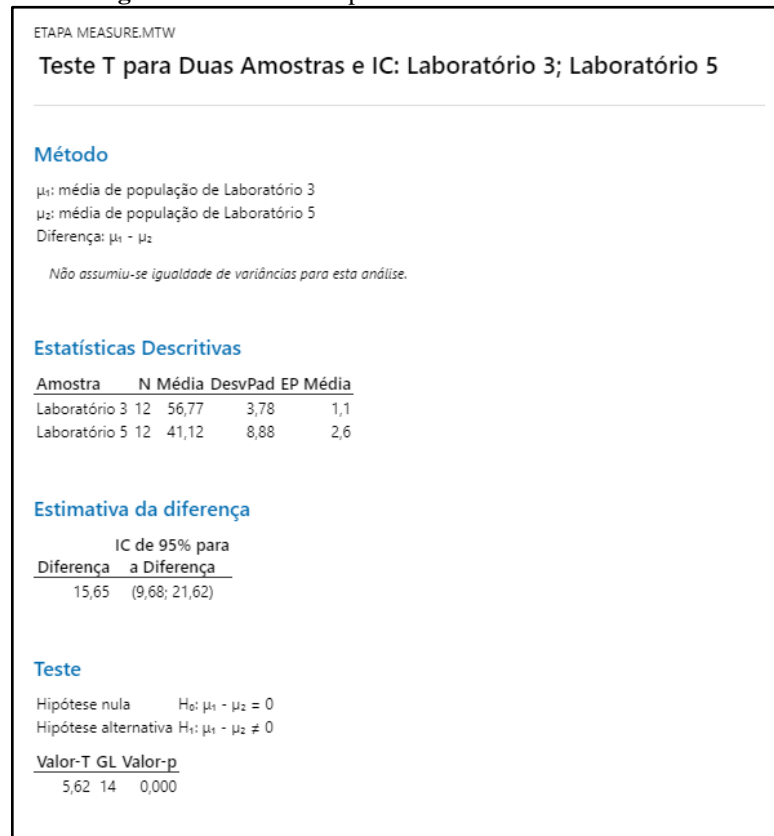
Figura 16 – Teste de hipótese entre os laboratórios 2 e 3.



Fonte: Autor (2025).

Na situação representada pela Figura 16, o valor de p calculado ficou abaixo do limite de significância de 0,05. Com isso, rejeitou-se a hipótese nula, evidenciando que há respaldo estatístico para confirmar uma diferença relevante entre os valores médios observados nos laboratórios 2 e 3.

Tendo em vista que os desempenho médios dos laboratórios 2 e 4 foram estatisticamente equivalentes, e que a média do laboratório 3 diferiu do laboratório 2, infere-se que o laboratório 3 também apresenta média distinta do laboratório 4. Com base nisso, foi realizada uma nova comparação entre os laboratórios 3 e 5, utilizando o teste de hipótese. Exibido na Figura 17.

Figura 17 – Teste de hipótese entre os laboratórios 3 e 5.

Fonte: Autor (2025).

Assim como no teste realizado anteriormente, o p-valor exibido na Figura 17 ficou abaixo de 0,05. Esse resultado levou à rejeição da hipótese nula, confirmando a existência de evidência estatística robusta que aponta para uma diferença significativa entre os valores médios dos laboratórios 3 e 5 são significativamente diferentes. Com base na comparação dos desempenhos médios entre os laboratórios, o laboratório 5 se destaca como prioritária para intervenção, ou seja, deve receber prioridade. Tanto ele quanto o laboratório 3 apresentaram médias estatisticamente significativas inferiores em relação às demais, contribuindo significativamente para redução do indicador NSA do Estado X.

Com a conclusão das análises estatísticas e a utilização de avaliação por meio do gráfico sequencial, histograma, ANOVA e testes de hipóteses, foi possível consolidar evidências sólidas indicando que os laboratórios 3 e 5 deveriam ser o foco principal do projeto. Ambas apresentaram os desempenhos mais insatisfatórios no indicador NSA, com médias inferiores, maior variabilidade, tendência negativa ao longo do período e resultados sistematicamente com resultados inferiores da meta de 75%. Esse resultado desfavorável teve papel decisivo na redução do indicador NSA observado no Estado X.

Portanto, ao concentrar as ações de melhoria especificamente nesses dois laboratórios, é possível elevar de maneira expressiva o desempenho geral do Estado X, favorecendo diretamente o alcance da meta projetada de 82% para o indicador NSA.

Após eleger os dois laboratórios com pior desempenho como foco, o passo seguinte envolveu o mapeamento minucioso do fluxo de atendimento e encaminhamento dos pacientes, com a finalidade de identificar quais pontos do processo poderiam estar as causas associadas aos resultados insatisfatórios. A construção do mapa do processo, exibido na Figura 18, foi realizada com base nas informações extraídas do diagrama SIPOC, complementadas pelos dados operacionais e relatos fornecidos pelos colaboradores diretamente envolvidos nas atividades.

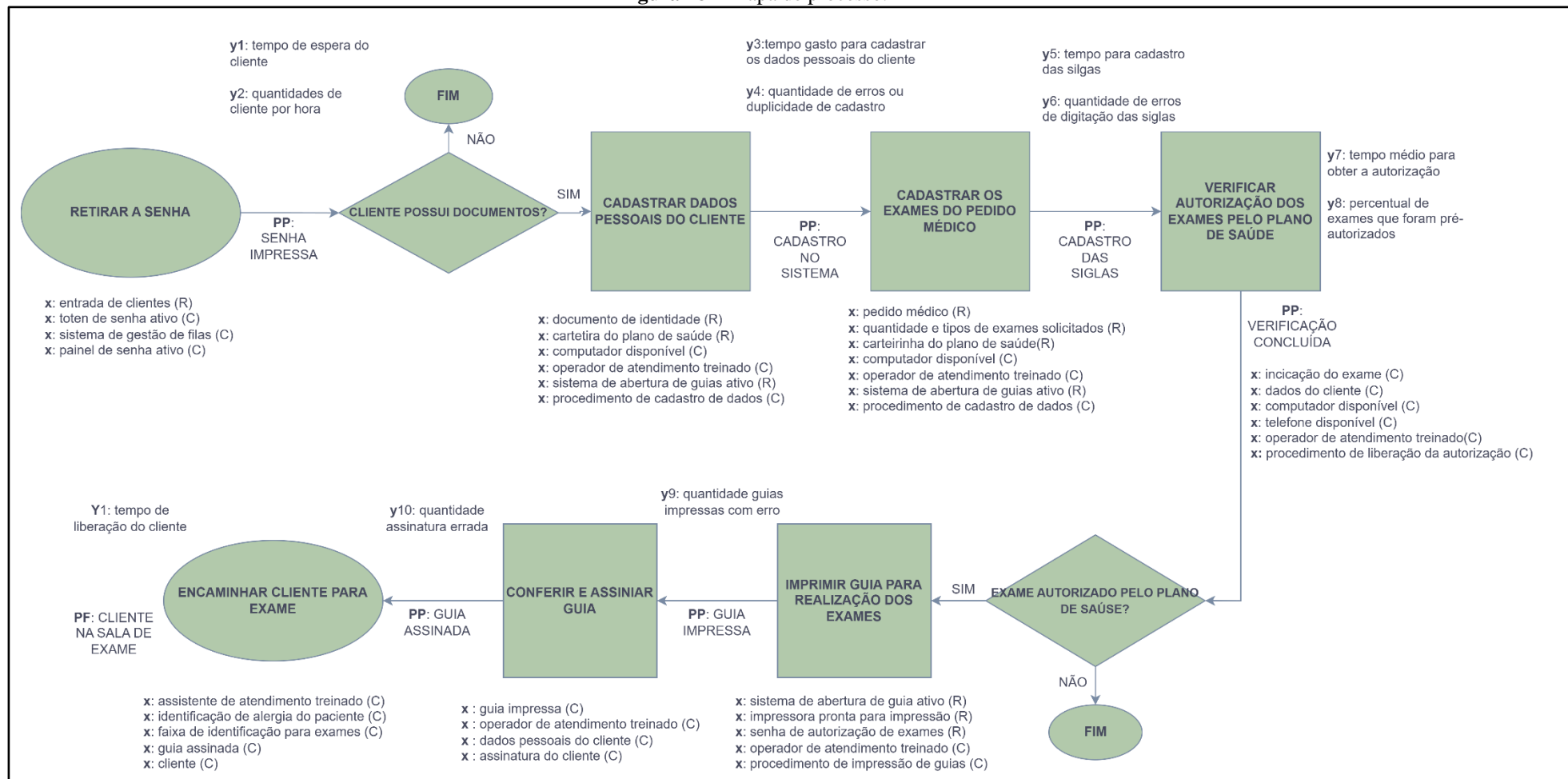
O processo tinha início com a emissão da senha de atendimento, realizada pelo paciente por meio de um *totem* eletrônico logo após a entrada do cliente no laboratório. Para garantir a efetividade dessa fase, era indispensável a utilização de um sistema de controle de filas e a disponibilidade de um painel eletrônico funcional para exibição das senhas em operações. Na sequência, o paciente era chamado pelo painel para uma triagem inicial, na qual se verificava a posse dos documentos obrigatórios: documento de identidade, pedido médico e cartão do convênio. Estando tudo em conformidade, o cliente era considerado apto a prosseguir para a etapa do cadastro. Caso contrário, o atendimento era interrompido naquele ponto.

Na etapa seguinte, o paciente era direcionado ao guichê para o registro de seus dados pessoais no sistema, com base nas informações nos documentos apresentados. Após o cadastro pessoal, realiza-se o cadastro dos exames solicitados, conforme descrito na solicitação médica, seja exame de sangue, de imagem ou ambos.

Na próxima etapa envolvia a solicitação de autorização dos exames junto ao convênio médico, sendo esta considerada uma fase crítica do processo. Em determinadas situações, havia a necessidade contatar diretamente a operadora para obtenção da senha de liberação. Posteriormente, era verificado se a autorização havia sido de fato aprovada. Quando aprovada, a guia correspondente era impressa para a realização do exame; do contrário, o atendimento era encerrado.

Finalmente, após a impressão da guia, o cliente realizava a verificação de todas as informações nela registradas. Confirmada a correção dos dados, o documento era assinado e o paciente era prontamente direcionado à sala de exames, concluindo assim o processo de atendimento.

Figura 18 – Mapa de processo.



Fonte: Autor (2025).

O mapeamento de processo exibido na Figura 18 proporcionou uma visão abrangente das etapas envolvidas no atendimento nos laboratórios 3 e 5, além de evidenciar os elementos que poderiam comprometer seu desempenho. As saídas de cada fase (y's) eram monitoradas pela organização com a finalidade de mensurar a eficiência operacional, sendo o tempo total durante o atendimento (Y1) o principal indicador. Esse parâmetro era utilizado para medir a proporção de atendimento concluído dentro do prazo de 15 minutos. Influenciando diretamente o indicador NSA.

Além disso, os principais parâmetros do processo (x's) foram classificados como variáveis controláveis (xC) ou de ruído (xR), permitindo uma análise mais precisa das causas que afetavam o desempenho. A aplicação integrada dos princípios *Lean* e Seis Sigma na construção do mapa de processo contribuiu significativamente para identificação prévia dos desperdícios, tais como: longos períodos de espera dos pacientes, demora no cadastramento de exames, lentidão na verificação de autorização, além de falhas recorrentes no registro de dados dos pacientes.

Em seguida, visando compreender os fatores que influenciavam negativamente o desempenho do indicador NSA nos laboratórios priorizados, foram realizadas sessões de *Brainstorming* com os principais agentes envolvidos nas atividades de atendimento em cada laboratório. Essas sessões tiveram como objetivo identificar pontos de melhoria, levantar os principais obstáculos enfrentados no dia a dia operacional e captar percepções diretamente dos colaboradores. A partir dessas discussões, foi possível consolidar as informações mais relevantes, que estão sintetizadas a seguir:

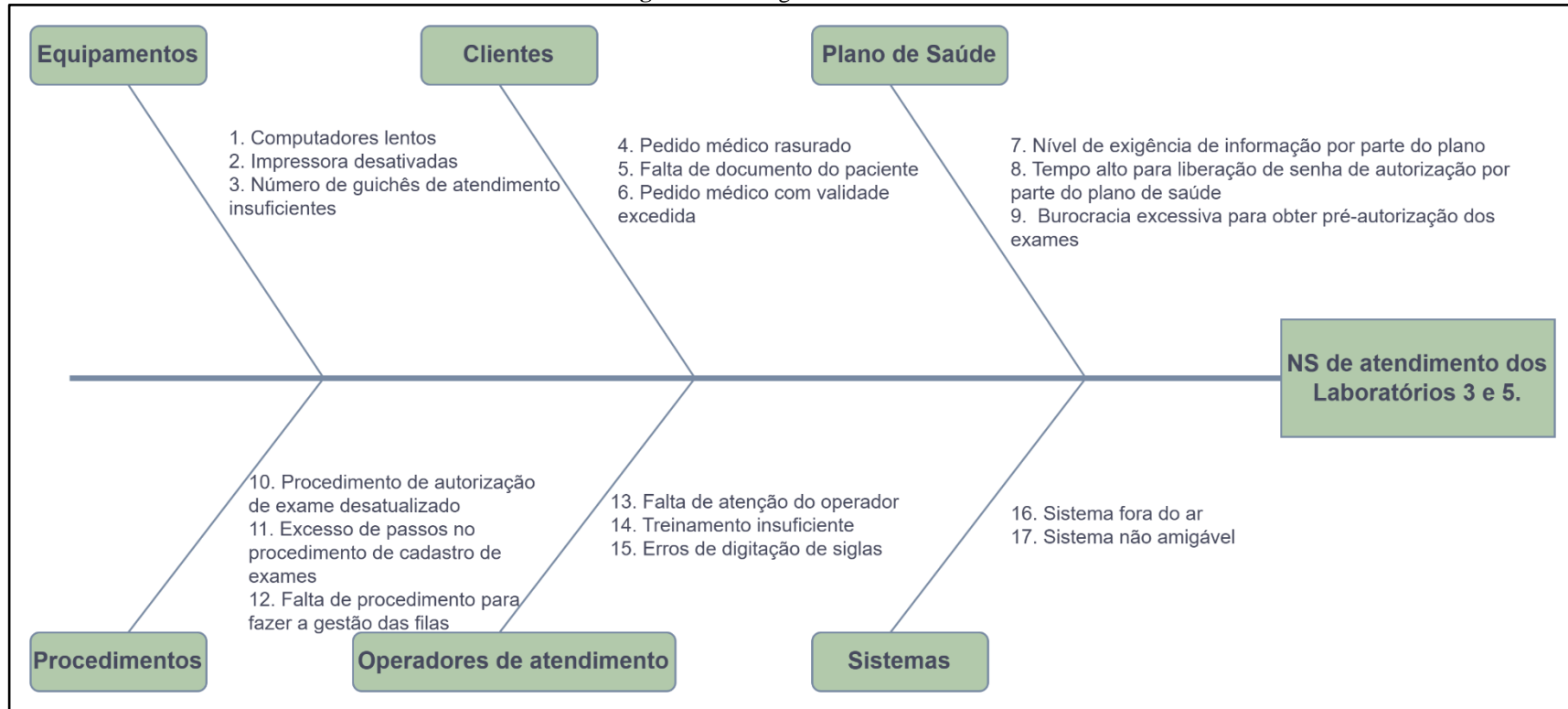
- Foi identificado que a estrutura da recepção não está dimensionada adequadamente para atender ao fluxo de clientes durante o horário de pico, especialmente entre 08:00 e 11:00 da manhã. A quantidade de guichês disponíveis é insuficiente para absorver a demanda nesse intervalo, resultando em tempos elevados de espera logo nas primeiras etapas do atendimento;
- Além disso, parte dos equipamentos utilizados, como computadores, apresenta configurações defasadas, o que compromete a agilidade dos atendimentos devido à lentidão dos sistemas;
- Também foram registrados episódios de instabilidade do sistema e falhas na impressora, exigindo que os atendentes recorressem ao preenchimento manual dos cadastros, o que eleva a duração do processo e a propensão de erros;

- Outro ponto crítico refere-se à capacitação da equipe. Muitos operadores demonstraram dificuldades na navegação do sistema, resultando em falhas de digitação ou execução incorreta de procedimentos, reflexo de treinamento insuficiente ou falta de padronização;
- Do lado do cliente, observou-se que uma parcela significativa chega nos laboratórios sem a documentação completa ou apresenta pedidos médicos ilegíveis ou fora do prazo de validade, o que compromete a continuidade do cadastro e atendimento;
- Por último, verificou-se que os procedimentos de autorização junto aos convênios médicos se tornaram progressivamente mais burocráticos, acarretando atrasos consideráveis na liberação dos exames, conseqüentemente, no atendimento ao cliente.

A partir das contribuições colhidas durante as dinâmicas de *Brainstorming* realizadas com os colaboradores dos laboratórios priorizados, foi possível ao autor deste projeto organizar de forma sistemática os fatores críticos identificados. A consolidação dessas informações permitiu a construção do Diagrama de Causa x Efeito (*Ishikawa*), exibido na Figura 19, o qual auxilia na identificação estruturada das possíveis causas que impactam negativamente a *performance* do indicador NSA.

Na etapa seguinte, foi construída uma Matriz Causa x Efeito, conforme apresentada na Figura 20, com a finalidade de relacionar diretamente as causas identificadas no Diagrama de *Ishikawa* aos impactos observados no desempenho reduzido do indicador NSA nos laboratórios 3 e 5. Essa abordagem permitiu identificar de forma estruturada quais fatores contribuíam com maior intensidade para a redução do nível de serviço. A partir dos resultados obtidos na matriz, as causas que apresentaram pontuação maior ou igual a 80 foram consideradas como mais relevantes e, portanto, selecionadas para aprofundamento na fase subsequente. Essas causas foram então levadas para análise na Matriz Esforço x Impacto, exibida na Figura 21, com o intuito de orientar a priorização de ações corretivas de forma estratégica e eficaz, considerando não apenas a influência sobre o processo, mas também a viabilidade de implementações de soluções.

Figura 19 – Diagrama de *Ishikawa*.



Fonte: Autor (2025).

Figura 20 – Matriz de Causa X Efeito.

Saídas do processo		Principais Ys do processo				TOTAL
ID	Possíveis Xs do processo (causas)	y1 - tempo de espera do cliente	y5 - tempo de cadastro das siglas	y7 - tempo para verificar autorização	Y1- tempo de liberação do cliente	
		8	6	8	10	
1	Computadores lentos	0	5	3	5	104
2	Impressoras desativadas	0	0	0	3	30
3	Pedido médico rasurado	0	3	0	3	48
4	Burocracia excessiva para obter pré-autorização dos exames	0	0	5	5	90
5	Nível de exigência de informação por parte do plano	0	0	5	3	70
6	Falta de atenção do operador	0	5	3	3	84
7	Treinamento insuficiente	0	3	3	5	92
8	Procedimento de autorização de exame desatualizado	0	1	3	5	80
9	sistema fora do ar	1	1	3	3	68
10	Número de guichês de atendimento insuficientes	3	3	3	5	116
11	Falta de documentos do paciente	0	5	3	5	104
12	Pedido médico com validade excedida	0	3	0	1	28
13	Tempo alto para liberação de senha por parte do plano	0	0	5	5	90
14	Erros de digitação de siglas	0	3	1	3	56
15	Sistema não amigável	0	3	3	3	72
16	Excessos de passos no procedimento de cadastro de exames	0	3	0	3	48
17	Falta de procedimento para fazer a gestão das filas	5	0	0	5	90

Fonte: Autor (2025).

Figura 21 – Matriz Esforço X Impacto.

Esforço	Alto	Computadores lento; Burocracia excessiva para obter pré-autorização dos exames; Número de guichês de atendimento insuficientes; Tempo alto para liberação de senha por parte do plano	
	Baixo	Treinamento insuficiente; Falta de documentos do paciente	Falta de procedimento para fazer a gestão das filas; Procedimento de autorização de exame desatualizado; Falta de atenção do operador
		Alto	Baixo
		Impacto	

Fonte: Autor (2025).

Conforme exibido na Figura 21, as causas selecionadas na etapa anterior foram organizadas dentro de uma Matriz Esforço X Impacto, segundo critérios estabelecidos pelo autor do trabalho, considerando a relação entre a magnitude do impacto sobre as atividades de atendimento e a demanda exigida para implementar soluções.

Dentre os fatores analisados, destacaram-se como prioritárias as causas treinamento inadequado e falta de documentação do paciente, pois apresentaram grande influência no processo e demandavam baixo esforço para correção. Essas causas foram classificadas como de alta viabilidade de atuação imediata, por representarem ganhos expressivos com intervenções rápidas.

Na zona de causas consideradas rápidas de resolver, ou do tipo identificação imediata e ação direta, foram incluídas ausência de procedimento para gestão de filas, uso de procedimento de autorização desatualizado e falta de atenção por parte do operador. Embora essas causas apresentem impacto baixo, a facilidade de execução das ações corretivas tinha um baixo esforço.

Em contrapartida, causas como computadores lentos, burocracia excessiva para obtenção de pré-autorização dos exames, número insuficiente de guichês e tempo elevado para autorização de senha por parte do convênio médico foram posicionadas no quadrante de alto impacto e alto esforço. Essas causas, embora críticas, exigem investimentos mais robustos e mudança estruturais ou externas.

5.3 ANALISAR

Após identificação e priorização das causas impactavam negativamente o indicador de NSA, a etapa Análise do projeto consistiu em comprovar, com base em evidências concretas e avaliação dos dados, a real influência dessas causas no processo. Essa validação será detalhada nos subtópicos terciários a seguir.

5.3.1 Primeira Comprovação

A etapa inicial da comprovação consistiu em examinar se havia correlação na relação entre o tempo necessário para realizar o cadastro dos pacientes e a condição dos pacientes no momento do atendimento, diferenciando aqueles que já estavam com a documentação completa em mãos daqueles que precisavam se ausentar para buscar os documentos pendentes, impactando diretamente a fluidez das atividades do procedimento.

Previamente às etapas seguintes, foram conduzidos estudos com base em estatística descritiva para ambos os grupos considerados, visando à comparação da média de tempo necessário para o cadastro dos pacientes em cada situação. Os resultados dessa análise estão apresentados na Figura 22.

Figura 22 – Estatística descritiva cadastro.

Estatísticas					
<u>Variável</u>	<u>N</u>	<u>Média</u>	<u>DesvPad</u>	<u>Mínimo</u>	<u>Máximo</u>
Tempo de cadastro com documento	57	2,9883	0,1916	2,5629	3,4682
Tempo de cadastro sem documento	57	4,9385	0,3655	4,0725	6,0501

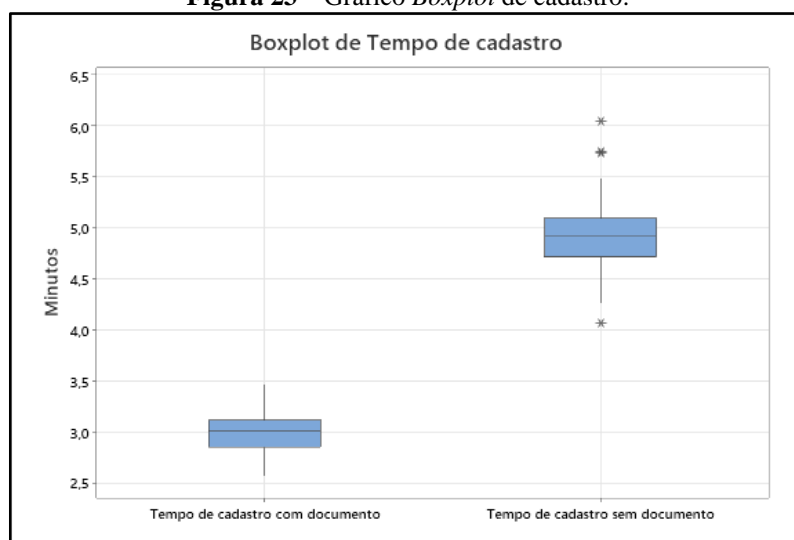
Fonte: Autor (2025).

A partir dos resultados apresentados na Figura 22, considerando 57 observações em cada um dos grupos analisados, foi possível identificar uma diferença significativa no tempo de cadastro entre os clientes que apresentavam a documentação completa no momento da chegada e aqueles que precisavam buscar documentos ou chegaram sem a documentação completa. O tempo médio de registro para os pacientes que não possuíam a documentação foi aproximadamente 2 minutos superior à média dos que já estavam com a documentação em mãos. Um dado relevante foi que mesmo o menor tempo registrado no grupo sem documento ainda superava o maior tempo observado no grupo com documentos, evidenciando que a ausência da documentação impacta diretamente na agilidade do processo. Além disso, embora

a diferença do desvio-padrão tenha sido sutil, observou-se uma maior instabilidade no processo nesses casos.

Após essa análise estatística descritiva, foi elaborado um gráfico *boxplot* com a finalidade de complementar a avaliação e facilitar a visualização da dispersão e da distribuição desigual das informações entre as duas categorias analisadas, contribuindo para confirmação das evidências observadas. Conforme na Figura 23.

Figura 23 – Gráfico *Boxplot* de cadastro.



Fonte: Autor (2025).

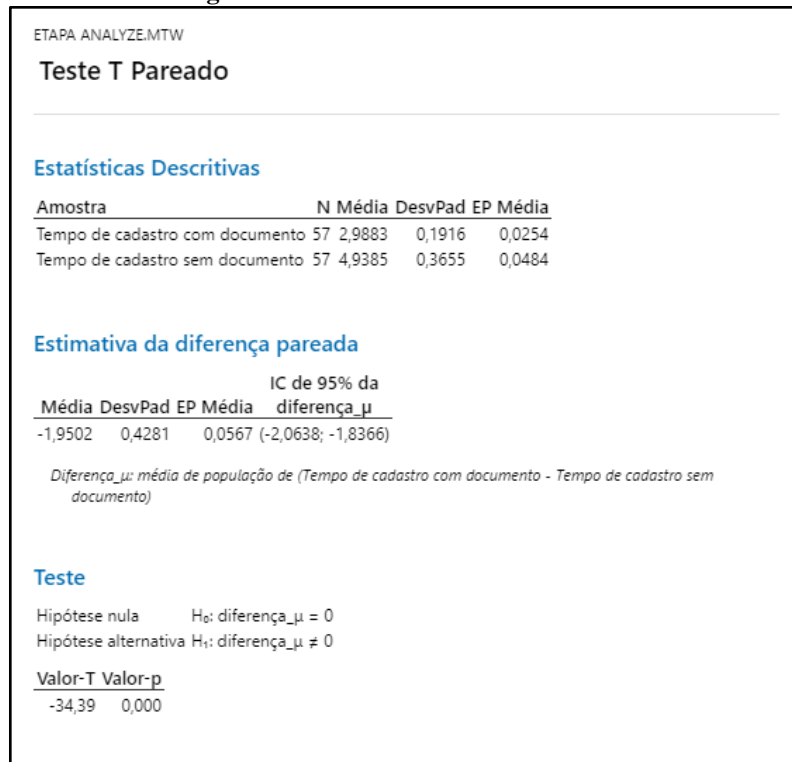
A análise do *boxplot* apresentada na Figura 23 reforçou visualmente os achados obtidos por meio da estatística descritiva. Verificou-se, de forma clara, a diferença no tempo de cadastro nas duas amostras comparadas: clientes que compareceram nos laboratórios sem os documentos necessários demandaram um período de cadastramento consideravelmente maior em comparação àqueles que chegaram com a documentação em mãos.

Ambas as distribuições apresentaram baixa assimetria e pouca dispersão, o que corrobora os resultados verificados anteriormente no desvio-padrão. No entanto, observou-se que a amplitude interquartil do grupo sem documento era superior, indicando uma variação um pouco maior no tempo de cadastramento. Adicionalmente, no grupo sem documentação evidenciou a presença de *outliers* em ambas extremidades da distribuição, sinalizando a ocorrência de atendimentos significativamente mais longos ou atípicos nesse cenário.

O uso do teste t para amostras independentes, conforme exibido na Figura 24, confirmou estatisticamente as diferenças observadas nas análises anteriores das estatísticas e *boxplot*. As evidências obtidas por meio do teste evidenciaram que o tempo médio de cadastro dos pacientes que não apresentaram os documentos no momento do atendimento é, de fato, significativamente superior ao tempo médio daqueles que chegaram portando a documentação necessária,

aproximadamente 2 minutos, com um p-valor de 0, indicando alta significância estatística. Esse resultado permite descartar a hipótese nula, permitindo concluir que há diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Indivíduos que não apresentaram a documentação exigem um período de serviço consideravelmente maior, impactando negativamente a eficiência das operações e, conseqüentemente, no indicador NSA.

Figura 24 – Teste T Pareado de cadastro.



Fonte: Autor (2025).

5.3.2 Segunda Comprovação

A segunda comprovação buscou investigar se existe dependência entre experiência dos colaboradores e a ocorrência de erros nas guias de atendimentos, associando esses comportamentos às causas de treinamento insuficiente e falta de atenção. Dado as duas as variáveis em questão, colaborador (experiente ou inexperiente) e a detecção de erro (guia com erro ou guia sem erro), são do tipo categóricas, sendo o teste estatístico mais apropriado para essa verificação foi o teste de independência do Qui-Quadrado. Conforme na Figura 25.

Como evidenciado na ilustração 25, o valor de p obtido no teste Qui-Quadrado foi inferior ao limite de significância estatística de 0,05, indicando a rejeição da hipótese nula de independência nas variáveis analisadas. Isso demonstra que existe dependência estatística da experiência do colaborador com a ocorrência de erros no preenchimento da guia de atendimento. Ou seja, o grau de experiência do operador influencia significativamente a chance

de falhas ao longo do processo de atendimento. Colaboradores mais experientes e devidamente treinados tendem a cometer menos falhas, evidenciando que fatores como treinamento insuficiente e falta de atenção impactam diretamente a qualidade do atendimento prestado.

Figura 25 – Teste Qui-Quadrado.

ETAPA ANALYZE.MTW			
Teste Qui-Quadrado: Colaborador x Guia de atendimento			
Linhas: Colaborador Colunas: Guia de atendimento			
	com erro	sem erro	Todos
experiente	5	28	33
	10,56	22,44	
inexperiente	11	6	17
	5,44	11,56	
Todos	16	34	50
Conteúdo da Célula			
Contagem			
Contagem esperada			
Teste qui-quadrado			
	Qui-Quadrado	GL	Valor-p
	Pearson 12,662	1	0,000
	Razão de verossimilhança 12,541	1	0,000

Fonte: Autor (2025).

5.3.3 Terceira Comprovação

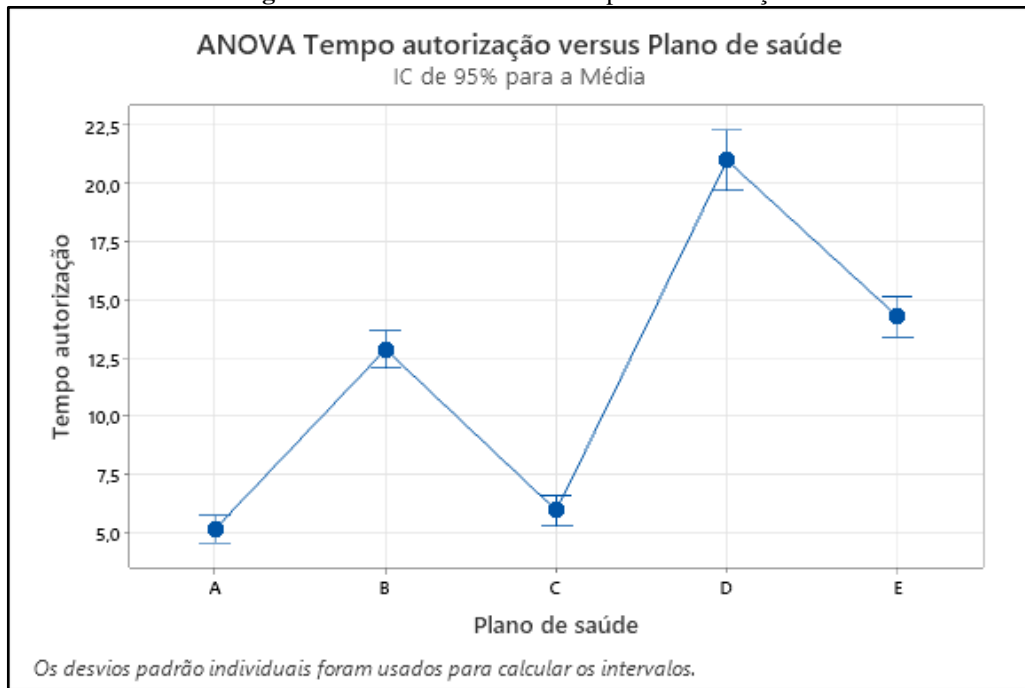
A terceira comprovação buscou analisar os efeitos do tempo prolongado para conseguir a autorização de exames entre os cinco planos de saúde atendidos pelo laboratório. Para tal fim, utilizou-se uma ANOVA, técnica estatística apropriada que permite comparar as médias entre mais de dois ou mais grupos, com o intuito de identificar diferenças significativas entre os tempos para autorização.

Conforme exibido na Figura 26, os convênios médicos D e E apresentaram os tempos mais elevados médios de autorização, além de uma dispersão mais acentuada, o que evidencia instabilidade no processo. O plano B também demonstrou um desempenho insatisfatório, apresentando uma média de tempo próxima de 15 minutos. O que afeta diretamente a fluidez do atendimento e contribui negativamente para o indicador NSA.

Na sequência, os dados obtidos no teste da ANOVA na Figura 27 revelou um p-valor inferior ao limite de significância estatística de 0,05, o que levou à rejeição da hipótese nula. Esse resultado confirma que há diferenças estatisticamente significativas nos tempos de

autorização entre os diferentes convênios médicos. Isso indica que pelo menos um dos planos apresenta um desempenho significativamente distinto dos demais, impactando diretamente o fluxo do atendimento e, conseqüentemente, influenciando negativamente o indicador de NSA. Essas análises reforçam as evidências observadas na análise gráfica anterior, consolidando a interpretação de que a duração da autorização é um fator crítico no processo.

Figura 26 – Gráfico ANOVA tempo de autorização.



Fonte: Autor (2025).

Figura 27 – Teste ANOVA tempo de autorização.

Teste de Welch

Fonte	Num GL	Den GL	Valor F	Valor-P
Plano de saúde	4	34,5317	229,95	0,000

Fonte: Autor (2025).

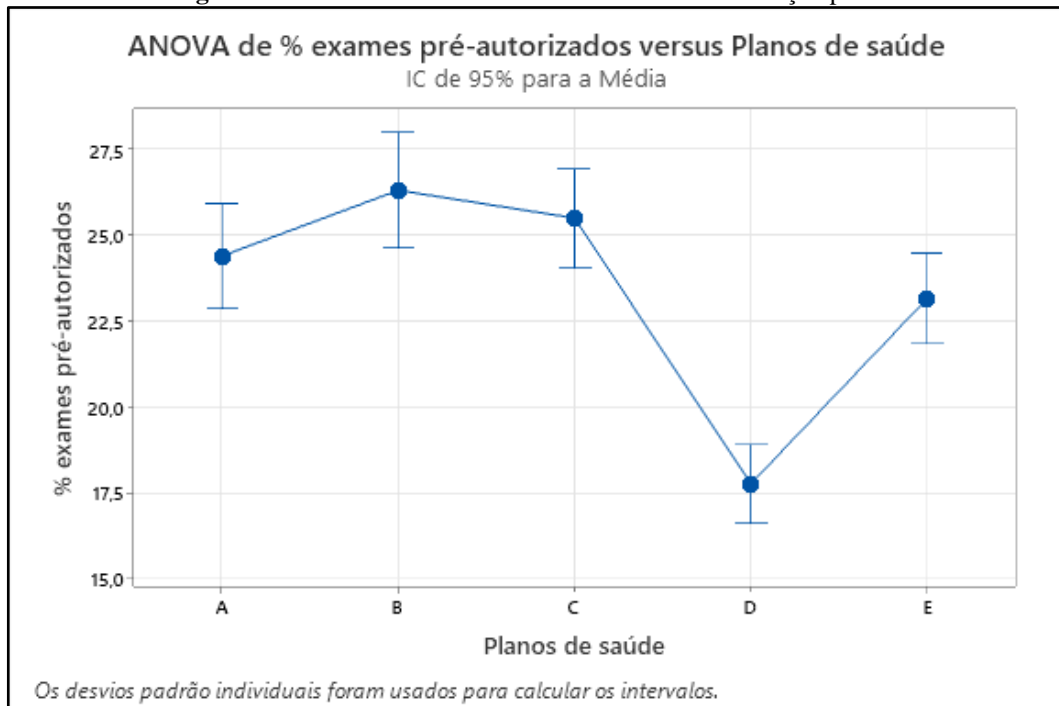
5.3.4 Quarta Comprovação

A quarta comprovação buscou avaliar como a burocracia excessiva nos processos de pré-autorização influenciava a eficiência do atendimento. Para tal, utilizou-se uma ANOVA visando comparar os percentuais médios de exames previamente autorizados entre os planos de saúde disponíveis no laboratório. Essa abordagem estatística permitiu investigar a presença de variações significativas no grau de exigência burocrática entre os convênios, o que possivelmente contribuiria para atrasos no atendimento e impactar diretamente o indicador NSA.

A interpretação do gráfico exibido na Figura 28 revela que o convênio D apresenta o menor percentual de exames previamente autorizados, destacando-se negativamente comparado aos demais. Em contrapartida, os planos A, B, e C demonstraram percentuais significativamente mais elevados de liberações, indicando uma dinâmica de pré-autorização mais ágil e menos burocrático. Esses resultados reforçam a compreensão de que a burocracia excessiva do plano D impacta de forma mais intensa o fluxo do serviço no laboratório.

Na sequência, as evidências obtidas no teste da ANOVA exibido na Figura 29 evidenciaram um p-valor inferior ao limite de significância de 0,05, conduzindo à rejeição da hipótese nula. Isso confirma que há diferenças estatisticamente significativas entre os percentuais médios de exames pré-autorizados pelos diferentes convênios. Tal achado indica que, ao menos um dos planos opera de forma significativamente distinta dos demais, interferindo diretamente no fluxo do serviço prestado e impactando negativamente o indicador NSA. Esses resultados corroboram as observações feitas na análise gráfica anterior, reforçando a inferência de que a etapa de pré-autorização varia entre os planos, sendo que alguns se mostram mais burocráticos e exigentes, comprometendo a eficiência operacional do processo.

Figura 28 – Gráfico ANOVA % de exames com autorização prévia.



Fonte: Autor (2025).

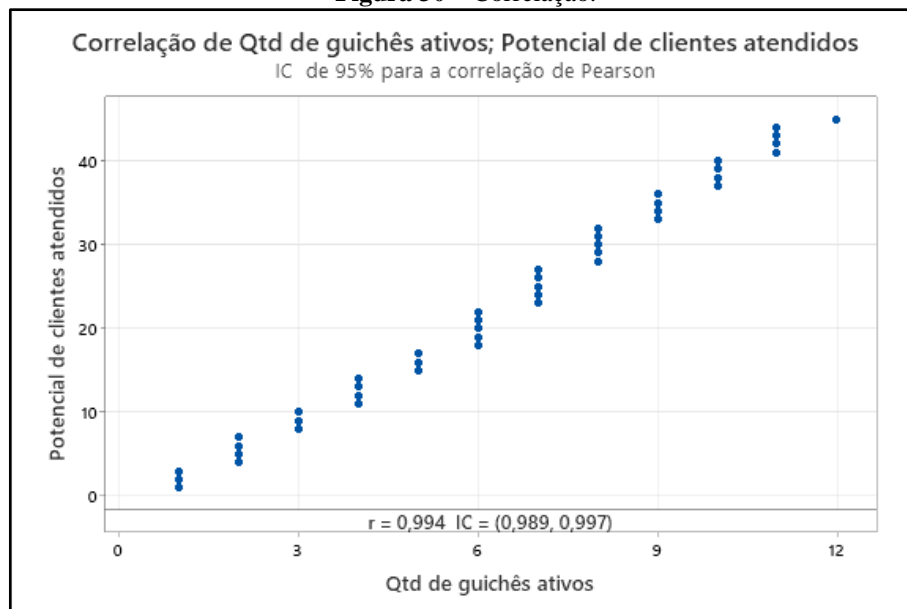
Figura 29 – Teste ANOVA % de exames com autorização prévia.

Teste de Welch				
Fonte	Num GL	Den GL	Valor F	Valor-P
Planos de saúde	4	34,8274	31,32	0,000

Fonte: Autor (2025).

5.3.5 Quinta Comprovação

A quinta comprovação buscou avaliar como a quantidade limitada de guichês de atendimento influenciava a eficiência operacional. A partir das informações disponibilizadas pela empresa, identificou-se que o laboratório 3 operava com 5 guichês para atender uma média de 24 atendimentos por hora, enquanto o laboratório 5 contava com 7 guichês com uma média de 38 atendimentos por hora. Diante desse cenário, procedeu-se com uma avaliação de correlação entre o volume de atendimento (quantidade de atendimento por hora) e o número ideal de guichês operacionais, com o intuito de verificar a relação desses dois fatores críticos. Os resultados dessa análise estão apresentados na Figura 30.

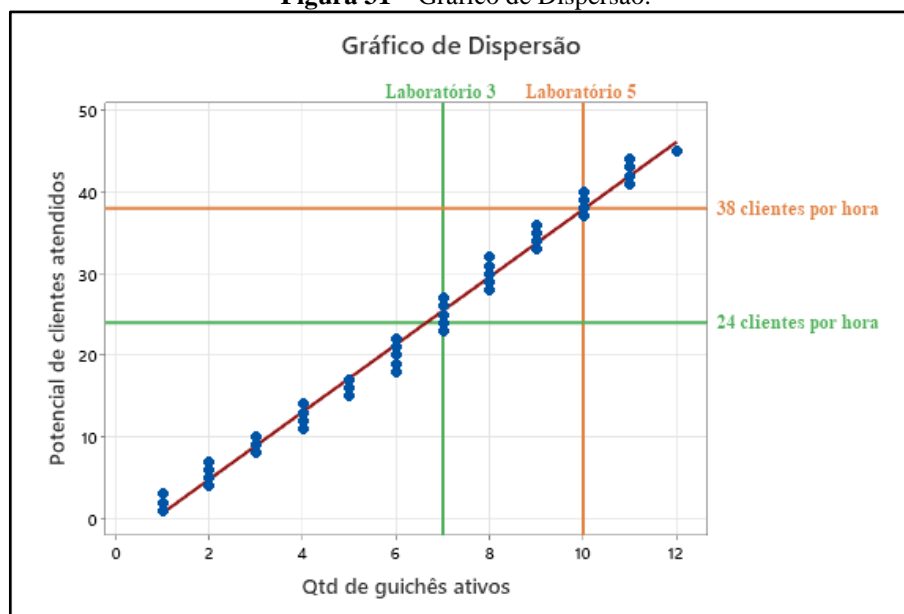
Figura 30 – Correlação.

Fonte: Autor (2025).

A análise da correlação apresentada na Figura 30 revelou um coeficiente de 0,994 entre o número de balcões de atendimento em funcionamento e a capacidade de atendimento por hora. Esse valor evidencia uma correlação fortemente diretamente proporcional entre as variáveis, indicando que, conforme aumenta a quantidade de guichês em operação, o volume de atendimento também se eleva de forma praticamente proporcional. Tal resultado demonstra

que a limitação na quantidade de guichês disponíveis impacta diretamente a capacidade de realização de atendimentos no laboratório, afetando o fluxo operacional e influenciando negativamente o indicador NSA.

Figura 31 – Gráfico de Dispersão.



Fonte: Autor (2025).

A interpretação do diagrama de dispersão exibido na Figura 31 demonstrou que, no caso do laboratório 3, cuja demanda média atingia 24 atendimentos por hora, a estimativa era de que fosse exigido aproximadamente 7 guichês em plena operação para garantir um fluxo adequado. No entanto, observou-se que apenas 5 guichês estavam ativos, o que, especialmente nos períodos de pico, resultava em formação de aglomerações, filas e prolongamento no tempo de espera dos usuários. Essa limitação operacional comprometia diretamente a agilidade do atendimento, impactando negativamente o indicador NSA.

No caso do laboratório 5, a avaliação exibida na Figura 31 indicou que, diante da necessidade de atender de 38 usuários por hora, estimou-se que seriam requeridos aproximadamente 10 guichês em operação simultânea. No entanto, apenas 7 guichês encontravam-se em funcionamento, o que, assim como observado no laboratório 3, resultava em gargalos nos horários de maior movimento. Essa insuficiência de recursos operacionais contribuía para a elevação do tempo médio de espera e formação de filas, comprometendo a eficiência do atendimento e impactando no NSA.

Além das causas examinadas e comprovadas quantitativamente, outras igualmente importantes também foram levantadas e confirmadas com base em evidências qualitativas obtidas juntos aos colaboradores do laboratório. Entre essas causas, destacam-se a falta de um

protocolo padronizado para a organização das filas, procedimentos de autorização de exames desatualizados e a lentidão dos computadores utilizados no atendimento. Essas deficiências operacionais foram consistentemente mencionadas pelos funcionários como fatores que comprometem a eficiência do processo e contribuem para o prolongamento do tempo de espera dos usuários, refletindo diretamente na deterioração do NSA.

5.4 MELHORAR

Com base nas nove causas raiz identificadas e validadas na fase de Análise, esta etapa concentrou-se na priorização e implementação de soluções direcionadas à mitigação dos fatores que impactavam negativamente o NSA. Para cada uma das causas comprovadas, foram propostas alternativas de solução, considerando sua viabilidade técnica e operacional. A geração dessas propostas ocorreu por meio da técnica de *Brainstorming*, que possibilitou a coleta estruturada de ideias em equipe, promovendo uma abordagem colaborativa para o enfrentamento dos problemas. A Figura 32 exibe o levantamento de soluções viáveis associadas a cada causa raiz analisada.

As soluções levantadas por meio da técnica de *Brainstorming* foram organizadas e avaliadas em uma Matriz de Priorização, com o objetivo de selecionar aquelas com maior potencial de impacto e viabilidade para implementação imediata. Conforme exibido na Figura 33, foram inicialmente geradas 15 propostas de solução com viabilidade técnica e operacional, derivada da análise exposta na Figura 32. Dentre essas, 11 soluções foram priorizadas para execução, por apresentarem pontuação igual ou superior a 100, conforme critérios definidos pelo autor do projeto.

Embora todas as 15 soluções apresentassem relevância, a decisão de priorizar apenas 11 delas foi estratégica, visando otimizar os esforços e garantir a execução dentro do prazo estabelecido na carta do projeto. A priorização permitiu um foco emergencial nas causas críticas, enquanto as demais soluções, apesar de importantes, foram direcionadas para uma etapa posterior, a ser conduzida em continuidade ao plano de melhoria.

Por fim, com base nas 11 soluções priorizadas, foi elaborado e executado um plano de ação estruturado por meio da ferramenta 5W2H, permitindo organizar de forma objetiva e detalhada todas as informações essenciais para a implementação das ações propostas. Exibido na Figura 34.

Figura 32 – Brainstorming.

BRAINSTORMING	
CAUSA	SOLUÇÃO
Número de guichês de atendimento reduzido	Verificar demanda e orçamento para os laboratórios; Solicitar novos guichês; Reorganizar escala de tarefas dos colaboradores do atendimento.
Tempo para liberação de senha por parte do convênio	Mapear convênios médicos mais burocráticos e solicitar autorização para exames agendados no dia anterior.
Burocracia excessiva para obter pré-autorização dos exames	Reorganizar escala de tarefas dos colaboradores e alocar um operador de atendimento para solicitar pré-autorizações.
Falta de documentos do paciente	Enviar e-mail e SMS para pacientes lembrando da necessidade de sempre estar com documento de identidade e carteirinha do convênio médico.
Computadores lentos	Realizar inventário dos equipamentos e identificar aqueles com configurações desatualizadas; Solicitar atualização de hardware ou substituição dos computadores mais antigos.
Procedimento de autorização de exame desatualizado	Revisar os fluxos de autorização com base nas políticas atuais dos convênios; Criar um procedimento padrão atualizado e treinar a equipe para sua implementação imediata.
Falta procedimento para fazer a gestão das filas	Disponibilizar um colaborador para direcionar os pacientes na fila e responder dúvidas.
Falta de atenção do operador	Realizar treinamentos periódicos para reforçar a importância do preenchimento correto dos cadastros e para atualizar a equipe sobre práticas e procedimentos; Programar intervalos regulares para que o operador possa se afastar do ambiente movimentado e recarregar as energias.
Treinamento insuficiente	Desenvolver um programa de treinamento contínuo com foco nas funções essenciais do sistema e no atendimento do paciente; Realizar simulações práticas periódicas para reforçar a padronização do atendimento.

Fonte: Autor (2025).

Figura 33 – Matriz de Priorização das soluções.

MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO					
	Baixo custo	Facilidade de implantação	Impacto de eliminação da causa	Total	
Peso	7	8	10		
Solução	Verificar demanda e orçamento para os laboratórios	3	3	1	55
	Solicitar novos guichês	3	5	5	111
	Reorganizar escala de tarefas dos colaboradores do atendimento	5	3	3	89
	Mapear convênios médicos mais burocráticos e solicitar autorização para exames agendados no dia anterior	5	5	5	125
	Reorganizar escala de tarefas dos colaboradores e alocar um operador de atendimento para solicitar pré-autorizações	5	5	5	125
	Enviar e-mail e SMS para pacientes lembrando da necessidade de sempre estar com documento de identidade e carteirinha do convênio médico	5	5	5	125
	Realizar inventário dos equipamentos e identificar aqueles com configurações desatualizadas	5	3	1	69
	Solicitar atualização de hardware ou substituição dos computadores mais antigos	3	5	5	111
	Revisar os fluxos de autorização com base nas políticas atuais dos convênios	5	3	1	69
	Criar um procedimento padrão atualizado e treinar a equipe para sua implementação imediata	5	5	5	125
	Disponibilizar um colaborador para direcionar os pacientes na fila e responder dúvidas	5	3	5	109
	Realizar treinamentos periódicos para reforçar a importância do preenchimento correto dos cadastros e para atualizar a equipe sobre práticas e procedimentos	5	3	5	109
	Programar intervalos regulares para que o operador possa se afastar do ambiente movimentado e recarregar as energias	5	3	5	109
	Desenvolver um programa de treinamento contínuo com foco nas funções essenciais do sistema e no atendimento do paciente	5	3	5	109
Realizar simulações práticas periódicas para reforçar a padronização do atendimento	5	5	5	125	

Fonte: Autor (2025).

Figura 34 – 5W2H.

5W2H						
What	Why	Who	How	How Much	Where	When
O quê	Porque	Quem	Como	Quanto	Onde	Quando
Solicitar novos guichês com base na demanda orçada	Para aumentar a capacidade de atendimento e reduzir o tempo de espera dos clientes	Colaborador A	Enviar uma solicitação formal ao setor responsável, com base no levantamento da demanda e orçamento	R\$	Laboratórios 3 e 5	-
Mapear convênios médicos mais burocráticos e solicitar autorização para exames agendados no dia anterior	Para reduzir o tempo de espera dos pacientes no dia do exame	Colaborador B	Análise de dados e comunicação com os convênios para agilizar processos	R\$	Laboratórios 3 e 5	-
Reorganizar escala de tarefas dos colaboradores e alocar um operador de atendimento para solicitar pré-autorizações	Para agilizar o processo de autorização de exames e reduzir atrasos gerados pela burocracia dos convênios médicos	Colaborador A	Analisar a escala atual, redistribuir tarefas e treinar o colaborador responsável pelas pré-autorizações	R\$	Laboratórios 3 e 5	-
Enviar e-mail e SMS para pacientes lembrando da necessidade de sempre estar com documento de identidade e carteirinha do convênio médico	Para reduzir atrasos e evitar retrabalhos causados pela falta de documentação	Colaborador C	Configurações de mensagens automáticas no sistema de agendamento	R\$	Laboratórios 3 e 5	-
Solicitar atualização de hardware ou substituição dos computadores mais antigos	Para melhorar a eficiência do atendimento e evitar atrasos devido à lentidão dos equipamentos	Colaborador C	Aquisição ou upgrade dos equipamentos identificados como prioritários no inventário	R\$	Laboratórios 3 e 5	-
Criar um procedimento padrão atualizado e treinar a equipe para sua implementação imediata	Para garantir que os processos estejam atualizados e padronizados, reduzindo erros e atrasos	Colaborador A	Elaboração do procedimento e execução de treinamento	R\$	Laboratórios 3 e 5	-
Disponibilizar um colaborador para direcionar os pacientes na fila e responder dúvidas	Para reduzir a desorganização nas filas, melhorar o fluxo de atendimento e a experiência do paciente	Colaborador A	Reorganização da equipe de atendimento ou contratação de novos colaboradores	R\$	Laboratórios 3 e 5	-
Realizar treinamentos periódicos para reforçar a importância do preenchimento correto dos cadastros e para atualizar a equipe sobre práticas e procedimentos	Para evitar erros operacionais, erros no procedimento e agilizar o atendimento	Colaborador A	Treinamento presencial com atividades práticas	R\$	Laboratórios 3 e 5	-
Programar intervalos regulares para que o operador possa se afastar do ambiente movimentado e recarregar as energias	Para melhorar o foco e o bem-estar dos colaboradores, reduzindo erros e fadigas	Colaborador C	Reorganizar escalas e determinar horários de descanso para cada colaborador	R\$	Laboratórios 3 e 5	-
Desenvolver um programa de treinamento contínuo com foco nas funções essenciais do sistema e no atendimento do paciente	Para manter a equipe atualizada e garantir um atendimento de alta qualidade	Colaborador A	Criação de módulos teóricos e práticos, com avaliações e certificações internas	R\$	Laboratórios 3 e 5	-
Realizar simulações práticas periódicas para reforçar a padronização do atendimento	Para garantir a aplicação consistente dos padrões e detectar pontos de melhoria	Colaborador C	Simulações baseadas em cenários reais, com feedback imediato para os operadores	R\$	Laboratórios 3 e 5	-

Fonte: Autor (2025).

5.5 CONTROLAR

Na etapa final do ciclo DMAIC, correspondente à fase controlar, foram implementadas ações voltadas ao monitoramento e à sustentação dos resultados obtidos nos laboratórios 3 e 5, refletindo diretamente na *performance* do indicador NSA do Estado X. o principal objetivo desta fase foi garantir que as melhorias implementadas fossem mantidas ao longo do tempo, evitando a reincidência das causas raiz previamente identificadas.

Para isso, foram utilizadas ferramentas de acompanhamento como gráfico sequenciais dos laboratórios analisados e uma carta de controle aplicada ao indicador NSA da região, possibilitando a detecção de possíveis variações e a atuação preventiva de desvios. O projeto contou com um período total de 4 meses de execução ativa, seguindo por 8 meses de monitoramento contínuo dos resultados, assegurando que o DMAIC permanecesse integrada à rotina operacional da organização.

Conforme exibido na Figura 35, referente ao laboratório 3, observa-se que, no período anterior à implementação do método, correspondente aos meses 13 a 24, o NSA apresentava uma média de 56,8%, acompanhada de alta variabilidade, o que demonstra um desempenho instável e abaixo do esperado. Durante os quatro meses de condução do método DMAIC, embora os resultados ainda não tivessem atingido níveis elevados, já era possível identificar uma redução significativa na variabilidade, sinalizando o início da estabilização do processo. A partir do mês 29, nota-se uma melhoria consistente apresentando um salto de 12,8% do mês 28 para o 29, e, a partir do mês 31, o indicador atinge um novo patamar, mantendo-se sustentado na faixa dos 80%, evidenciando a efetividade das ações implementadas. Assim, observa-se um avanço expressivo na *performance* do laboratório 3, com elevação da média do NSA para 81,5%, com um aumento de 24,7% do NSA em relação ao período anterior à aplicação do método.

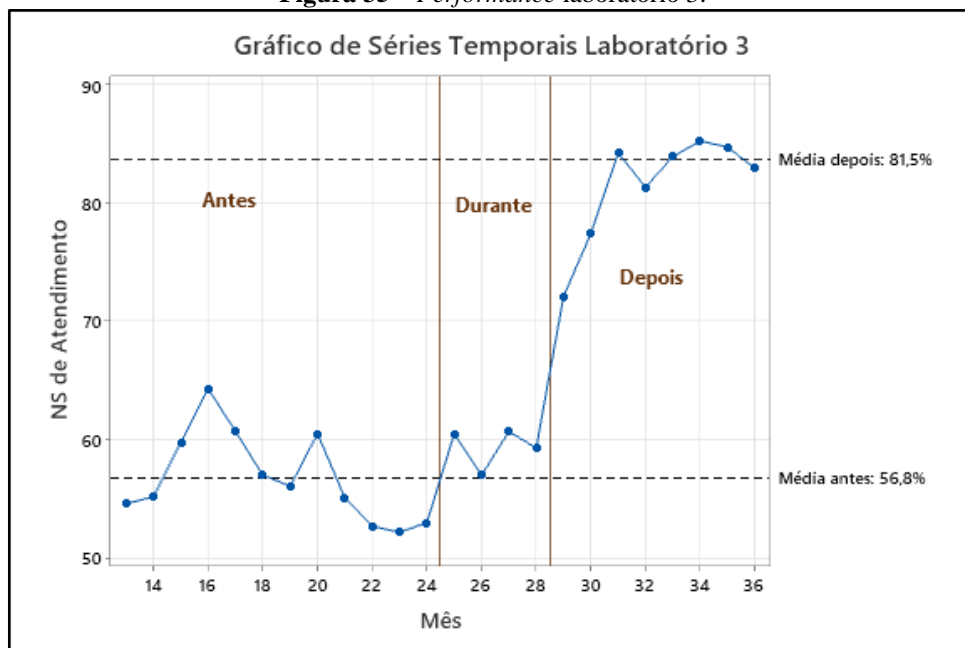
Referente ao laboratório 5, exibido na Figura 36, observa-se que, no período anterior à intervenção, correspondente aos meses 13 a 24, o NSA apresentava uma média de 41,1%, significativamente abaixo da meta estipulada pela organização, além de apresentar alta variabilidade. Durante os quatro meses de condução, mesmo sem uma elevação imediata nos resultados, já era possível identificar uma estabilização do processo e uma redução na variabilidade, indicando os primeiros efeitos do método DMAIC. Após a conclusão das ações previstas no plano de melhoria, a média do NSA do laboratório 5 subiu para 70,8%, representando um incremento de 29,7% em relação ao período anterior. Embora esse valor

ainda estivesse abaixo da meta de 75% o crescimento foi expressivo e superior ao obtido no laboratório 3, evidenciando o avanço gradual da *performance*.

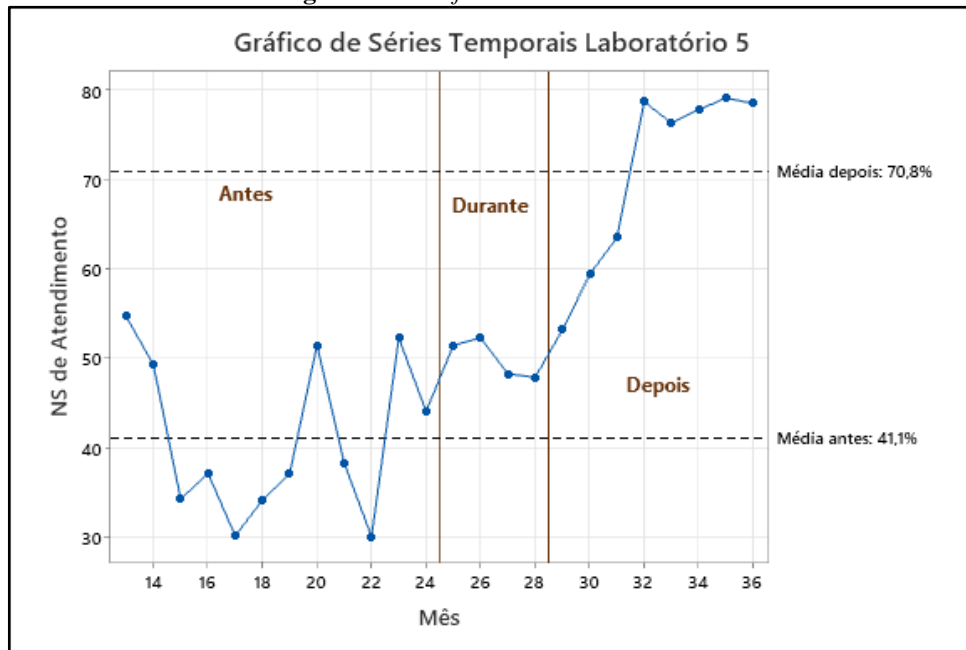
Ao analisar o gráfico, observa-se que o laboratório 5 apresentou um aumento mais modesto entre os meses 28 e 29, de 5,3%, enquanto o laboratório 3 teve um salto de 12,8% no mesmo intervalo. Um fator que contribuiu para uma média geral mais baixa nos resultados do laboratório 5 foi o comportamento das primeiras médias mensais do período pós-intervenção, que cresceram de forma mais lenta, impactando diretamente no valor médio. No entanto, a partir do mês 31, é possível identificar um salto de 15,2% no NSA, seguido de uma estabilização do processo. Quando considerada apenas a média dos últimos cinco meses (meses 32 a 36), o laboratório atinge um desempenho médio de 78,1%, superando, inclusive, a meta estipulada pela organização.

A análise indica que a razão para a *performance* mais lenta inicialmente está relacionada à dificuldade do laboratório 5 em implementar, dentro do prazo previsto, a abertura de mais três guichês, conforme estabelecido no plano de ação. Essa limitação operacional retardou os efeitos esperados das melhorias. No entanto, com a implementação efetiva desses guichês a partir do mês 31, foi possível observar uma significativa elevação do desempenho e a consequente sustentação do NSA em patamares satisfatórios. Ainda que a média final do laboratório 5 tenha permanecido em torno de 71%, abaixo da meta, o resultado não comprometeu a média geral do NSA do Estado X, composta pela análise dos cinco laboratórios.

Figura 35 – Performance laboratório 3.



Fonte: Autor (2025).

Figura 36 – Performance laboratório 5.

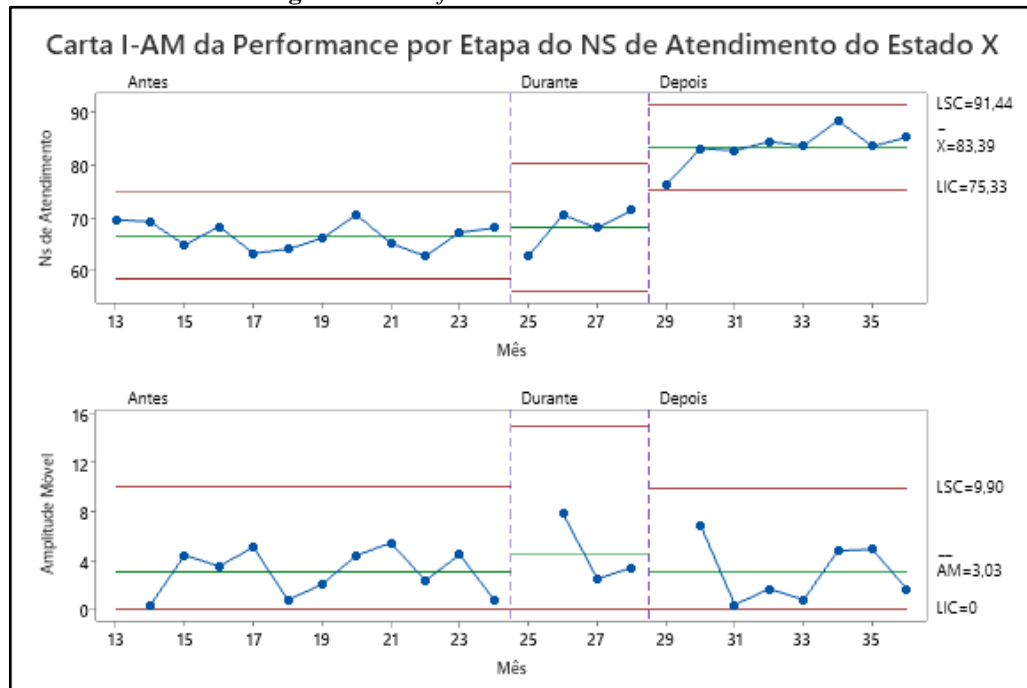
Fonte: Autor (2025).

Após a análise das *performances* dos laboratórios priorizados, realizou-se a avaliação do impacto global das ações implementadas sobre o indicador NSA do Estado X, composto por cinco laboratórios. Conforme exibido na Figura 37, utilizou-se uma carta I-AM para monitorar o comportamento do indicador ao longo do tempo.

Observa-se, durante o período anterior à aplicação do projeto, meses 13 a 24, o NSA do Estado X apresentava uma média de 66,6%, valor inferior à meta estabelecida pela organização, embora com média variabilidade. Durante os quatro meses de condução do método, esse comportamento manteve-se relativamente estável. No entanto, a partir da efetiva execução do plano de ação, estruturado por meio da ferramenta 5W2H, foi possível identificar uma mudança positiva no comportamento do processo.

A partir do mês 29, os dados evidenciam um salto gradual na *performance*, seguido de uma estabilização do indicador, que passou a apresentar uma média de 83,4%, representando um incremento de 16,8% em relação ao período anterior. Esse novo patamar demonstra que a meta definida na carta do trabalho foi atingida. Embora o laboratório 5 tenha apresentado um desempenho final levemente abaixo da meta individual, a consolidação das ações implementadas em todas as unidades, bem como a replicação das boas práticas, garantiu um impacto sistêmico positivo.

Figura 37 – Performance do NSA do Estado X.



Fonte: Autor (2025).

Com base na média do NSA alcançada ao final do projeto, aliada às análises e fundamentações apresentadas nas etapas iniciais, especialmente na de Definir, tornou-se possível calcular o retorno financeiro teórico obtido em decorrência da melhoria na *performance* do NSA. Considerando que a média final do NSA foi de 83,39%, e utilizando critérios previamente estabelecidos pela organização, conforme discutido neste estudo de caso, procede-se ao cálculo do benefício econômico estimado a partir desse novo patamar de *performance*. Assim, diferença entre resultado e meta:

$$83,39\% - 75\% = 8,39\% \text{ acima da meta.}$$

Retorno por ponto percentual acima da meta:

$$8,39 * 235 = R\$ 1.971,65 \text{ por 1.000 atendimentos por ano.}$$

Quantidade de grupos de 1.000 em 192.000 atendimentos por ano:

$$\frac{192.000}{1.000} = 192$$

Retorno financeiro total estimado:

$$R\$ 1.971,65 * 192 = R\$378.556,80 \text{ por ano.}$$

Dessa forma, o retorno financeiro teórico estimado foi de aproximadamente R\$378.556,80 por ano, o que corresponde a cerca de R\$31.546,40 por mês. Esses valores superam as projeções iniciais do projeto, que haviam sido calculadas com base em uma expectativa média de NSA de 82%.

Com o objetivo de assegurar a continuidade da *performance* obtida e tornar os resultados sustentáveis ao longo do tempo, foram sugeridas à organização algumas práticas estratégicas de controle e gestão. Uma das principais recomendações foi a implantação da gestão visual, por meio da criação de um quadro de gestão à vista nas unidades laboratoriais. Esse quadro deve conter o acompanhamento mensal do indicador NSA, além de outros indicadores-chave de desempenho, de forma clara e acessível a todos os colaboradores dos laboratórios.

Adicionalmente, recomenda-se que o quadro inclua informações relacionadas a análises de correlação evidenciadas no gráfico de dispersão, a qual mostra a relação entre o número de guichês e a quantidade de pacientes atendidos. Para isso, pode-se utilizar uma planilha com o padrão da demanda por guichê, facilitando o planejamento operacional e contribuindo para a prevenção de atrasos no atendimento, especialmente em períodos de maior volume.

Outra ação importante é a padronização dos procedimentos de solicitação de senha de autorização e pré-autorização para exames agendados, com o intuito de estabelecer um fluxo mais eficiente e reduzir gargalos no atendimento. A definição de um protocolo claro e replicável permitirá maior agilidade e previsibilidade na operação, além de melhorar a experiência do paciente.

Por fim, para reforçar o controle e garantir a aderência às melhorias implementadas, recomenda-se a realização de auditorias internas trimestrais ao longo dos 12 meses, com o objetivo de verificar o cumprimento das ações, identificar oportunidades de ajustes e fomentar a melhoria contínua dos processos.

6 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como principal objetivo elevar o indicador do NSA do Estado, composto por cinco laboratórios. Para isso, foi aplicada a forma integrada a metodologia LSS, utilizando o ciclo DMAIC como estrutura para condução. A sinergia entre o foco na eliminação de desperdícios do *Lean* e o rigor estatístico do Seis Sigma permitiu uma análise aprofundada das causas raiz, a priorização de soluções eficazes e a implementação de ações direcionadas à melhoria contínua do processo de atendimento.

Os resultados obtidos comprovam a efetividade da abordagem adotada. A média do NSA estadual passou de 66,6% para 83,39%, superando a meta estabelecida de 78,3%. Essa evolução expressiva não apenas refletiu o sucesso das intervenções nos laboratórios priorizados, como no laboratório 3, que atingiu 81,5% de média, mas também gerou um retorno financeiro estimado em R\$ 378.556,80 por ano, reforçando o valor econômico da melhoria da qualidade em ambientes de prestação de serviços.

Além dos ganhos quantitativos, o projeto promoveu avanços significativos em padronização de processos, engajamento das equipes, eficiência operacional, agilidade no processo, eliminação de desperdícios e sustentabilidade dos resultados. Recomendações como adoção de gestão visual, auditorias trimestrais e a padronização da solicitação de senhas e autorização visam garantir a perenidade das melhorias alcançadas.

Dessa forma, conclui-se que a aplicação conjunta do Lean e do Seis Sigma foi fundamental para garantir a meta principal do projeto e contribuir para a excelência operacional da organização.

REFERÊNCIAS

- ADEGBITE, Babatunde Moshood. Applying lean principles to eliminate project waste, maximize value, cut superfluous steps, reduce rework and focus on customer centricity. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 2024.
- AL-RIFAI, Mohammad. Mapping the path to efficiency: Leveraging value stream mapping (VSM) and lean tools for streamlined electronic device manufacturing. *Measuring Business Excellence*, v. 28, no. 3/4, p. 396-414, 2024.
- AL-ZUHERI, Atiya; VLACHOS, Ilias; AMER, Yousef. Application of lean six sigma to reduce patient waiting time: literature review. *International Journal for Quality Research*, v. 15, n. 1, p. 241, 2021.
- BUGOR, F.; LUCCA FILHO, J. Utilização da metodologia DMAIC para promover melhorias na qualidade em indústrias alimentícias: uma revisão de literatura. *Interface Tecnológica*, v.18, n. 2, p. 724-733, 2021.
- CAUCHICK, Paulo. *Metodologia Científica para Engenharia*. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2019.
- CHERIE, Negesse et al. Improving laboratory response times in clinical environments: A systematic review of the impact of applying lean methodology. *PloS one*, v. 19, no. 10, p. e0312033, 2024.
- DI SUTAM, Eh et al. A comparative study on user satisfaction from manual to online information system using define-measure-analyze-improve-control (dmaic) in service administrative process. *Journal of Advanced Research Design*, v. 122, n. 1, p. 27-45, 2024.
- FALCONI, Vicente. *O verdadeiro poder: princípios de liderança de Vicente Falconi*. 2. ed. São Paulo: IndG Tecnologia e Serviços, 2009.
- GALEGALE, N. V.; AZEVEDO, M. M. DE; BARCELOS, A. Improving Productivity and Reducing Costs in an IT Service Provider: Applying the Lean Six Sigma Methodology. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 18, n. 10, p. e09036, 18 out. 2024.
- GEORGE, M.L. *Lean six sigma, combining six sigma quality with lean speed*. New York: McGraw-Hill, 2002.
- GIL, A.C. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. São Paulo: Atlas, 2017.
- GRIBINCEA, Tatiana. managementul calității-instrument eficient pentru dezvoltarea unei companii moderne inovative. *Moldoscopia*, v. 100, n. 1, p. 74-80, 2024.
- GUPTA, Kapil; SARMAH, Pallab; GQIBANI, Samuel Loyiso. A review of the implementation and effectiveness of Lean Manufacturing strategies for industrial and service sectors. *Science, Engineering and Technology*, v. 5, no. 1, 2025.

HOLLINGSLED, Melinda. Standardizing Six Sigma Green Belt training: identification of the most frequently used measure phase DMAIC tools. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 13, n. 2, p. 276-294, 2022.

HOSSAIB, Zakir et al. Business innovations in healthcare: emerging models for sustainable growth. *AIJMR-Advanced International Journal of Multidisciplinary Research*, v. 2, no. 5, 2024.

IMANSURI, Febriza et al. Reducing Defects Using DMAIC Methodology in a Automotive Industry. *Spektrum Industri*, vol. 1, pg. 1-13, 2024.

KEOWN, Anne Marie; TEELING, Seán Paul; MCNAMARA, Martin. The contribution of leaders' and managers' attributes, values, principles, and behaviours to the sustainable implementation of Lean in healthcare: A realist review protocol. *HRB Open Research*, v. 7, p. 54, 2024.

KONTAUTAS, E. et al. Lean methodology in health care practice: an example of application for clinical laboratory urinalysis processing. *Laboratory Medicine*, 27 set. 2024.

KUMAR, K. Sathish et al. Lean implementation in healthcare: A systematic review. In: *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing, 2024.

KUMAR, Naveen et al. Lean manufacturing techniques and their implementation: A review. *MATERIALS TODAY: PROCEEDINGS*, vol. 64, p. 1188-1192, 2022.

LE, Minh Tai et al. Continuous Improvement of Productivity and Quality with the Application of Lean Six Sigma: A case study. *Journal of Technical Education Science*, vol. Special Edition 03, p. 90-101, 2024.

LIKER, Jeffrey K.; ROSS, Karyn. *O modelo Toyota de excelência em serviços: a transformação lean em organizações de serviço*. Porto Alegre: Bookman, 2019.

LIKER, Jeffrey K. *O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2022.

LSLOUM, Muqrin Mana Ali et al. Strategies for Effective Health Services Management in Hospitals: A Systematic Review of Key Models and Practices. *Journal of Ecohumanism*, v. 3, n. 8, p. 881-888, 2024.

MANISH Saroya. Integrating Lean Manufacturing and Six Sigma: A Synergistic Approach to Enhance Quality and Operational Efficiency. *International Journal For Multidisciplinary Research*, v. 6, n. 5, 30 out. 2024.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. *Metodologia Científica*. 8. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022.

MARKUSIC, Mihaela. Application of lean methodology in optimizing the production process of entrepreneurs. *Obrazovanje za podjetništvo-E4E: znanstveno stručni časopis oobrazovanju za podjetništvo*, v. 1, pg. 55-63, 2024.

MARSHALL JUNIOR, I. et al. *Gestão da qualidade*. 10 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.

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

MONDAY, Lea M. Define, measure, analyze, improve, control (DMAIC) methodology as a roadmap in quality improvement. *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, v. 5, n. 2, p. 44-46, 2022.

MONTGOMERY, Douglas C. *Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade*. 7. ed. John Wiley & Sons, 2012.

OLIVEIRA, Willma Bastos Ribeiro et al. Melhorias no centro obstétrico de um hospital público: estudo de caso do uso de ferramentas do Lean Healthcare. *Brazilian Journal of Production Engineering*, v. 10, n. 2, p. 182-195, 2024.

PATEL, Arunesh; CHUDGAR, Chintan. Compreendendo os fundamentos do six sigma. *Sigma*, v. 6, n. 3.4, p. 99.99966, 2020.

PAWLAK, Szymon. The Impact of Selected Lean Manufacturing Tools on the Level of Delays in the Production Process. A Case Study. *Management Systems in Production Engineering*, v. 32, no. 1, p. 103-107, 2024.

PERALTA, Carla Beatriz da Luz et al. A framework proposal to identify customer value through lean practices. *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 31, no. 4, p. 725-747, 2020.

PEREZ-WILSON, Mario. *Seis Sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios*. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2010.

PINHO, Flávio Costa et al. Proposta de melhoria da qualidade com a implantação da metodologia Seis Sigma. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 10, p.5, 2020.

RAVICHANDRAN, J. A review of specification limits and control limits from the perspective of Six Sigma quality processes. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, v. 11, n. 1, p. 58-72, 2019.

SADIQ, Saba et al. An integrated framework for lean manufacturing in relation to blue ocean manufacturing - A case study. *Journal of Cleaner Production*, vol. 279, p. 123790, 2021.

SHASHWAT AGRAWAL et al. Impact of Lean Six Sigma on Operational Efficiency in Supply Chain Management. *Darpan International Research Analysis*, v. 12, n. 3, p. 420-434, 16 set. 2024.

SLACK, N.; Brandon-Jones, A.; Johnston, R. *Administração da produção*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SOUSA, Francisco Leon Torres de; JORGE, Maria Salete Bessa. Lean healthcare: uma proposta de implantação. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 7, p. e16811729356, 2022.

THAKUR, Vinita; AKERELE, Olatunji Anthony; RANDELL, Edward. Lean and Six Sigma as frameworks for continuous quality improvement in the clinical diagnostic laboratory. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, vol. 60, no. 1, p. 63-81, 2023.

TOBAR, Paola Soraya Silva; PAREDES, Wladimir Chacón; GUEVARA, Cesar. Continuous improvement as a competitive strategy within organizational quality processes. *Applied Human Factors Research*, vol. 67, no. 67, 2022.

TOLEDO, J.C. et al. *Qualidade: gestão e métodos*. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

TRETIK, Viktoriia. implementing lean management principles to optimize healthcare facility operations. *Економіка та суспільство*, n. 62, 29 abr. 2024.

TSUNG, F.; WANG, K. Six Sigma. *Springer handbooks*, p. 239–259, 1 jan. 2023.

VALENTIN, G.; CALIN, D. The utilization of management tools for quality improvement in industrial sectors. *Acta Universitatis Cibiniensis. Technical Series*, v. 76, n. 1, p. 55–61, 2024.

WERKEMA, Cristina. *Criando a Cultura Lean Seis Sigma*. 2. ed. Rio de Janeiro: GEN Atlas, 2012.

WERKEMA, Cristina. *Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing*. Rio de Janeiro: GEN Atlas, 2011.

WERKEMA, M. C. C. *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Werkema Editora Ltda, 2006.

WOMACK James P, JONES Daniel T. *A Máquina que mudou o Mundo*. In: Rio de Janeiro: Elsevier; 2004.

ZANEZI, André Caron; DE CARVALHO, Marly Monteiro. How project management principles affect Lean Six Sigma program and projects: a systematic literature review. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 20, n. 1, p. 1564-1564, 2023.

ZIMMERMANN, Guilherme dos Santos; SIQUEIRA, Luciola Demery; BOHOMOL, Elena. Aplicação da metodologia Lean Seis Sigma nos cenários de assistência à saúde: revisão integrativa. *Revista brasileira de enfermagem*, v. 73, p. e20190861, 2020.