UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LEONARDO MAGALHÃES FEITOSA DE MELO

METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA PARA MELHORIA DO PROCESSO DE ATENDIMENTO E RETORNO FINANCEIRO EM UMA EMPRESA DE MEDICINA DIAGNÓSTICA

JUIZ DE FORA
2018

LEONARDO MAGALHÃES FEITOSA DE MELO

METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA PARA MELHORIA DO PROCESSO DE ATENDIMENTO E RETORNO FINANCEIRO EM UMA EMPRESA DE MEDICINA DIAGNÓSTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Profª. DSc. Clarice Breviglieri Porto

JUIZ DE FORA

2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Melo, Leonardo Magalhães Feitosa de.
Metodologia Lean Seis Sigma para melhoria do processo de atendimento e retorno financeiro em uma empresa de medicina diagnóstica / Leonardo Magalhães Feitosa de Melo. -- 2018.
115 p. : il.

Orientadora: Clarice Breviglieri Porto
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2018.

1. Lean Seis Sigma. 2. Medicina diagnóstica. 3. Retorno financeiro. 4. Área de serviços. 5. DMAIC. I. Porto, Clarice Breviglieri, orient. II. Título.

LEONARDO MAGALHÃES FEITOSA DE MELO

METODOLOGIA LEAN SEIS SIGMA PARA MELHORIA DO PROCESSO DE ATENDIMENTO E RETORNO FINANCEIRO EM UMA EMPRESA DE MEDICINA DIAGNÓSTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 14 de novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Profª. DSc. Clarice Breviglieri Porto

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profº. DSc. Eduardo Breviglieri Pereira de Castro

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profº. DSc. Roberto Malheiros Moreira Filho

Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Essa importante etapa da minha vida não estaria completa sem o reconhecimento de todos aqueles que estiverem envolvidos de forma direta ou indireta para que esse sonho se tornasse realidade. Essa conquista também é de vocês.

Inicialmente, agradeço a Deus por todas as oportunidades de aprendizado, pelos desafios que Ele tem colocado em meu caminho e por essa vida incrível.

Agradeço profundamente aos meus pais, Denise e Juarez, por acreditarem no meu potencial e fornecerem todos os recursos possíveis para o meu crescimento profissional e pessoal. Sou eternamente grato pela dedicação de vocês.

Agradeço incondicionalmente a minha noiva Rafaela pela imensa paciência, pelas renúncias, pelo companheirismo, pela amizade, pelas conversas, pela força e pelo amor. Tive muita sorte em ter encontrado alguém tão especial e compreensiva com os meus erros e dificuldades.

Reconheço o grande suporte que meus tios Renato e Ronaldo deram durante minha evolução profissional e acadêmica. Ambos foram essenciais nessa jornada.

A minha orientadora Clarice, compartilho um grande sentimento de gratidão e admiração pela boa vontade, disposição e pelos conselhos valiosos durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço ao *Master Black Belt* Daniel Fraga por ter contribuído de forma significativa durante a minha obtenção da certificação de especialista *Green Belt* em *Lean* Seis Sigma. Esse trabalho só foi possível graças aos seus conselhos e orientação. Aproveito para expressar minha gratidão ao Grupo Voitto por todas as oportunidades de capacitação.

Agradeço a todos os colegas da BD, em especial aos profissionais Éder de Castro, Daniel Oliveira e Fabrício Godinho por compartilharem seu conhecimento, experiência, liderança e determinação, além de não medirem esforços em me ajudar nos momentos em que eu mais precisei.

Aos membros da banca, Eduardo e Roberto, obrigado pela disponibilidade e por enriquecerem meu trabalho com o alto nível de conhecimento. Sei que escolhi as pessoas certas.

Por fim, meu mais sincero obrigado a todos aqueles que torceram por mim e que contribuíram de alguma forma na minha eterna busca por uma vida alicerçada na melhoria contínua.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo central a integração entre as metodologias *Lean* e Seis Sigma para melhorar o processo de atendimento e obter retorno financeiro em uma empresa do segmento de medicina diagnóstica através do aprimoramento do indicador de nível de serviço de atendimento. Com foco em realizar um estudo de interesses práticos e com base teórica nos conceitos do *Lean*, do pensamento enxuto na área da saúde e do Seis Sigma, considerando seus benefícios e limitações, o projeto desenvolvido na empresa uniu ferramentas quantitativas como o *Minitab* 17 e ferramentas qualitativas como o *Brainstorming* ao longo das cinco etapas do método DMAIC. Essas fases incluíram recursos como análise de dados, mapeamento de processos, ferramentas de priorização e planos de ação para os problemas apresentados, elementos estes que permitiram atingir a meta proposta na fase inicial do projeto com redução da variabilidade do processo e estabilização do indicador de atendimento.

Palavras-chave: *Lean* Seis Sigma, Medicina Diagnóstica, Retorno Financeiro.

ABSTRACT

This work has as main objective the integration between the Lean and Six Sigma methodologies to improve the service process and to obtain financial return in a diagnostic medicine company through the improvement of the service level indicator. Focused on practical and theoretically based interests in the concepts of Lean, Lean Healthcare, and Six Sigma considering its benefits and limitations, the project united quantitative tools such as Minitab 17 and qualitative tools such as Brainstorming over the five steps of the DMAIC method. These phases included resources such as data analysis, process mapping, prioritization tools, and action plans for the presented problems, which allowed achieving the goal proposed in the initial phase of the project, reducing process variability and stabilizing the service indicator.

Keywords: Lean Six Sigma, Diagnostic Medicine, Financial Return.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Combinação das metodologias *Lean* e Seis Sigma na melhoria de processos. 14
Figura 2 – Comparativo anual de 2011 a 2016, em reais e em variação percentual, dos gastos dos exames complementares nas despesas assistenciais de planos de saúde de assistência médico-hospitalar. 15
Figura 3 – Relação entre lucratividade e risco de existência nos diferentes segmentos de saúde. 16
Figura 4 – Linha do tempo entre o pedido e o recebimento de dinheiro de um cliente. 22
Figura 5 – Sequência dos cinco princípios do Pensamento *Lean*. 26
Figura 6 – Desenvolvimento do *Lean* ao longo do tempo, com destaque na aplicação na área da saúde. 28
Figura 7 – Retorno financeiro com o Seis Sigma desde sua origem. 34
Figura 8 – Probabilidades associadas com uma distribuição normal em um processo Seis Sigma. 36
Figura 9 – Representação real de um processo Seis Sigma. 36
Figura 10 – Mapa de raciocínio da etapa *Define*. 41
Figura 11 – Mapa de raciocínio da etapa *Measure*. 42
Figura 12 – Descrição de um *boxplot*. 43
Figura 13 – Exemplo de uma matriz esforço x impacto. 44
Figura 14 – Mapa de raciocínio da etapa *Analyse*. 45
Figura 15 – Exemplo de um diagrama de dispersão. 46
Figura 16 – Mapa de raciocínio da etapa *Improve*. 47
Figura 17 – Mapa de raciocínio da etapa *Control*. 48
Figura 18 – Uso do *Lean* Seis Sigma para a melhoria do tempo de produção por peça. 50
Figura 19 – Integração do *Lean* e do Seis Sigma para atingir o menor custo. 51
Figura 20 – Roteiro para escolha do método de desenvolvimento de um projeto *Lean* Seis Sigma. 52
Figura 21 – Estatística básica descritiva do NS atendimento para a regional de Minas Gerais em porcentagem. 55
Figura 22 – Teste de normalidade dos dados. 56
Figura 23 – Gráfico de séries temporais dos 24 meses da base de dados avaliada. 57
Figura 24 – Boxplot comparativo do NS atendimento para os 12 primeiros e últimos meses da base de dados. 57

Figura 25 – SIPOC do processo de atendimento. 59
Figura 26 – *Project Charter*. 60
Figura 27 – Média, desvio-padrão e mediana do NS atendimento para cada unidade da regional Minas Gerais. 61
Figura 28 – Teste de normalidade para os dados de NS atendimento de cada unidade de Minas Gerais. 62
Figura 29 – Gráfico sequencial das unidades da regional Minas Gerais. 63
Figura 30 – Gráfico sequencial da unidade Contagem. 64
Figura 31 – Gráfico sequencial da unidade BH Belvedere. 64
Figura 32 – Gráfico sequencial das unidades BH Centro, BH Pampulha e Betim. 65
Figura 33 – Histograma das unidades da regional Minas Gerais. 66
Figura 34 – Gráfico de valores individuais do NS atendimento de cada unidade obtido a partir da ANOVA. 67
Figura 35 – ANOVA do NS atendimento para cada unidade da regional Minas Gerais. 67
Figura 36 – Gráficos residuais da ANOVA realizada para o NS atendimento. 68
Figura 37 – Teste *Kruskal-Wallis* para o NS atendimento de cada unidade. 69
Figura 38 – Teste de hipóteses para comparar as médias de BH Pampulha e BH Betim. 69
Figura 39 – Boxplot de validação do teste de hipóteses para comparar as médias de BH Pampulha e BH Betim. 70
Figura 40 – Teste de hipóteses para comparar as médias de BH Pampulha e BH Belvedere. . 70
Figura 41 – *Boxplot* de validação do teste de hipóteses para comparar as médias de BH Pampulha e BH Belvedere. 71
Figura 42 – Teste de hipóteses para comparar as médias de BH Belvedere e Contagem. 72
Figura 43 – *Boxplot* de validação do teste de hipóteses para comparar as médias BH Belvedere e Contagem. 72
Figura 44 – Mapa de processo para Produto em Processo (PP). 74
Figura 45 – Diagrama de causa e efeito (*Ishikawa*) a partir de sessões de *Brainstorming*. 76
Figura 46 – Matriz de causa e efeito. 77
Figura 47 – Matriz esforço x impacto. 77
Figura 48 – Tabela da distribuição normal padrão com destaque para um nível de confiança de 95%. 79
Figura 49 – Tabela da distribuição normal padrão com destaque para o Z de 1.49. 80
Figura 50 – Estatística descritiva do tempo de cadastro com e sem documento. 81
Figura 51 – Teste de normalidade para os dados de tempo de cadastro de clientes. 82

Figura 52 – *Boxplot* do tempo de cadastro de clientes com e sem documento. 83
Figura 53 – Teste de hipóteses t-pareado para o tempo de cadastro de clientes com e sem documento. 84
Figura 54 – Histograma das diferenças para o teste de hipóteses t-pareado. 84
Figura 55 – *Boxplot* das diferenças para o teste de hipóteses t-pareado.....84
Figura 56 – Teste Qui-Quadrado por associação do colaborador e da guia de atendimento. ..85
Figura 57 – *Boxplot* do tempo de pré-autorização obtido a partir da ANOVA.....86
Figura 58 – ANOVA do tempo de pré-autorização para cada plano de saúde.....87
Figura 59 – Gráficos residuais da ANOVA realizada para o tempo de pré-autorização.....88
Figura 60 – *Boxplot* da porcentagem dos exames pré-autorizados obtido a partir da ANOVA. 89
Figura 61 – ANOVA da porcentagem de exames pré-autorizados para cada plano de saúde. 90
Figura 62 – Gráficos residuais da ANOVA realizada para a porcentagem de exames pré-autorizados.....91
Figura 63 – Correlação entre a quantidade guichês ativos e potencial de clientes atendidos. .91
Figura 64 – Gráfico de dispersão entre a quantidade de guichês ativos e potencial de clientes atendidos.....92
Figura 65 – Matriz de priorização para definição das soluções das causas comprovadas na etapa de análise. 93
Figura 66 – Plano de ação 5W2H com as soluções priorizadas na matriz de priorização. 94
Figura 67 – Carta de controle de valores individuais para a unidade BH Belvedere. 95
Figura 68 – Carta de controle de valores individuais para a unidade Contagem. 96
Figura 69 – Carta de controle de valores individuais para a regional de Minas Gerais. 96
Figura 70 – Gráfico sequencial do NS atendimento na regional de Minas Gerais.....97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos dos sete tipos de desperdício nas áreas administrativa e de serviços. ...25
Tabela 2 – Algumas das ferramentas usadas na metodologia *Lean*. 27
Tabela 3 – Exemplos dos sete tipos de desperdício na área da saúde. 31
Tabela 4 – Comparação entre um processo centralizado na média e deslocado em 1,5 desvios-padrão na escala Sigma.....37
Tabela 5 – Ferramentas do Seis Sigma.....40

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AD – *Anderson Darling*

ANS – Agência Nacional de Saúde Suplementar

BH – Belo Horizonte

BI – *Business Intelligence* (Inteligência de Negócios)

CEO – *Chief Executive Officer* (Diretor Executivo)

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde

CTQ – *Critical To Quality* (Crítico Para a Qualidade)

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

DFSS – *Design for Six Sigma* (Desenho/Projeto para o Seis Sigma)

DPMO – Defeitos por Milhão de Oportunidades

EUA – Estados Unidos da América

GBS – *Global Business Services* (Sistemas de Negócios Globais)

GE – *General Electric*

IESS – Instituto de Estudos de Saúde Suplementar

IHI – *Institute for Healthcare Improvement*

JCR – *Joint Commission Resources*

LIC – Limite Inferior de Controle

LSC – Limite Superior de Controle

LIE – Limite Inferior de Especificação

LSE – Limite Superior de Especificação

NHS – *National Health Service* (Serviço Nacional de Saúde)

NS – Nível de serviço

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PP – Produto em Processo

SADT – Serviço de Apoio de Diagnose e Terapia

SIPOC - *Suppliers* (Fornecedores), *Inputs* (Insumos), *Process* (Processo), *Outputs* (Produtos) e *Customers* (Consumidores)

STP – Sistema Toyota de Produção

TI – Tecnologia de Informação

TPS – *Toyota Production System* (Sistema Toyota de Produção)

VN – Valor Nominal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 13
1.2 JUSTIFICATIVA 17
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 17
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 18
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 19
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO 20

2 REFERENCIAL TEÓRICO 22

2.1 O PENSAMENTO *LEAN* 22
2.1.1 OS TIPOS DE DESPERDÍCIO 23
2.1.2 PRINCÍPIOS DO PENSAMENTO *LEAN* 25
2.1.3 FERRAMENTAS DE SUPORTE AO *LEAN* 26
2.1.4 *LEAN* NA ÁREA DA SAÚDE (*LEAN HEALTHCARE*) 27
2.1.4.1 Desenvolvimento dos cuidados na saúde no século XXI 29
2.1.4.2 Desperdícios no *Lean Healthcare* 30
2.1.4.3 Benefícios do *Lean Healthcare* 30
2.1.5 DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN* 32
2.2 SEIS SIGMA 33
2.2.1 METODOLOGIA DMAIC 38
2.2.1.1 Definir (*Define*) 40
2.2.1.2 Medir (*Measure*) 42
2.2.1.3 Analisar (*Analyse*) 45
2.2.1.4 Melhorar (*Improve*) 46
2.2.1.5 Controlar (*Control*) 47
2.2.2 DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DO SEIS SIGMA 48
2.3 *LEAN* SEIS SIGMA 49
2.3.1 DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN* SEIS SIGMA 52

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO 54

3.1 A EMPRESA 54
3.2 INÍCIO DO PROJETO 54
3.3 FASE DE DEFINIÇÃO (*DEFINE*) 55
3.4 FASE DE MEDIÇÃO (*MEASURE*) 61
3.5 FASE DE ANÁLISE (*ANALYSE*) 77
3.5.1 PRIMEIRA ANÁLISE 77
3.5.2 SEGUNDA ANÁLISE 83
3.5.3 TERCEIRA ANÁLISE 85
3.5.4 QUARTA ANÁLISE 88
3.5.5 QUINTA ANÁLISE 91
3.6 FASE DE MELHORIA (*IMPROVE*) 93
3.7 FASE DE CONTROLE (*CONTROL*) 94

4 CONCLUSÕES, DESAFIOS E OPORTUNIDADES 98

REFERÊNCIAS 100

ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE 111

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Diante da necessidade de novas práticas e modelos de gestão impulsionadas pelo impacto da globalização nas empresas brasileiras, cada vez mais, estas precisam adaptar-se às transformações na economia mundial (MARIANO *et al.*, 2014). Considerando ainda as mudanças presentes na 4ª Revolução Industrial, é preciso que os líderes empresariais compreendam as mudanças em curso e busquem soluções para lidar com os desafios que surgirem (SCHWAB, 2016).

Ao lidar com esse cenário competitivo e de rápidas mudanças, as empresas precisam sobreviver. Campos (2014) explica que para que isso ocorra é preciso garantir a satisfação das necessidades das pessoas através da qualidade total em aspectos como custos, entrega, moral, segurança e a qualidade propriamente dita. Ademais, Camargo (2011) explicita em seu trabalho que os principais especialistas da qualidade convergem para essa perspectiva.

Joseph M. Juran, considerado o "Pai da Qualidade", cita, em uma de suas definições sobre o tema, a essencialidade de harmonizar as atividades com a perspectiva das necessidades dos clientes. Armand V. Feigenbaum, autor da obra "*Total Quality Control*" (Controle da Qualidade Total), afirma que o projeto e a confecção dos produtos estabelecem o nível em que os clientes são satisfeitos (CAMARGO, 2011).

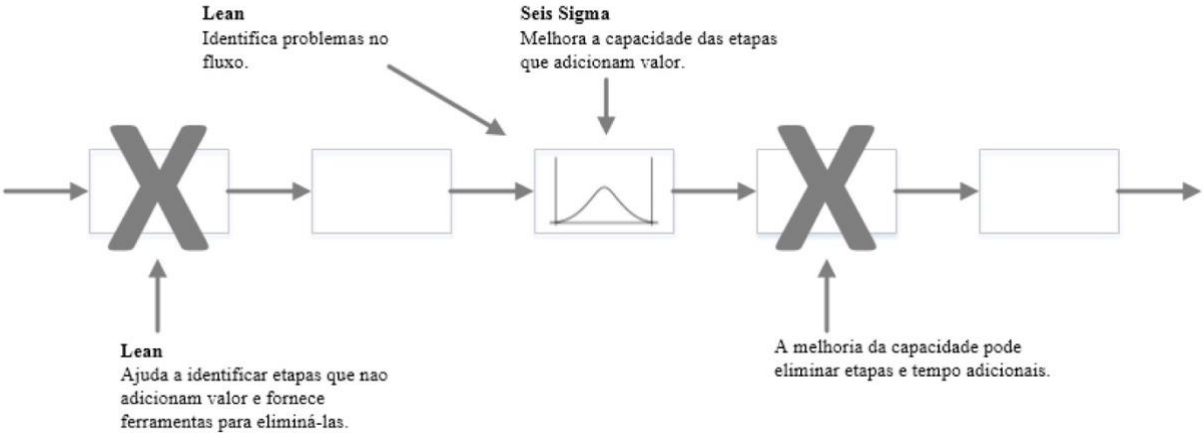
Mais do que aumentar a satisfação dos clientes, é preciso garantir a lealdade dos consumidores. Ainda que os tópicos sobre o relacionamento entre satisfação e lealdade sejam controversos e escassos (PIVA, 2007; BASTOS; FASOLO, 2013), Reichheld (2006) afirma que a lealdade é essencial para o aumento dos lucros ao demonstrar em seu estudo que o aumento de 5% na retenção do cliente poderia gerar de 25 a 100% de melhoria nos lucros.

Um dos elementos de grande relevância na satisfação dos clientes é o tempo de atendimento. No trabalho realizado por Fernandes (2012) a autora comprova que a satisfação com o serviço prestado depende e é influenciada pela satisfação com o tempo de espera, sendo este último impactado negativamente pelo tempo de espera percebido pelo cliente. Outros estudos também indicam que a insatisfação dos pacientes é determinada pelo tempo de espera (MOIMAZ *et al*, 2010; BASTOS; FASOLO, 2013; VIEIRA; LIMA; GAZZINELLI, 2014; LIMA *et al*, 2015)

Seja qual for o parâmetro avaliado, como por exemplo o número de reclamação de clientes ou a quantidade de falhas em um processo, é imprescindível que os resultados das atividades sejam medidos e analisados, tanto para verificar se as necessidades das pessoas estão sendo alcançadas quanto para suportar tomadas de decisão gerenciais nos casos em que os índices encontrados estejam fora do valor esperado (CAMPOS, 2014). Uma das formas de se fazer isso é através da integração da ideologia *Lean Thinking* com a estrutura Seis Sigma.

Visto que o *Lean* é um método para remover etapas do processo que não adicionam valor ao cliente (BERTELS, 2013), contribuindo consequentemente para o aumento da satisfação, e o Seis Sigma é uma estratégia de negócios que visa melhorar a saúde financeira de uma organização através da melhoria da eficiência e eficácia das operações que atendem as necessidades e expectativas dos consumidores (SIN; ZAILANI; RAMAYAH, 2010), a combinação das duas metodologias resulta em uma poderosa ferramenta para alcançar lucro e atender as necessidades dos clientes através da melhoria de processos (Figura 1).

Figura 1 – Combinação das metodologias *Lean* e Seis Sigma na melhoria de processos.



Fonte: Bertels, 2013.

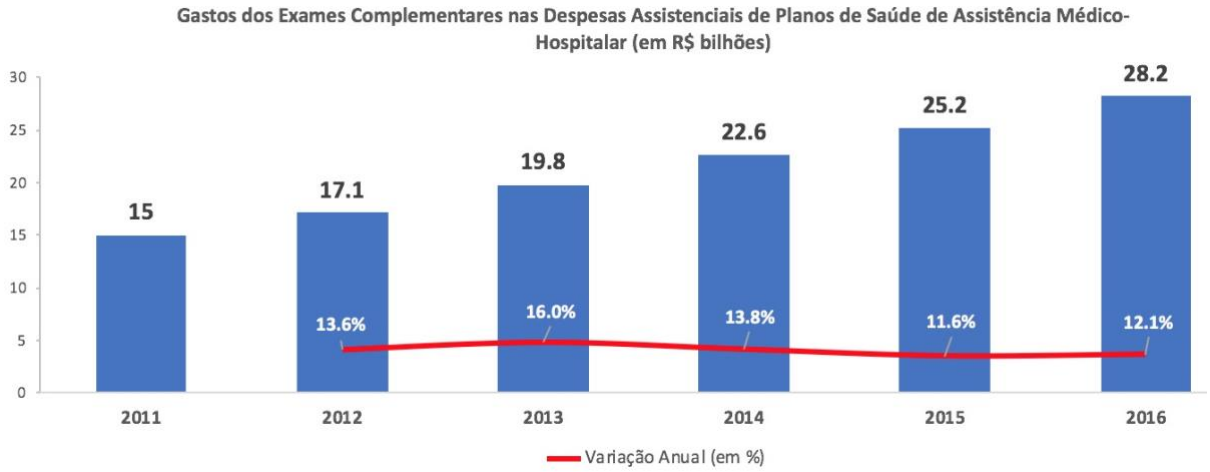
A importância em atender os anseios dos clientes (SEKI *et al.*, 2003; PIVA, 2007) e gerar valor para eles (PORTER; TEISBERG, 2006) tem sido cada vez mais discutida no ramo da saúde. Alguns dos fatores que sustentam esse fato incluem os desafios na cadeia de saúde em virtude do envelhecimento da população brasileira, a valorização do atendimento nos serviços de saúde e a maior competitividade do mercado (CAMPANA; FARO; GONZALEZ, 2009).

Segundo dados da Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), o número de beneficiários de planos privados de assistência médica em dezembro de 2016 foi de cerca de 47,7 milhões (ANS, 2018), o que demonstra a importância da Saúde Suplementar (SS) na

economia do país, já que esse valor representa aproximadamente 23,1% da população brasileira (IBGE, 2018).

Embora o número de pessoas cobertas por assistência médica com ou sem odontologia tenha reduzido em 2,6 milhões no período de 2014 a 2016 fruto de elementos como a redução do número de empregos no Brasil e da massa de rendimento das famílias (ANS, 2018), desde 2011 os gastos com exames complementares têm sido cada vez maiores e representa mais de um quinto do total de despesas assistenciais de planos de saúde no Brasil (IESS, 2017b) (Figura 2).

Figura 2 – Comparativo anual de 2011 a 2016, em reais e em variação percentual, dos gastos dos exames complementares nas despesas assistenciais de planos de saúde de assistência médico-hospitalar.



Fonte: IESS, 2017b.

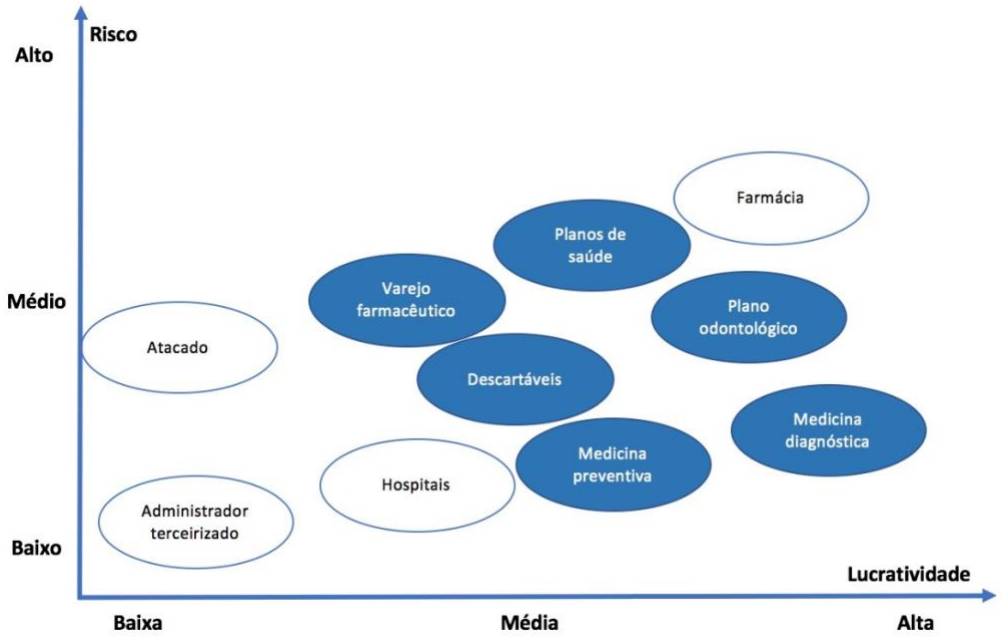
Um reflexo da evolução dos gastos na análise da Figura 2 é o aumento na competição e a consequente alta na fragmentação do mercado no segmento de medicina diagnóstica indicado pela grande quantidade de unidades de Serviço de Apoio de Diagnose e Terapia (SADT) no Serviço Único de Saúde (SUS), particulares e nos planos de saúde público e privado. De acordo com o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) o Brasil conta com mais de 25.000 unidades desse tipo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

Em estudo apresentado pelo Instituto de Estudos de Saúde Suplementar (IESS), foi indicado que cerca de 25% a 40% dos exames laboratoriais exigidos não são necessários, o que mostra um índice elevado de desperdícios no segmento da medicina diagnóstica (IESS, 2017a). Esses desperdícios também podem se manifestar na forma de tempo de espera excessiva, o que é um risco para as empresas do setor de saúde e têm grande relevância no nível de satisfação e na lealdade dos consumidores do serviço já que, conforme Martins e Amorim (2016) explicam, eles evitam estabelecimentos com longas filas para o atendimento e isso impacta negativamente

nos fatores citados. Cada vez mais preocupados com a prevenção de erros, esses usuários passam a exigir melhor atendimento e os desbaratos do setor devem ser evitados (SEKI, 2003).

Outro fator relevante é que a medicina diagnóstica, responsável por cerca de 80% das decisões médicas e com absorção de apenas 11% dos custos em saúde (CAMPANA; OPLUSTIL; FARO, 2011), é o segmento mais atrativo por apresentar maior lucratividade e baixo risco quando comparado aos outros do setor de saúde (Figura 3).

Figura 3 – Relação entre lucratividade e risco de existência nos diferentes segmentos de saúde.



Fonte: Pietraroia, 2013.

Da Figura 3, é possível perceber que a medicina diagnóstica possui grande relevância ao possuir lucratividade mais elevada e riscos menores do que os planos de saúde e odontológicos, das farmácias, do varejo farmacêutico e do segmento de produtos descartáveis, entre outros.

Por mais que a conjuntura seja atrativa, os custos da saúde no Brasil têm se tornado cada vez mais preocupantes e também devem ser considerados para entender os desafios e oportunidades no setor (DUARTE *et al*, 2017). A análise realizada pela consultoria global *Bain & Company* (2016) comprova essa afirmação pelo aumento da taxa de sinistralidade de 80% para 84% no período de 2010 a setembro de 2015. Como essa taxa representa a relação em porcentagem entre a despesa assistencial e a receita de contraprestações das operadoras (ANS, 2017), esse aumento indica um desequilíbrio nas finanças e mostra-se uma circunstância conveniente para aplicação de um método que proporcione retorno financeiro.

1.2 JUSTIFICATIVA

A área de inteligência de negócios ou *Business Intelligence* (BI) da empresa a ser discutida neste trabalho, responsável por auxiliar os gestores na tomada de decisão, identificou por meio de análise que o nível de serviço (NS) de atendimento, indicador influenciado pelo processo de atendimento do cliente e encaminhamento do mesmo até a área de exames, das unidades da companhia na regional de Minas Gerais estava abaixo do esperado e menor do que o resultado dos outros estabelecimentos presentes nas outras regionais, indicando uma oportunidade de melhoria da realização de suas atividades.

Em face ao exposto, o presente trabalho pretende aplicar a metodologia *Lean* Seis Sigma na área de serviços de saúde, especificamente no segmento de medicina diagnóstica, para contribuir com a melhoria do processo de atendimento e a obtenção de ganho financeiro, além de servir como trabalho de conclusão do curso de Engenharia de Produção e como um projeto para a certificação de especialista *Green Belt* em *Lean* Seis Sigma do autor.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

A aplicação das ferramentas do *Lean* Seis Sigma foi feita em empresa que possui cerca de 70 locais de atendimento espalhadas em diversas regiões do Brasil e que atua no ramo da saúde prestando serviços no segmento de medicina diagnóstica. Os produtos oferecidos pela organização contam com exames de imagem, que incluem ultrassom, tomografia e ressonância magnética, e exames laboratoriais, tais como o hemograma completo e exame da curva glicêmica. Para fins de manter o sigilo da empresa, esta não foi citada ao longo desta pesquisa.

Considerando que o problema do baixo nível de serviço de atendimento foi encontrado na regional de Minas Gerais, composta por cinco unidades, o escopo do projeto compreende apenas as unidades de atendimento presentes neste estado.

Conforme citado anteriormente, o nível de serviço, impactado pelo *lead time* de atendimento, considera o atendimento aos clientes desde a recepção até o momento em que estes são encaminhados para efetuar os exames, ou seja, o processo de atendimento e encaminhamento do cliente é o principal responsável por definir o resultado do parâmetro avaliado. Dessa forma, foram consideradas dentro do escopo da pesquisa apenas as atividades relacionadas com a área de recepção e encaminhamento para o exame, que inclui as seguintes

etapas: retirada da senha pelo cliente, cadastramento, autorização dos exames, impressão da guia e alocação para a realização dos exames.

O *lead time* do processo de atendimento não foi calculado nesta pesquisa, pois a empresa não define para terceiros o método de avaliação desse parâmetro, fornecendo apenas a fórmula de cálculo e o resultado final definido pelo NS atendimento.

Unidades de atendimento que não são de Minas Gerais e etapas do processo antes do cliente ser atendido na recepção, ou após a realização dos exames e outras não relacionados com o atendimento dos clientes são questões que não foram discutidas nesse trabalho.

Nem todos os recursos estatísticos e qualitativos da metodologia foram usados no projeto, apenas aqueles realmente necessários para gerar as análises que conduziram para a solução do problema foram apresentados no referencial teórico deste trabalho.

A base de dados considerou um intervalo de tempo de 2 anos, com dados em porcentagem coletados mês a mês, durante um período entre os anos 2010 e 2018 que não foi identificado com o objetivo de manter a confidencialidade dos dados. Esse fato não interferiu as análises e realização das etapas do projeto, já que o período não era determinante para os resultados encontrados neste trabalho. Existiu também uma limitação em relação à quantidade de dados disponíveis, condição esta que foi discutida em pontos oportunos deste trabalho e que também não afetou as análises e os resultados.

1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi descrever o processo de implantação da metodologia *Lean* Seis Sigma para melhorar o processo de atendimento dos clientes e obter retorno financeiro a partir do aumento do nível de serviço de atendimento (NS atendimento) em uma empresa de serviços de medicina diagnóstica que possui unidades na região de Minas Gerais.

A comparação entre o NS atendimento do início e do final do projeto foi feita para verificar o aumento ou redução do índice de serviço. Durante a fase de definição do projeto o nível de serviço de atendimento inicial (atual) da empresa foi avaliado com base nos dados fornecidos, de modo que estes também foram usados no cálculo da meta atingida após a utilização da metodologia.

Os objetivos específicos foram definidos:

- Pelo estudo dos conceitos *Lean* e Seis Sigma.
- Pela aplicação do método DMAIC ao realizar as cinco etapas com o uso de suas ferramentas quantitativas e qualitativas.
- Pela análise dos resultados e conclusões sobre o que foi encontrado.

Ainda que a maior parte deste trabalho tenha foco maior na utilização do Seis Sigma, a aplicação do *Lean*, que também faz parte dos objetivos específicos, fez parte principalmente das fases de medição e melhoria do DMAIC. No desenho do mapa de processos, o *Lean* ajudou a identificar as etapas que causam mais problemas no fluxo e que serviram de base para a fase de análise. Na etapa de melhoria, o pensamento enxuto teve papel essencial na elaboração do plano de ação com as soluções priorizadas.

Depois de atingir todos os objetivos específicos, o alcance da meta definida na fase inicial do projeto foi examinado, assim como o retorno financeiro, de forma a apurar o atingimento do objetivo geral. Por fim, a integração entre o *Lean* e o Seis Sigma foi analisada para identificar as contribuições da união das duas metodologias, assim como pontos de melhoria para futuros trabalhos.

1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

De acordo com o modelo de projeto de pesquisa proposto por Miguel (2010) o trabalho em questão está delineado em quatro aspectos: natureza, objetivos, abordagem e método.

Por se tratar de um estudo que envolve interesses práticos de forma a buscar resultados que possam ser aplicados em situações reais, a natureza deste trabalho é aplicada.

No que diz respeito aos objetivos, a pesquisa pode ser classificada como descritiva por envolver situações em que existe a descrição dos objetos em estudo, assim como a coleta de dados, análise da influência de variáveis e o entendimento dos fatores dentro e fora do processo que determinam e condicionam os resultados apresentados (GIL, 2008).

A condução do projeto implica em uma abordagem combinada, ou seja, a combinação das abordagens quantitativa e qualitativa. Miguel (2010) explica que a união das duas abordagens promove uma pesquisa ampla, completa e com diferentes pontos de vista, já que uma complementa a outra. Essa estratégia de pesquisa torna possível um entendimento melhor do problema pois, de acordo com Bryman (1989), se de um lado a pesquisa qualitativa envolve um foco no entendimento da perspectiva do objeto de estudo, do outro, a pesquisa quantitativa se baseia em questões teóricas que promovem a mensuração de variáveis necessárias para gerar

a base de conhecimento apresentada a partir dos resultados obtidos. No que tange ao uso de ferramentas analíticas presentes nesta exploração, tanto o *software Microsoft Excel* 2013 quanto o *Minitab* 17 foram usados ao longo do estudo.

Ainda considerando a abordagem quantitativa, o indicador NS atendimento, definido todos os meses durante o período analisado pela empresa e que foi usado para avaliar o resultado final, foi calculado percentualmente a partir da divisão do número de clientes atendidos (desde a recepção até o encaminhamento para realização do exame) em até 15 minutos pelo total de clientes atendidos, conforme a seguinte fórmula:

$$NS\ atendimento = \frac{\sum clientes\ atendidos\ em\ até\ 15\ minutos}{\sum clientes\ atendidos} \times 100$$

Conforme explicado no escopo deste projeto, a empresa forneceu apenas a fórmula de cálculo do NS atendimento sem explicar a forma de medir o intervalo de tempo em que os clientes foram atendidos.

Considerando que a meta estabelecida pela empresa era de um NS atendimento de 75%, as áreas de BI e da Controladoria da empresa definem que cada ponto percentual que um estabelecimento obtém acima do valor da meta reflete um retorno financeiro teórico de R$235,00 para cada 1.000 clientes atendidos por ano.

O método foi caracterizado pela pesquisa-ação, estrutura que pretendeu produzir conhecimento através da pesquisa e agir intencionalmente para transformar a realidade estudada (MELLO *et al*., 2012). As fases desse método envolveram o planejamento da pesquisa-ação, coleta de dados, análises dos mesmos e planejamento das ações, implementação das ações, avaliação de resultados e elaboração de relatório de conclusão (TURRIONI; MELLO, 2012). Todos esses elementos fazem parte da condução deste trabalho científico e assemelham-se aos objetivos definidos no tópico anterior.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho em questão é composto por cinco capítulos. O primeiro capítulo é caracterizado pela introdução ao estudo realizado, considerações iniciais e por toda estrutura que compõe esta proposta de trabalho, incluindo a justificativa, o escopo, os objetivos e a metodologia.

Em seguida, o capítulo dois discorre sobre a revisão bibliográfica do tema deste trabalho que inclui conceitos do pensamento *Lean* e sua aplicação na área da saúde, do Seis Sigma e a integração entre esses dois elementos, assim como os benefícios e os desafios de cada metodologia. Além disso, também é apresentado o método DMAIC e todas as ferramentas qualitativas e quantitativas utilizadas nesta pesquisa em cada uma das cinco etapas elaboradas pelo método.

O terceiro capítulo descreve as etapas de desenvolvimento do projeto, mede e analisa os dados disponíveis, mostra as soluções para os problemas apresentados e ainda apresenta e discute os resultados atingidos com o projeto.

Por fim, o capítulo quatro mostra as conclusões a partir dos resultados apresentados e verifica se os objetivos geral e específicos foram atingidos, além de discutir sobre os desafios e limitações do estudo, comentar sobre oportunidades e propor recomendações para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

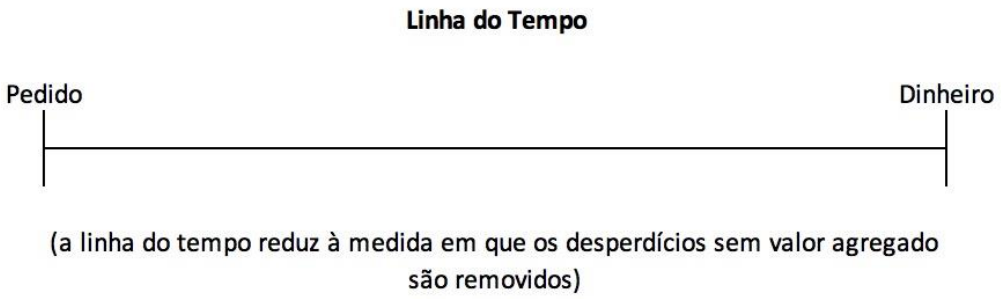
Este capítulo discorre sobre a revisão bibliográfica que serviu de base para o entendimento das próximas etapas deste trabalho. O levantamento bibliográfico foi organizado de forma a propiciar uma análise conceitual acerca do que já é conhecido e das limitações da aplicação da teoria na prática.

2.1 O PENSAMENTO *LEAN*

Em um contexto em que a produção automobilística japonesa se deparava com problemas como a restrição da demanda no mercado interno e uma necessidade por diversos tipos de veículos, impactos econômicos profundos após a Segunda Guerra e fortalecimento dos sindicatos que passaram a exigir melhores condições aos trabalhadores, os responsáveis pela Toyota perceberam que o modelo de produção em massa não era adequado ao Japão naquele momento. Perante esse cenário, a partir dos esforços de Taiichi Ohno, surge o Sistema Toyota de Produção (STP) (*Toyota Production System* – TPS), estratégia gerencial que tem como alicerce a eliminação total dos desperdícios (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

O ambiente criado por Taiichi no âmbito do STP tinha a proposta de reduzir a linha do tempo entre o tempo do pedido do cliente até o momento de receber o dinheiro através da eliminação de atividades que usam recursos sem agregar valor ao produto, como pode ser ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Linha do tempo entre o pedido e o recebimento de dinheiro de um cliente.



Fonte: Ohno, 1997.

Dessa forma, para que a *muda*, palavra japonesa que significa “desperdício”, fosse removida era necessária uma nova forma de produzir, uma maneira de produzir mais utilizando menos recursos, sejam eles equipamentos, espaço, tempo ou pessoas, concomitantemente com o atendimento do que os consumidores realmente queriam. Essa nova forma de produzir,

baseada no conceito de melhoria contínua (GRABAN, 2013), seria posteriormente denominada de produção enxuta ou *Lean Manufacturing* (JONES; WOMACK, 2004), estratégia que promoveu um desempenho muito superior ao Japão, quando comparado aos outros países, em termos de produtividade e qualidade a partir das mudanças na gestão dos processos produtivos durante a busca pela eliminação dos desperdícios (WOMACK; JONES; ROSS, 2004).

Indo além do conceito de produzir de forma enxuta, o modelo do STP proporcionou experiências de aprendizado aos seus funcionários a ponto deles o referenciarem como Sistema de Pessoas Pensantes (*Thinking People System* – TPS, mesma sigla em inglês do STP), de modo que o pensamento enxuto ou *Lean Thinking* foi inicialmente incorporado e aceito na unidade da Toyota nos Estados Unidos (LIKER; HOSEUS, 2009).

Essa referência foi atribuída ao sistema da Toyota pelo fato dos empregados terem sido frequentemente estimulados a pensar em formas de desenvolver processos livre de defeitos (MATTHEWS; BRUEGGEMANN, 2015). Mais do que criar oportunidades às pessoas, Sakichi Toyoda ainda cita a importância do respeito de todas as partes interessadas (clientes, fornecedores, funcionários, comunidade) como fator de sucesso na implementação do *Lean* (GRABAN, 2013).

2.1.1 Os Tipos de Desperdício

O trabalho feito por Ohno (1997) mostra que o primeiro passo para aplicar os conceitos do STP, ou do *Lean*, é a identificação completa de sete tipos de desperdícios:

- Superprodução: ocorre quando a empresa produz uma quantidade maior do que aquela necessária para atender o que cliente precisa, gerando consequentemente, mais estoques, mais deslocamentos, desequilíbrio na linha de produção e consumo desnecessário de recursos.
- Tempo disponível (espera): desperdício que aparece quando equipamentos ou pessoas estão paradas esperando materiais ou informações para serem processadas e dar continuidade às próximas etapas da produção, o que pode levar ao desbalanceamento do fluxo produtivo.
- Transporte: advém do momento em que os recursos (materiais, documentos, ferramentas, pessoas ou equipamentos) são transportados ou movimentados de um local para outro sem necessidade.

- Processamento em si: desperdício que acontece em virtude de ações desnecessárias para produzir algo e que se fossem eliminadas não iriam alterar o resultado final. São os processos que não agregam valor ao produto.
- Estoque disponível (estoque): desperdício que surge quando materiais, insumos e outros tipos de recurso são comprados em excesso, quando há alta quantidade de itens estocados após etapa final dos processos e que não serão vendidos ou também no armazenamento de recursos obsoletos. Esse desperdício representa maior ocupação de espaço, além de custos de manutenção e armazenamento de produtos no estoque.
- Movimento: representa os movimentos desnecessários dos trabalhadores, ou seja, aquelas atividades que consumem tempo e não agregam valor, seja por um *layout* mal planejado, um ambiente de trabalho desorganizado (estoques, células de trabalho, escritório) ou até mesmo por procedimentos não padronizados ou incompreendidos pelas pessoas.
- Produzir produtos defeituosos: tipo de desperdício que acontece a partir do uso de recursos (tempo, pessoas, materiais, ferramentas, dentre outros) para corrigir, retrabalhar ou refazer algo que já foi realizado anteriormente, resultando em insatisfação do cliente, custos para lidar com o que foi mal produzido, além de prejudicar a imagem da empresa.

Apesar do pensamento enxuto ter surgido em um ambiente industrial, os desperdícios apresentados por Ohno (1997) não são exclusivos das operações manufatureiras. Eles também podem ocorrer na área de serviços e em áreas administrativas, conforme os exemplos na Tabela 1.

Jones e Womack (2004) ainda citam mais um desperdício, que diz respeito aos bens e serviços que não atendem as expectativas dos clientes. De acordo com estudo realizado pelos autores em diversas indústrias ao redor do mundo, ao longo dos anos após a difusão dos princípios *Lean*, houve um crescimento na produção de melhores produtos, com menos defeitos e custos menores. Apesar disso, curiosamente, as experiências dos consumidores têm sido cada vez mais frustrantes, o que levou a conclusão de que o ponto principal da produção enxuta não é apenas fazer produtos melhores, e sim tornar o consumo mais satisfatório para as pessoas (JONES; WOMACK, 2005).

Tabela 1 – Exemplos dos sete tipos de desperdício nas áreas administrativa e de serviços.

Tipo de Desperdício	Exemplos
Superprodução	Compra de matéria-prima em quantidade superior ao necessário para a produção, impressão de formulários, documentos ou contratos antes de uma determinada data e sem serem requisitados.
Espera	Participante de uma reunião que atrasa, demora para assinar uma validação de processo, paciente que espera muito tempo para ser atendido em uma consulta.
Transporte	Envio de documentos para as pessoas ou locais errados, relatórios enviados por e-mail que não serão usados por quem recebe.
Processamento em si	Conferência de documentos que já foram verificados, repetição de uma análise por causa de dados incompletos.
Estoque	Computadores guardados que não estão sendo usados, relatórios não digitalizados que poderiam ser descartados.
Movimento	Procura por um projetor para realizar uma apresentação, caminhada até a impressora para pegar formulários.
Produzir produtos defeituosos	Erros de digitação nos registros de estoque, faturas com rasura, e-mails impressos ilegíveis em virtude de pouca tinta na impressora.

Fonte: O autor.

2.1.2 Princípios do Pensamento *Lean*

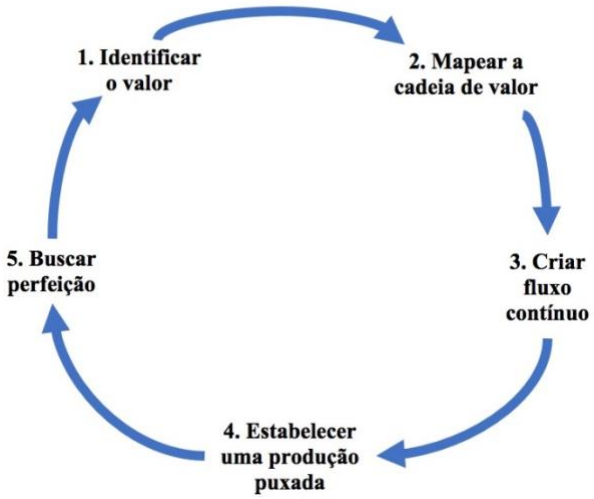
Como uma forma de guiar as empresas na aplicação do pensamento enxuto, cinco princípios básicos foram definidos para contribuir na gestão de processos no combate aos desperdícios. De acordo com a *Lean Enterprise Institute* (2018), empresa sem fins lucrativos fundada por James P. Womack, para implementar o *Lean* as cinco etapas devem ser trabalhadas na seguinte sequência (Figura 5):

1. Valor: Especificar o valor por produto. Em outras palavras, essa etapa pretende identificar aquilo que o cliente valoriza e produzir conforme essa definição.
2. Fluxo de valor: Identificar todas as etapas da cadeia de valor para cada produto, eliminando as etapas que não agregam valor para o cliente. É importante lembrar que as etapas a serem eliminadas são aquelas que não agregam valor e não são necessárias no processo existente. Etapas que não agregam valor na perspectiva de quem é atendido, mas são necessárias para completar um processo, devem ser mantidas a menos que o mesmo seja modificado (AHERNE; WHELTON, 2010).
3. Fluxo contínuo: Criar etapas para que o valor flua continuamente ao longo da cadeia até o consumidor. Nesse momento, os produtos ou serviços devem ser elaborados ao

mesmo passo em que são exigidos pelo cliente através da redução dos tempos de processamento.

4. Produção puxada: A partir do fluxo contínuo criado, deixar o consumidor "puxar" o valor. Assim, ao invés da organização trabalhar supondo que os clientes vão demandar tudo que for produzido, a ideia é produzir apenas o que é desejado por eles, no tempo e na quantidade correta.
5. Perfeição: Com o valor especificado, cadeia de valor identificada, etapas que não agregam valor removidas e fluxo e sistema empurrado introduzidos, o processo dos cinco princípios é recomeçado e continua até o ponto em que atinge a perfeição, ou seja, quando o valor ideal é criado sem desperdícios.

Figura 5 – Sequência dos cinco princípios do Pensamento *Lean*.



Fonte: Lean Enterprise Institute, 2018.

2.1.3 Ferramentas de Suporte ao *Lean*

O pensamento enxuto é baseado na aplicação de diversas ferramentas e estratégias para contribuir na melhoria de todos os fatores envolvidos no processo que vão proporcionar a entrega dos bens e serviços apropriados ao consumidor final, tais como o tempo de entrega, o espaço utilizado pela produção, o trabalho dos funcionários e o uso de outros recursos como máquinas, materiais e equipamentos (AHERNE; WHELTON, 2010). Algumas dessas ferramentas podem ser vistas na Tabela 2.

Tabela 2 – Algumas das ferramentas usadas na metodologia *Lean*.

Ferramenta *Lean*	**Definição**
5S	Método para organizar o local de trabalho de maneira a reduzir tempo e movimentações desperdiçados pelos funcionários, de modo que os problemas se tornem rapidamente aparentes.
Kaizen	Termo japonês que significa "melhoria contínua", focado na melhoria do local de trabalho pelos funcionários.
Verificação de erros	Método para determinar ou aperfeiçoar processos de maneira a diminuir a possibilidade do surgimento de erros.
Gerenciamento visual	Método para dar visibilidade aos problemas, proporcionando reações e soluções mais rápidas.

Fonte: Graban, 2013.

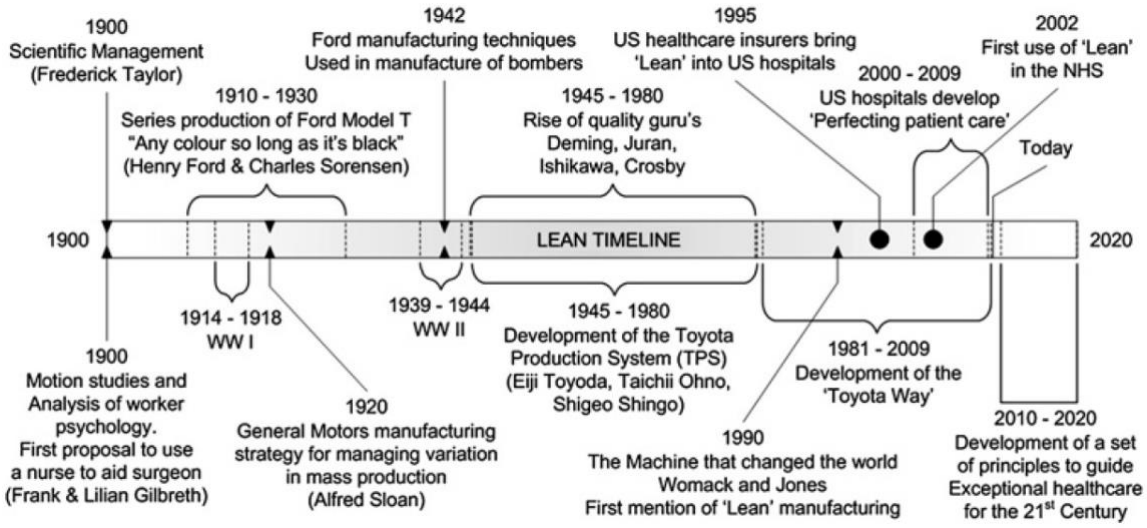
2.1.4 *Lean* na área da saúde (*Lean Healthcare*)

Ao perceber o sucesso da metodologia *Lean* nas indústrias, empresas do setor de serviços também buscaram implementar as técnicas em suas operações e alcançaram êxito em seus negócios (BOWEN; YOUNGDAHL, 1998). Uma pesquisa conduzida por Grove *et al*. (2010), mostra a evolução do pensamento enxuto desde os métodos científicos propostos por Frederick Taylor até o século atual, passando pelas técnicas de manufatura de Ford e pelo desenvolvimento do TPS, indicando os marcos relevantes da aplicação do *Lean* na área de saúde (Figura 6), mesmo que não se saiba ao certo quando a filosofia apareceu pela primeira vez (COSTA; FILHO, 2016).

A Figura 6 indica que em 1995 as seguradoras de saúde dos EUA passaram a usar o pensamento enxuto nos hospitais, o que contribuiu para promover maiores cuidados com os pacientes no intervalo de tempo de 2000 a 2009. Nesse mesmo período, o Sistema Nacional de Saúde do Reino Unido (*National Health Service* – NHS) incorpora a metodologia pela primeira vez em 2002.

Ainda de acordo com a Figura 6, o período de 2010 a 2020 indica o desenvolvimento de um conjunto de princípios para guiar cuidados excepcionais na saúde para o século XXI. No trabalho de Toussaint e Berry (2013), os autores ilustram a partir de estudos de caso que a implementação de um sistema de gerenciamento *Lean* deve conter seis princípios essenciais, sendo eles definidos como: atitude de melhoria contínua, criação de valor, propósito de unidade, respeito pelas pessoas que fazem o trabalho para o *Lean* funcionar, acompanhamento visual e regimento flexível.

Figura 6 – Desenvolvimento do *Lean* ao longo do tempo, com destaque na aplicação na área da saúde.



Fonte: Grove *et al*, 2010.

No contexto da aplicação do pensamento enxuto na área da saúde, Costa e Filho (2016) explicam que o *Lean* é uma metodologia que auxilia os hospitais a melhorar a qualidade no atendimento aos pacientes, suportar médicos e outros funcionários, além de eliminar barreiras entre departamentos diferentes para focar no cuidado das pessoas. Dessa forma, o *Lean Thinking* pode eliminar o número de erros, reduzir atrasos e tempo de espera, assim como endereçar procedimentos e processos burocráticos no setor da saúde (BARRAZA; SMITH; PARK, 2012).

A aplicação da metodologia não é limitada apenas aos hospitais. Laboratórios, consultórios, clínicas e outros serviços da saúde também têm oportunidades na implantação dos conceitos e das ferramentas na maximização do valor do cliente e na eliminação dos desperdícios (EIRO, 2014).

Dessa forma, Toussaint e Berry (2013) definem o *Lean Healthcare* de forma ampla ao descrevê-lo como um compromisso cultural de uma organização em aplicar métodos científicos na busca pela evolução constante do trabalho feito pelas pessoas ao melhorar o valor para pacientes e outras partes interessadas. Isso será alcançado a partir de princípios como foco no paciente, identificação do valor do ponto de vista da pessoa atendida e redução do tempo de tratamento (TOUSSAINT; GERARD, 2010).

2.1.4.1 Desenvolvimento dos cuidados na saúde no século XXI

Em análise realizada pela consultoria global *Deloitte* sobre o futuro dos cuidados na saúde em 2020, aspectos como o aumento da expectativa de vida, maior número de idosos e aumento dos gastos em cuidados com a saúde e na indústria farmacêutica continuam avaliados como os principais responsáveis por moldar as tendências em curso (CAMPANA; FARO; GONZALEZ, 2009; DELOITTE, 2014). A análise evidenciou diversos aspectos presentes em 2014 que refletiam as predições e estimativas realizadas em estudos anteriores, tais como:

- Pacientes passaram a ser vistos como clientes;
- Crescimento da tecnologia na área da saúde, tornando-a conectada;
- Ascensão da tecnologia de bio-sensoriamento;
- Grande quantidade de dados a partir de dispositivos digitais e registros eletrônicos de pacientes;
- Desafios na regulação das inovações tecnológicas e nas expectativas dos pacientes;
- Redes de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) emergindo como um caminho para atender necessidades não satisfeitas;
- Desenvolvimento de *marketing* de nível empresarial;
- A mudança para serviços compartilhados globais – *Global Business Services* (GBS) (DAUB *et al*, 2017);
- Crescimento de mercados emergentes e inovação frugal;
- Oportunidades de melhoria na reputação corporativa da indústria farmacêutica.

No que diz respeito ao *Lean Thinking* na área da saúde, o artigo proposto por Daultani, Chaudhuri e Kumar (2015) explica que muitas organizações de cuidados com a saúde tiveram sucesso na adoção do pensamento enxuto com a redução de desperdícios, melhoria do fluxo dos processos pela redução do tempo de espera, redução de custos e aumento da segurança dos pacientes. Contudo, o potencial da metodologia ainda não é completamente explorado, já que a pesquisa sobre o assunto é limitada e a implementação do *Lean* pode exigir intensos esforços. Uma das razões para isso é o fato de que a segurança e eficiência são mais importantes em cuidados da saúde do que custo e eficácia, o que contribuiu para o atraso do *Lean* na saúde em comparação com outras organizações de serviço (DAULTANI; CHAUDHURI; KUMAR, 2015).

A organização sem fins lucrativos do Reino Unido *Innovation Unit* indica em seu estudo que as demandas da saúde no século XXI exigem uma abordagem completamente diferente nos cuidados da saúde da forma como era feito no século passado (INNOVATION UNIT, 2014). Isso inclui uma mudança cultural em torno do estado atual dos serviços da saúde a partir de um sistema interconectado, flexível e responsivo, que suporte o trabalho dos profissionais da área e lide de forma adequada com as reais necessidades das pessoas (TOUSSAINT, 2015).

Para que essas mudanças aconteçam, as empresas da saúde precisam construir uma organização ágil, capaz de gerar valor para quem utiliza serviços de cuidado na saúde, a partir da realocação de capital e recursos em tecnologia, modelos de prestação e gerenciamento de cuidados na saúde e novos negócios que envolvam custos menores do que os tradicionais (SINGHAL; LATKO; MARTIN, 2018). Além disso, há ainda a necessidade de ferramentas que possam medir o desempenho dessas mudanças e da satisfação dos consumidores (TABISH, 2012), assim como uma liderança efetiva para implementar o *Lean* na área da saúde que irá catalisar e sustentar as transformações nas organizações (AIJ; TEUNISSEN, 2017).

2.1.4.2 Desperdícios no *Lean Healthcare*

Do mesmo modo que na manufatura, a área de saúde também apresenta diversos desperdícios que motivaram a aplicação das ferramentas do *Lean Healthcare* na busca pela melhoria de processos. Alguns exemplos podem ser observados na Tabela 3, de acordo com a classificação proposta por Taiichi Ohno (OHNO, 1997).

2.1.4.3 Benefícios do *Lean Healthcare*

A implementação do pensamento enxuto na área da saúde gerou diversos impactos positivos que beneficiaram pacientes e organizações. De acordo com os resultados apresentados pelo *Institute for Healthcare Improvement* (IHI) (2005), o centro médico *Virginia Mason* localizado em *Seattle*, nos Estados Unidos da América (EUA), ao aplicar o *Lean Healthcare* em seus processos do ano de 2002 a 2004, alcançou resultados como a redução de 53% do inventário, economizando 1.35 milhões de dólares no período, aumento de 36% da produtividade, além da redução de 65% do *lead time*, de 41% do espaço disponível e de 82% do tempo de *setup*

Tabela 3 – Exemplos dos sete tipos de desperdício na área da saúde.

Tipo de Desperdício	Exemplos
Superprodução	Testes redundantes, uso de aplicação intravenosa quando a medicação oral seria a mais adequada
Espera	Pacientes esperando longas horas para serem atendidos em uma consulta, aguardar por alta, esperar por tratamento
Transporte	Viagens adicionais e desnecessárias para transportar amostras de laboratório, *layout* inadequado para mover um paciente de uma ala para outra
Processamento em si	Tempo de processamento excessivo no processamento das seguradoras de saúde, sistema de coleta de dados do paciente desatualizado
Estoque	Excesso de formulários arquivados, pacientes à espera de leito, medicamentos guardados que estão fora da validade
Movimento	Procura por arquivos com informações sobre o paciente, enfermeiros que tratam pessoas em diferentes áreas e distantes
Produzir produtos defeituosos	Diagnóstico incorreto, erro na prescrição de medicamentos, identificação incorreta de amostras

Fonte: Aherne; Whelton, 2010; Inacio; Aragao; Bergiante, 2016; Graban, 2013.

Da mesma forma, o sistema comunitário de saúde *ThedaCare*, presente no estado de Wisconsin nos EUA com 7 hospitais, 35 clínicas e cerca de 235 mil pacientes (THEDACARE, 2018), também obteve resultados excepcionais com o *Lean Healthcare*, como por exemplo o alcance de zero erros de reconciliação de medicação por 2 anos (INSTITUTE OF MEDICINE, 2010). Baseado em princípios como respeito às pessoas e ensino através da experiência, a empresa conseguiu envolver mais de 600 empregados no aprendizado do *Lean Thinking* alcançando no final de 2004 a economia de 3.3 milhões de dólares e a redução de 50% do tempo para completar documentação clínica de admissão em procedimentos (IHI, 2005).

Outros resultados nos EUA incluem a redução de 60% do tempo de espera por resultados de exames clínicos laboratoriais no *Alegent Health* em 2014, aumento de 15% do comprometimento dos funcionários com seu trabalho no hospital *St. Boniface*, diminuição de 95% das mortes causadas por infecções relacionadas às movimentações de corrente sanguínea no *Allegheny Hospital* e melhoria de 68% para 90% nos índices de satisfação de pacientes internados no *ThedaCare* (GRABAN, 2013).

No Brasil, ainda que existam poucos casos estudados sobre a aplicação do *Lean*, algumas organizações da saúde também têm obtido sucesso no uso das ferramentas e dos conceitos japoneses. Regis, Gohr e Santos (2018) relatam que a implementação do pensamento enxuto em três hospitais brasileiros rendeu efeitos como o aumento de 170% na capacidade de

consultas nos ambulatórios, redução de 90% no prazo dos exames de laboratórios e crescimento de 300% no número de vagas cedidas no gerenciamento de leitos.

Um outro caso de sucesso no Brasil diz respeito à aplicação da Jornada *Lean* no Instituto de Oncologia do Vale, organização presente no estado de São Paulo com foco em tratamento de quimioterapia e radioterapia para pacientes com câncer (BARBOSA; BARBOSA; SANTOS, 2015). Nesse instituto, as melhorias de processo com o uso do *Lean* permitiram a eliminação de desperdício em movimento e transporte na ordem de 18 mil quilômetros, redução em 13 mil horas por ano em tarefas desnecessárias, redução de 16% do consumo de energia elétrica e redução de 75% dos eventos sentinela (PINTO; BATTAGLIA, 2014), que são ocorrências inesperadas que podem provocar danos a clientes internos e externos do serviço de saúde (ONA, 2006).

2.1.5 Desafios na implementação do *Lean*

Ainda que os benefícios do *Lean* pareçam ser indiscutíveis, existem diversos desafios que precisam ser considerados em sua implementação. A ideia de que a redução dos desperdícios vai resultar em melhoria no desempenho financeiro deve ser avaliada com cuidado, já que a questão crítica para que isso aconteça parece estar na habilidade da organização em apropriar o valor obtido pelas economias feitas (LEWIS, 2000). Assim, Toussaint e Gerard (2010) comentam que o maior desafio no ambiente *Lean* é sustentar o ganho dos resultados obtidos nos locais onde as ferramentas foram aplicadas com sucesso, o que implica no comprometimento de todos os envolvidos depois que as mudanças foram feitas.

Nas organizações que ainda não tiveram contato com a metodologia, o pensamento enxuto representa uma mudança de cultura, algo não tão simples de ser alcançado (WERKEMA, 2012), devido a fatores como o ceticismo das pessoas, dúvidas da liderança sobre a aplicação dos conceitos ou a inexistência de uma estrutura que sustente a implementação dos princípios (JCR, 2016).

Outras barreiras observadas no *Lean Thinking* incluem a resistência às mudanças, má comunicação, tendência de retornar aos procedimentos antigos, falta de recursos (técnicos, financeiros e humanos) e a não articulação do método com as estratégias da organização (LUZES, 2013). No âmbito do *Lean Healthcare*, Regis, Gohr e Santos (2018) ainda argumentam que a literatura sobre o assunto não apresenta, de forma detalhada, os passos para

implementação do pensamento enxuto de forma que outras organizações da saúde possam aplicar as melhores técnicas e diretrizes.

A *Joint Commission Resources* (JCR) (2016) sugere que esses obstáculos podem ser vencidos a partir de iniciativas como a instituição de um programa-piloto, visita a uma organização *Lean* ou selecionar um consultor para realizar cursos e simulações de processos de produção enxuta. Não importa quão organizada seja a iniciativa, o *Lean* exige a participação dos envolvidos no processo para entender como aproveitar as vantagens do novo ambiente criado (SOUZA; PIDD, 2011). E mesmo que os processos e as tecnologias usadas sejam importantes nesse ambiente *Lean*, ele só será possível com uma liderança preparada para ensinar e encorajar pessoas de todos os níveis da organização em ações que estejam alinhadas com a estratégia do negócio (HINES *et al*, 2008).

2.2 SEIS SIGMA

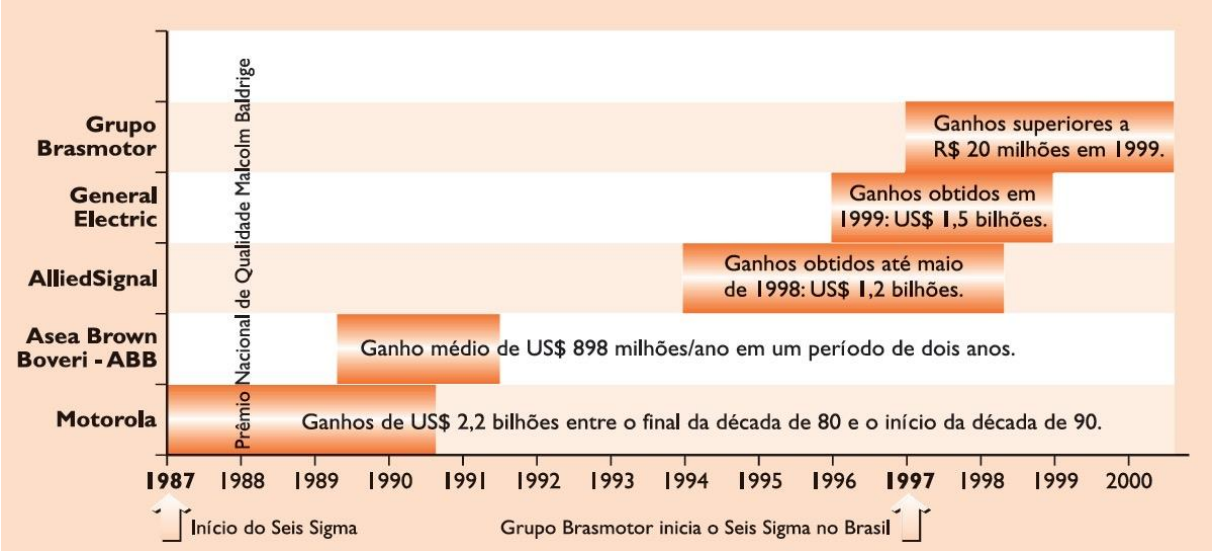
Em definição proposta por Pande, Neuman e Cavanagh (2000), os autores explicam que o Seis Sigma é um método compreensível e flexível para alcançar, manter e maximizar o sucesso nos negócios ao entender as necessidades dos clientes, realizar análises baseadas em fatos e dados e dirigir atenção à gestão, melhoria e reinvenção de processos. Nesse modelo de gestão, as pessoas são essenciais para dar suporte aos pilares da metodologia que incluem a adoção do Seis Sigma como uma filosofia de gestão, uma estratégia de negócio e ao usar ferramentas estatísticas que vão embasar o processo decisório de uma empresa (RODRIGUES, 2006).

O método foi desenvolvido inicialmente na Motorola durante os anos 80 pelo engenheiro *Bill Smith* com objetivo de disputar com empresas concorrentes que manufaturavam produtos de melhor qualidade e a preços menores (SNEE, 2010). Tamanho o sucesso do Seis Sigma que em 1988 a empresa ganhou o Prêmio *Malcolm Baldrige* de excelência em qualidade e motivou outras empresas a aplicaram a iniciativa em seus negócios (TRAD; MAXIMIANO, 2009).

Ao ser reconhecida como uma estratégia efetiva para impulsionar a performance do negócio (SANTOS; MARTINS, 2010), empresas como *Allied Signal* e *Asea Brown Boveri* passaram a utilizar as ferramentas presentes no Seis Sigma e também obtiveram o sucesso experimentado pela Motorola (NARULA; GROVER, 2015; WERKEMA, 2012), conforme pode ser visto na Figura 7. Contudo, a estratégia só realmente se popularizou após os intensos

esforços de Jack Welch na aplicação da metodologia na GE e os seus consequentes resultados bem-sucedidos (PEPPER; SPEDDING, 2010), como por exemplo a redução de custos de 20% a menos de 10%, o que permitiu a economia de um bilhão de dólares em cerca de 2 anos (HARRY; SCHROEDER, 2006).

Figura 7 – Retorno financeiro com o Seis Sigma desde sua origem.



Fonte: Werkema, 2012.

Não exclusiva de processos de manufatura, a abordagem estatística e estratégica trazidas pelo Seis Sigma tem contribuído de forma positiva e motivado estudos nas operações de serviços, tais como as instituições financeiras, serviços logísticos e aqueles relacionados com a área de saúde (GEORGE, 2003; NARULA; GROVER, 2015; TJAHJONO *et al*, 2010; YADAV; DESAI, 2016). Resultados como aumento da satisfação de clientes, melhoria da qualidade, ganhos no fluxo do processo, aumento da confiabilidade e maximização do lucro em empresas brasileiras asseguram benefícios de grande importância na metodologia (SANTOS; MARTINS, 2010), ainda que ela seja apenas constituída da união de ferramentas estatísticas usadas ao longo dos anos em empresas na busca pela redução dos defeitos (WERKEMA, 2012).

Em termos estatísticos, a letra do alfabeto grego sigma (σ), representa uma medida de variação de processos e serviços conhecida como desvio-padrão (KALSVIK, 2016). Trad e Maximiano (2009) explicam que quanto menor for o valor do desvio-padrão, melhor será o processo pois variações menores em relação a especificação de um processo contribuirá para diminuir erros e falhas. O desempenho da empresa é medido pelo nível sigma que ela atinge em um determinado processo, de modo que o Seis Sigma é o nível de qualidade em que 99,99966% dos produtos estejam dentro da especificação esperada, ou seja, em cada um milhão

de oportunidades, apenas 3,4 defeitos podem ser esperados (DOMINGUES; PACHECO, 2014).

Em experimentos aleatórios, a distribuição de variáveis aleatórias que representa a concentração das frequências de uma população ou amostra tenderá a ser o aspecto de uma curva em forma de sino e com característica simétrica conhecida como curva da normal (RODRIGUES, 2006). A representação da curva na Figura 8, em que μ é a média da distribuição e σ é o desvio-padrão, converge para interpretação estatística dada pela Motorola em que o Seis Sigma é entendido como seis desvios-padrão, para mais e para menos, partindo da média e dentro dos limites de especificação, conforme citado por Domingues e Pacheco (2014). Matematicamente, essa condição é representada da seguinte forma (MARQUES, 2013):

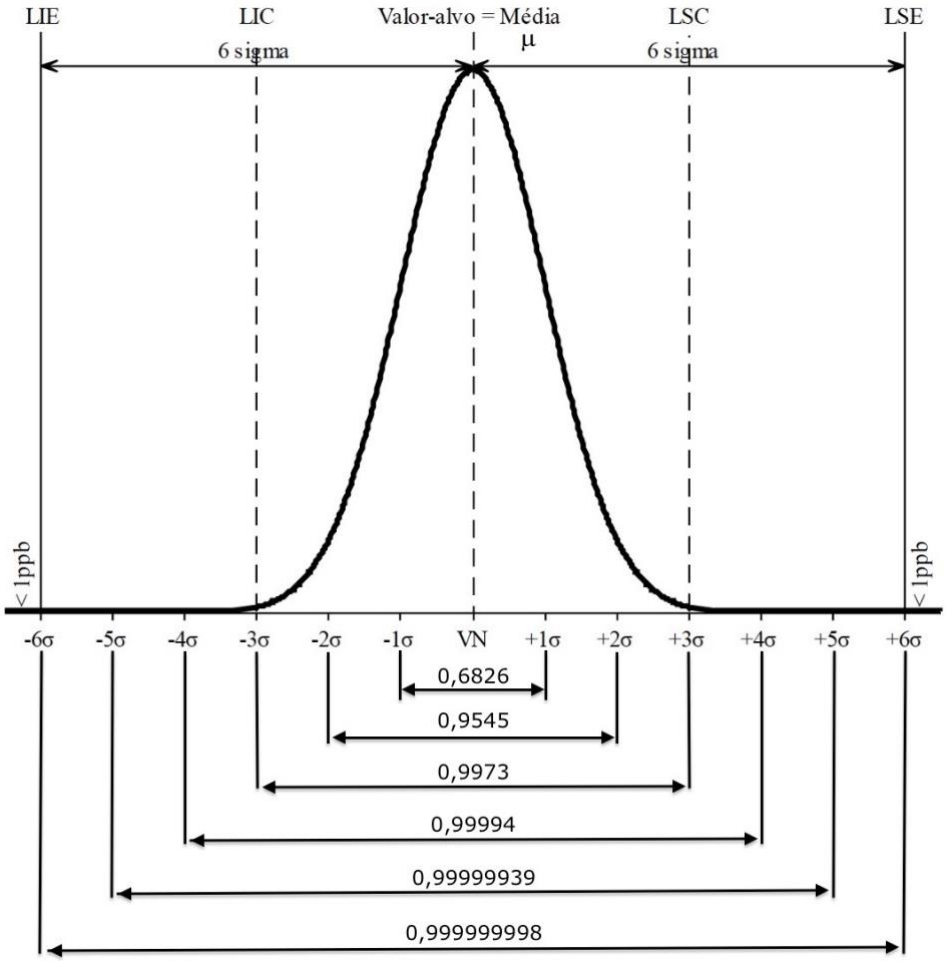
$$min\left[\left(\frac{LSE-\mu}{\sigma}\right),\left(\frac{\mu-LIE}{\sigma}\right)\right]\geq 6$$

O valor nominal (VN) ou valor alvo presente na Figura 8 indica o local onde a média é centrada. O Limite Inferior de Especificação (LIE) e o Limite Superior de Especificação (LSE) definem valores extremos no processo que podem ser definidos por gestores, clientes, projetistas ou pelos responsáveis pelo processo. Já o Limite Inferior de Controle (LIC) e o Limite Superior de Controle (LSC) representam a variabilidade própria do processo, geralmente localizados há três desvios-padrão abaixo e acima do VN (MARQUES, 2013).

Na perspectiva de um processo Seis Sigma, a quantidade de defeitos observada é tão baixa a ponto de argumentar que ele seja praticamente livre de falhas. Contudo, conforme as empresas que implementaram a metodologia identificaram, manter essa condição ao longo do tempo não representava a realidade. Em estudo realizado por Marques (2013), o autor explica que, na verdade, um processo Seis Sigma pode variar até 1,5 desvios-padrão, para a direita ou para a esquerda, de modo que a distribuição esteja a pelo menos 4,5σ do limite de especificação que estiver mais próximo, conforme pode ser visto na Figura 9. Por conseguinte, a representação matemática que melhor atende a essa condição é dada por:

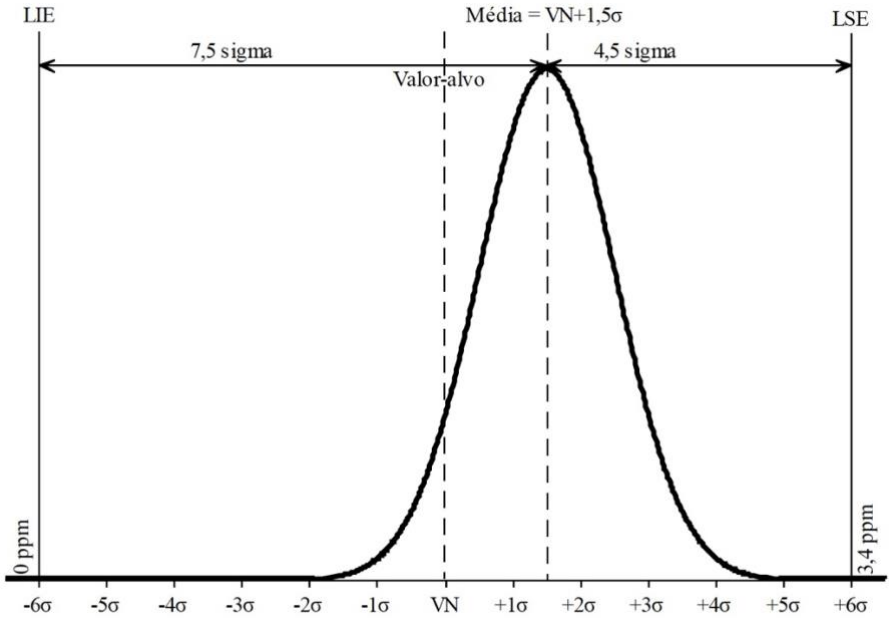
$$min\left[\left(\frac{LSE-\mu}{\sigma}\right),\left(\frac{\mu-LIE}{\sigma}\right)\right]\geq 4{,}5$$

Figura 8 – Probabilidades associadas com uma distribuição normal em um processo Seis Sigma.



Fonte: Marques, 2013 (Adaptado).

Figura 9 – Representação real de um processo Seis Sigma.



Fonte: Marques, 2013.

A diferença entre um processo Seis Sigma teórico (Figura 8) e real (Figura 9) implica em uma diferença na quantidade de Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO) em cada nível Sigma, como pode ser vista pela comparação na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação entre um processo centralizado na média e deslocado em 1,5 desvios-padrão na escala Sigma.

Escala Sigma	**DPMO (curto prazo) Processo centralizado na média μ**	**% de sucesso para o curto prazo**	**DPMO (longo prazo) Processo deslocado em 1,5σ**	**% de sucesso para o longo prazo**
1	317.400	68,3%	691.462	30,9%
2	45.600	95,4%	308.538	69,1%
3	2.700	99,7%	66.807	93,3%
4	63	99,994%	6.210	99,38%
5	0,57	99,999939%	233	99,977%
6	0,002	99,9999998%	3,4	99,99966%

Fonte: Scatolin, 2005; Trad; Maximiano, 2009 (Adaptado).

Para efeitos de comparação entre uma porcentagem de sucesso de 99% e uma obtida com nível 6 da escala sigma para o longo prazo da Tabela 4, Pande, Neuman e Cavanagh (2000) exemplificam que se um correio trabalhar com 99% de taxa de qualidade, a cada 300 mil cartas enviadas, 3 mil vão ser entregues incorretamente, enquanto que no nível Seis Sigma (considerando um processo descentralizado em 1,5σ), apenas uma será entregue no local errado. Todavia, Linderman *et al* (2003) comenta que o nível Seis Sigma apropriado vai depender da importância estratégica do processo e dos custos de melhoria em relação ao retorno do investimento obtido na busca por um nível melhor.

Para que a escolha do projeto Seis Sigma seja feita de forma relevante, Carvalho (2002) pondera que a decisão deve ser avaliar o que é crítico para a qualidade, elemento chamado de CTQ (*Critical To Quality*). A escolha desse parâmetro deve considerar o que é crítico para o mercado e quais os processos críticos como uma forma de garantir uma correta alocação de recursos na metodologia. Nesse contexto, em revisão bibliográfica sobre o assunto, Fernandes (2006) propõe as seguintes diretrizes na seleção dos projetos Seis Sigma: foco no cliente, ligação com a estratégia do negócio, retorno financeiro, problemas estruturais de causas desconhecidas, proporcionalidade com os recursos disponíveis, potencial de término em curto período de tempo e problemas mensuráveis.

Os projetos estratégicos do Seis Sigma são conduzidos por equipes treinadas e especializadas na metodologia, de acordo com as seguintes classificações (WERKEMA, 2012):

- *White Belts*: profissionais de nível operacional que dão suporte aos *Black* e *Green* Belts no desenvolvimento dos projetos;
- *Yellow Belts*: profissionais com maior conhecimento do que os *White Belts* que atuam em nível de supervisão ao acompanhar o uso das ferramentas do Seis Sigma, além de também suportar os trabalhos dos *Green* e *Black Belts*;
- *Green Belts*: liderados pelos *Black Belts*, esses profissionais lideram projetos funcionais;
- *Black Belts*: com maior foco em projetos multifuncionais, o líder *Black Belt* exibe maior conhecimento de recursos do Seis Sigma e passa a ser mais exigido no desenvolvimento de competências comportamentais;
- *Master Black Belts*: atuam como mentores dos *Green* e *Black Belts*, além de assessorar os *Sponsors* e *Champions*;
- *Champions*: caracterizado pelos diretores e gerentes da empresa, esses profissionais apoiam o Seis Sigma e promovem o desenvolvimento dos projetos;
- *Sponsors*: representa o principal executivo da empresa.

A equipe selecionada para um projeto Seis Sigma vai atuar no desenvolvimento de cinco fases em uma metodologia chamada DMAIC (TEIXEIRA; BORGES; TAVARES, 2014), como vai ser visto a seguir.

2.2.1 Metodologia DMAIC

A metodologia DMAIC, base fundamental do Seis Sigma, representa os passos que devem ser seguidos para a obtenção dos resultados na aplicação do projeto utilizando ferramentas quantitativas e qualitativas. Bastante semelhante ao ciclo PDCA (*Plan* – Planejar, *Do* – Fazer, *Check* – Checar, *Act* – Agir), a sigla DMAIC configura as fases: *Define* – Definir, *Measure* – Medir, *Analyse* – Analisar, *Improve* – Melhorar e *Control* – Controlar (DOMINGUES; PACHECO, 2014).

Como o DMAIC é usado para processos e organizações já existentes, Kalsvik (2016) expõe que para o projeto e desenvolvimento de novos produtos ou processos e para processos que foram otimizados, mas ainda não alcançaram os requisitos do cliente, o modelo DMADV ou *Design for Six Sigma* (DFSS) é usado (FERNANDES, 2006). O DMADV, constituído por duas fases finais da metodologia chamadas de *Design* – Desenho e *Verify* – Verificação (KALSVIK, 2016), é mais indicado em empresas com forte crescimento de mercado e posição

competitiva que visam o desenvolvimento de produtos e inovação, enquanto que o DMAIC é geralmente mais oportuno em projetos de redução de custos, redução de despesas e de desinvestimento (TJAHJONO *et al*, 2010).

Para obter sucesso no uso do DMAIC, os dados e a medição dos objetivos são essenciais em cada etapa do método. Assim, é importante que a metodologia seja meticulosamente seguida e que nenhuma solução seja apresentada até que o problema seja claramente definido (LINDERMAN *et al*, 2003). Nesse encadeamento de ações, o DMAIC possui uma grande quantidade de ferramentas que podem ser usadas na busca pelos resultados desejados (Tabela 5). Por outro lado, nem todas são necessárias na condução do projeto, de modo que elas devem ser utilizadas de forma ponderada a cada tipo de situação (HAHN, 2003).

Além das ferramentas apresentadas na Tabela 5, há ainda uma outra frequentemente usada neste trabalho para verificação dos dados nas etapas de medição e análise do método DMAIC: o teste da normalidade. Alguns métodos de inferência estatística usados nos projetos de Seis Sigma tais como o modelo de regressão linear, a estimação de correlação linear, os testes de hipóteses (para amostras únicas, para duas populações independentes e para os pareados) e análise de variância, exigem que a distribuição de frequências dos dados analisados tenha o comportamento de uma distribuição normal. Assim, o teste da normalidade avalia se o comportamento da amostra ou população se aproxima de uma reta de referência ou se valor-p (p-valor ou *p-value*) dos testes é maior do que o nível de significância definido (TORMAN; COSTER; RIBOLDI, 2012).

Uma outra forma de avaliar a normalidade de uma distribuição é através do teste de *Anderson Darling* (AD). Esse teste indica o quão próximos os pontos estão de uma linha reta estimada em um gráfico de probabilidade (JÄNTSCHI; BOLBOACĂ, 2018). A interpretação do teste é realizada ao comparar a estatística AD com o valor crítico para um nível de significância determinado. Assim, de forma simplificada, para um nível de significância de 5%, se a estatística AD for maior do que o valor crítico de 0,752, a distribuição não assume um comportamento normal (NIST; SEMATEC, 2013; ROMEU, 2003).

Tabela 5 – Ferramentas do Seis Sigma.

Ferramentas	D *Define*	M *Measure*	A *Analyse*	I *Improve*	C *Control*
5W2H (Plano de Ação)				x	
Amostragem		x	x		x
Análise Multivariada		x			
Análise de Regressão			x		
Analysis of Variance (ANOVA)		x	x		
Brainstorm		x	x	x	
Boxplot	x		x		
Carta de Controle	x	x	x		x
Design of Experiments (DOE)			x		
Diagrama de Afinidades			x	x	
Diagrama de Árvore				x	
Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa)		x	x	x	
Diagrama de Dispersão (Correlação)			x		
Diagrama de Gantt				x	
Diagrama de Relações			x	x	
Diagrama/Gráfico de Pareto	x	x			x
Estratificação		x	x		
Evolutionary Operation (EVOP)				x	
Fault Tree Analysis (FTA)			x		
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)			x	x	
Fluxograma			x		
Folha de Verificação		x			
Gráfico Sequencial (Séries Temporais)	x	x			
Histograma	x	x	x		x
Índices de Capacidade		x			x
Manuais					x
Mapa de Processo		x	x		
Mapa de Produto			x		
Matriz de Priorização				x	
Matriz Esforço x Impacto		x			
Measurement System Analysis (MSA)		x	x		x
Métricas do Seis Sigma		x	x		x
On the Job Training (OJT)					x
Out of Control Action Plan (OCAP)					x
Process Decision Program Chart (PDPC)				x	
Program Evaluation and Review Technique (PERT)/*Critical Path Method* (CPM)				x	
Plano para Coleta de Dados		x			x
Procedimentos Padrão					x
Project Charter	x				
Poka-Yoke				x	x
Stakeholder Analysis				x	
Simulação				x	
SIPOC	x				
Testes de Hipóteses			x	x	
Testes de Mercado				x	
Teste na Operação				x	
Voice Of Customer (VOC)	x				

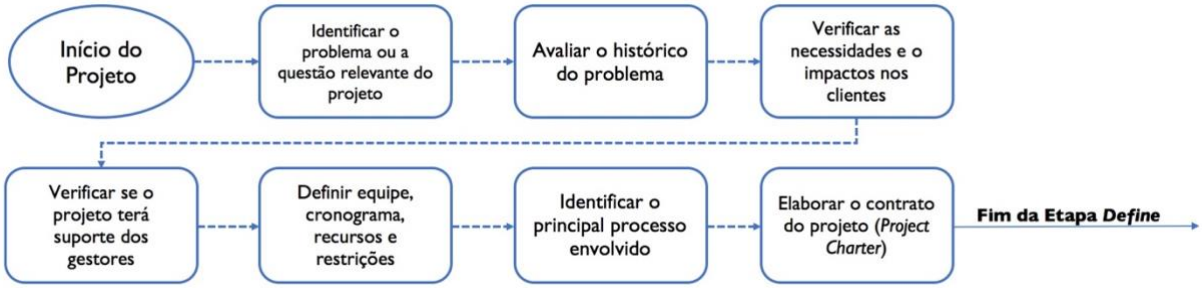
Fonte: Werkema, 2012 (Adaptado).

2.2.1.1 Definir (*Define*)

Rodrigues (2006) mostra que a primeira fase do método DMAIC constitui a iniciação do projeto. Nessa etapa, os processos críticos são definidos, assim como os objetivos do negócio

e as expectativas e anseios dos clientes. A sequência na Figura 10 indica os passos que devem ser seguidos nessa fase.

Figura 10 – Mapa de raciocínio da etapa *Define*.



Fonte: Aguiar, 2012; Werkema, 2012 (Adaptado).

Das ferramentas disponíveis, o SIPOC e o *Project Charter* foram as principais utilizadas na etapa de definição do projeto. O SIPOC é um diagrama que auxilia na visualização do encadeamento de todos os processos envolvidos no escopo do projeto (ARRUDA; PIERRE, 2016). Esse termo é resultado de cinco aspectos representados pelas iniciais das palavras em inglês *Suppliers* (Fornecedores), *Inputs* (Insumos), *Process* (Processo), *Outputs* (Produtos) e *Customers* (Consumidores) (WERKEMA, 2012).

Já o *Project Charter* ou Carta do Projeto, conforme Arruda e Pierre (2016) explicam, é um documento utilizado nos projetos com o objetivo de formalizar e documentar os objetivos e responsabilidades que foram definidos. Alguns elementos presentes nessa ferramenta são o título do projeto, a descrição e o histórico do problema, a meta definida, o escopo, a equipe que fará parte do projeto e o cronograma das atividades.

No que diz respeito à meta definida, Campos (2012) explica que ela é definida por três componentes, sendo eles um objetivo gerencial (descrição do que se deseja alcançar), um prazo e um valor. A definição para o valor da meta pode considerar aspectos como as necessidades do clientes, os objetivos estratégicos da empresa ou a visão estratégica do gestor responsável por definir a meta (CAMPOS, 2014).

Como as empresas estão continuamente buscando a melhoria contínua da qualidade de seus produtos e serviços, uma técnica usada para selecionar o valor da meta é através do *Benchmarking*. Definido inicialmente como uma das diretrizes do Prêmio *Malcolm Baldrige*, o *Benchmarking* é usado para comparar qualquer característica mensurável com a de outros agentes com melhores resultados para identificar lacunas e tomar ações adequadas para supera-las (RAJASHEKHARAIAH, 2016). Essa lacuna ou problema representa a diferença entre o desempenho atual e o desejado de uma determinada métrica avaliada (CAMPOS, 1992;

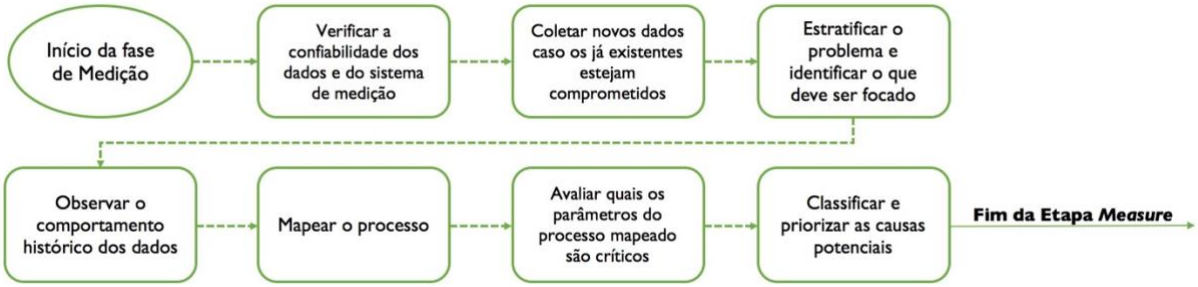
PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2000). Alguns autores estabelecem que o problema encontrado seja reduzido em 50% (ECKES, 2001; MAZZUCHETTI; OPAZO; GIMENES, 2010; WERKEMA, 2012), critério que foi usado como referência no cálculo da meta no projeto deste estudo.

Uma outra ferramenta que embora não tenha sido utilizada diretamente neste projeto, a Voz do Cliente ou *Voice Of Customer* (VOC) também tem destaque na fase inicial do Seis Sigma. Essa ferramenta utiliza informações coletadas pelas áreas de *marketing* ou de BI sobre os anseios dos clientes para que a empresa conheça quais variáveis influenciam o índice de satisfação em relação a um produto ou um serviço (ARRUDA; PIERRE, 2016).

2.2.1.2 Medir (*Measure*)

A etapa seguinte do método DMAIC caracteriza a fase de planejamento do projeto. É nesse momento que o desempenho do processo é medido e faz-se o uso de ferramentas que vão permitir identificar os problemas e a intensidade deles no processo (RODRIGUES, 2006). Na Figura 11 é possível verificar as etapas que constituem a fase de medição.

Figura 11 – Mapa de raciocínio da etapa *Measure*.



Fonte: Aguiar, 2012; Werkema, 2012 (Adaptado).

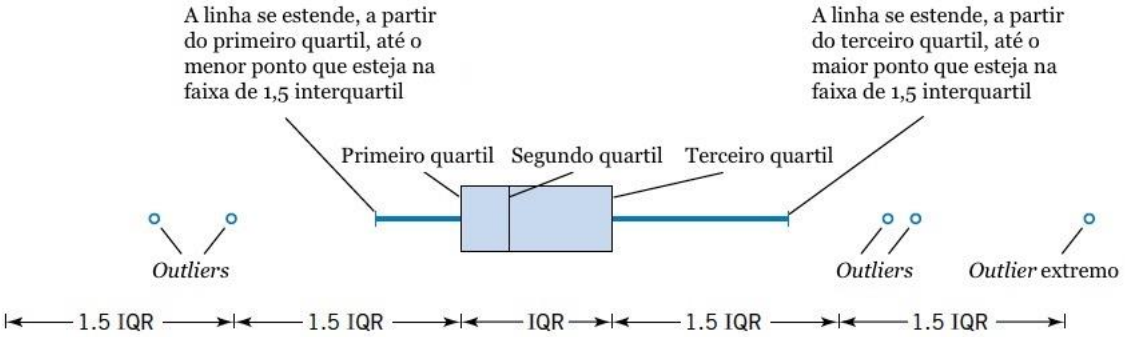
A etapa de coleta de dados da fase de medição é o cerne da metodologia DMAIC. Isso se dá pelo fato de que se os dados não são confiáveis nem válidos, o projeto não dará os resultados esperados, pois as análises feitas a partir desses dados não vão refletir a realidade (KALSVIK, 2016). A Figura 11 ainda indica que o sistema de medição deve ser confiável, ou seja, ele deve ser preparado e testado antes mesmo da coleta de dados (WERKEMA, 2012).

Com uma base de dados confiável e disponível, o projeto pode seguir utilizando outras ferramentas de medição. O gráfico sequência ou de séries temporais é uma dessas ferramentas e representa um grupo de dados plotados em um gráfico na ordem em que as observações

ocorreram. Com isso, é possível observar tendências, ciclos ou outras características difíceis de serem observadas sem o auxílio da ferramenta (MONTGOMERY; RUNGER, 2003).

Outra ferramenta que contribui para o entendimento da distribuição das medidas é o histograma. Organizado em distribuições de frequência (também chamadas de intervalos de classe), a impressão visual fornecida permite avaliar a tendência central dos dados e verificar, por exemplo, se os dados constituem uma distribuição normal (MONTOMERY; RUNGER, 2003). Outrossim, o gráfico *boxplot* ou diagrama de caixa oferece a chance de observar a dispersão dos dados. Mais do que isso, essa ferramenta visual descreve outros pontos importantes como o desvio da simetria e a identificação de observações não comuns chamadas de *outliers* (MINITAB, 2018a; MONTGOMERY; RUNGER, 2003). Um esboço do gráfico pode ser visto na Figura 12.

Figura 12 – Descrição de um *boxplot*.



Fonte: Montgomery; Runger, 2003.

A análise de variância ou ANOVA é definida por Arruda e Pierre (2016) como uma ferramenta estatística que contribui no estudo da variabilidade de um sistema de medição. Outra definição explica que essa análise testa a hipótese de que as médias de duas ou mais amostras ou populações são iguais (MINITAB, 2018c). No caso da ANOVA para um fator, ou seja, quando existe apenas um fator categórico, para que os resultados sejam validados esse modelo precisa atender pressupostos tais como a homogeneidade das variâncias e a normalidade da distribuição dos dados. Se alguma dessas condições não for atendida, existe a alternativa de um método não paramétrico chamado *Kruskal-Wallis* (CORDEIRO; MELO; FERNANDES, 2018), que apresenta a probabilidade de ocorrer diferença entre pelo menos duas medianas em um grupo de k medianas populacionais (MAHONEY; MAGEL, 1996).

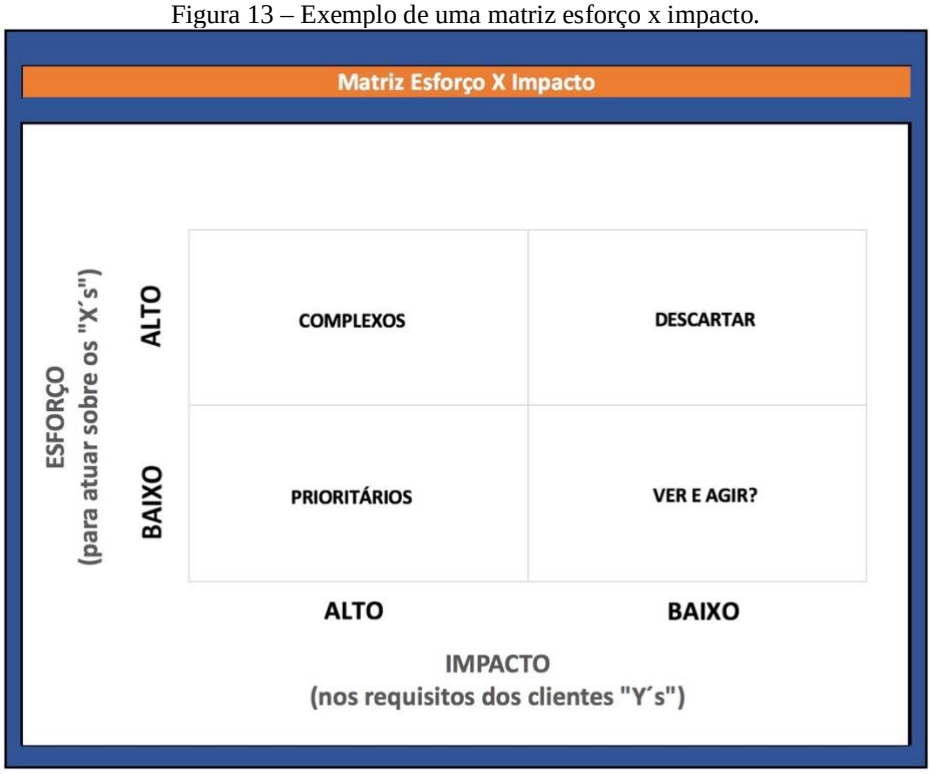
A condução de um projeto Seis Sigma não está limitada apenas a ferramentas quantitativas. Ferramentas qualitativas como mapa do processo, *Brainstorming*, diagrama de causa e efeito e matriz de esforço e impacto são algumas delas que dão importantes *insights* na

solução dos problemas. O mapa do processo explicita uma sequência detalhada de informações operacionais e administrativas de um processo para avaliar os parâmetros que interferem no desempenho do sistema. Ele é basicamente caracterizado por elementos de entrada, de saída e de processamento (RODRIGUES, 2004).

O *Brainstorming*, também chamado de tempestade de ideias, consiste em uma reunião de pessoas com conhecimento em um determinado assunto a ser tratado que visam descobrir soluções de um problema ao compartilhar ideias sem limitações e livres de críticas para estimular a criatividade de seus participantes (REIS *et al*, 2016).

A matriz esforço x impacto, segundo Rissi (2007), representa um diagrama obtido a partir do *Brainstorming* de modo que as ideias geradas sejam pontuadas de acordo com o impacto que cada proposta vai causar no projeto e esforço exigido para que a ideia aconteça (Figura 13).

Figura 13 – Exemplo de uma matriz esforço x impacto.



Fonte: Hors *et al*, 2012 (Adaptado).

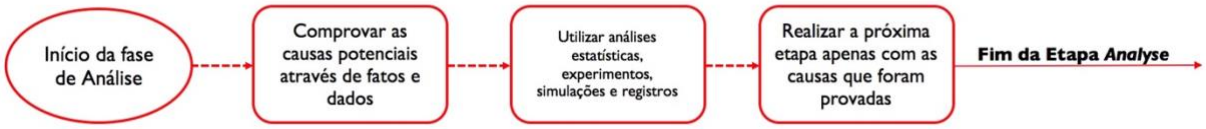
Além disso, a partir dos resultados obtidos na sessão de *Brainstorming*, uma ferramenta que pode ser utilizada é o diagrama de causa e efeito. Também conhecido como diagrama de peixe ou de *Ishikawa*, esse recurso é utilizado para identificar a causa raiz de um problema. Semelhante a uma espinha de peixe, no desenho do diagrama o efeito (ou o problema) aparece ao final de uma flecha horizontal. As “espinhas” apresentam as causas

potenciais, que são frequentemente (não necessariamente) categorizadas em método, meio-ambiente, medida, mão-de-obra, máquina e matéria-prima (RUNHA, 2005).

2.2.1.3 Analisar (*Analyse*)

Na etapa *Analyse*, fase de execução do projeto identificada na Figura 14, Rodrigues (2006) elucida que o desempenho é analisado, assim como as causas das dificuldades.

Figura 14 – Mapa de raciocínio da etapa *Analyse*.



Fonte: Aguiar, 2012; Werkema, 2012 (Adaptado).

No processo de amostragem, a escolha do tamanho da amostra em uma aproximação normal para uma proporção binomial é dada pela seguinte fórmula (MONTOMERY; RUNGER, 2003):

$$n = \bar{p}(1 - \bar{p})\left(\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}}{E}\right)^2$$

Em que n é o tamanho da amostra, E é o erro, $\bar{p}$ é a proporção da população, α é o nível de significância dado por 100(1-nível de confiança)% e Z é uma variável de uma distribuição normal padronizada.

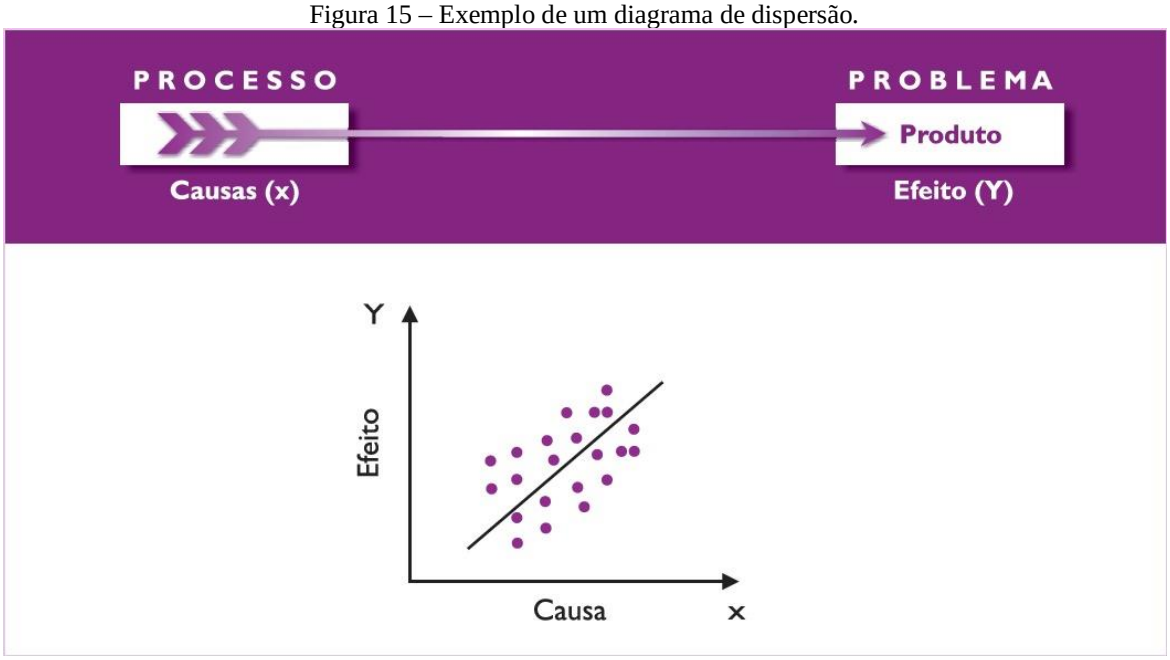
Uma ferramenta frequentemente utilizada na fase de análise do DMAIC é o teste de hipóteses. Segundo Arruda e Pierre (2016), o objetivo é examinar duas hipóteses divergentes a respeito de um parâmetro da população: a hipótese nula e a hipótese alternativa. Se o p-valor do teste for menor do que o nível de significância, a hipótese nula (aquela que está sendo testada) é rejeitada, o que representa uma comprovação de que a hipótese alternativa é verdadeira. Do mesmo modo, se o p-valor for maior do que o hipótese nula, então esta não é rejeitada (MINITAB, 2018d).

Este trabalho utilizou dois testes de hipóteses durante a fase de análise: o teste de hipóteses t-pareado e o qui-quadrado. De acordo com Rodrigues, Lima e Barbosa (2017), o teste t de *Student* ou pareado é um teste paramétrico que compara as médias de dois grupos independentes ou relacionados, com distribuição simétrica e que indicam normalidade. Já o teste qui-quadrado representa um teste não paramétrico usado para avaliar proporções e

frequências (RODRIGUES; LIMA; BARBOSA, 2017), de modo que no Minitab as estatísticas qui-quadrado de *Pearson* e da razão de verossimilhança são calculadas para avaliar se as variáveis têm relacionamento entre si (MINITAB, 2018b).

O gráfico ou diagrama de dispersão é uma ferramenta usada para estudar quais os fatores (chamados de "x") provocam variações no desempenho relativo ao problema (chamado de "Y") e de que forma essas variações acontecem (WERKEMA, 2012). A Figura 15 mostra um esboço simplificado do que representa essa ferramenta.

Figura 15 – Exemplo de um diagrama de dispersão.

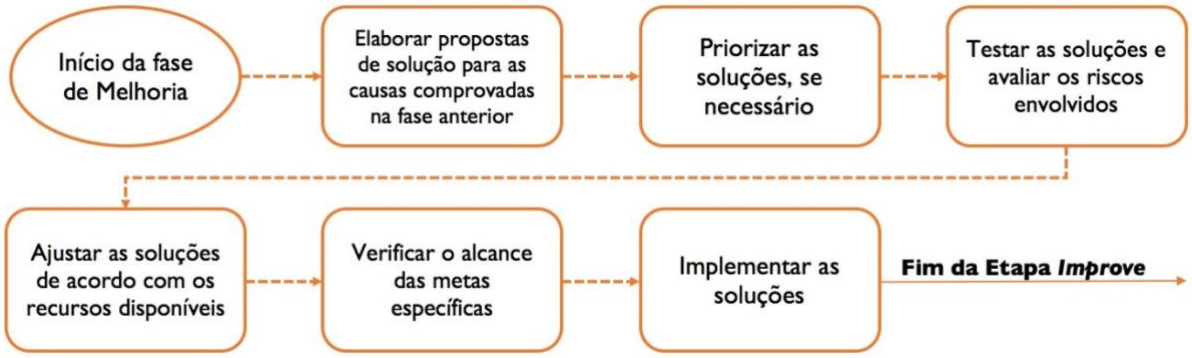


Fonte: Werkema, 2012.

2.2.1.4 Melhorar (*Improve*)

Próximo do fim do projeto, a etapa de melhoria propõe planos para eliminar os problemas que vão permitir a agregação de valor ao cliente e redução de custos (RODRIGUES, 2006), assim como está esboçado na Figura 16.

Figura 16 – Mapa de raciocínio da etapa *Improve*.



Fonte: Aguiar, 2012; Werkema, 2012 (Adaptado).

Os resultados disponibilizados no desenvolvimento da fase de análise vão fornecer o entendimento para a elaboração das propostas de solução às causas comprovadas anteriormente. Contudo, nem sempre será possível aplicar todas as soluções disponibilizadas, sendo necessário priorizar quais devem ser usadas. Esse objetivo pode ser atendido através da matriz de priorização ao reunir novamente a equipe envolvida no projeto (WERKEMA, 2012).

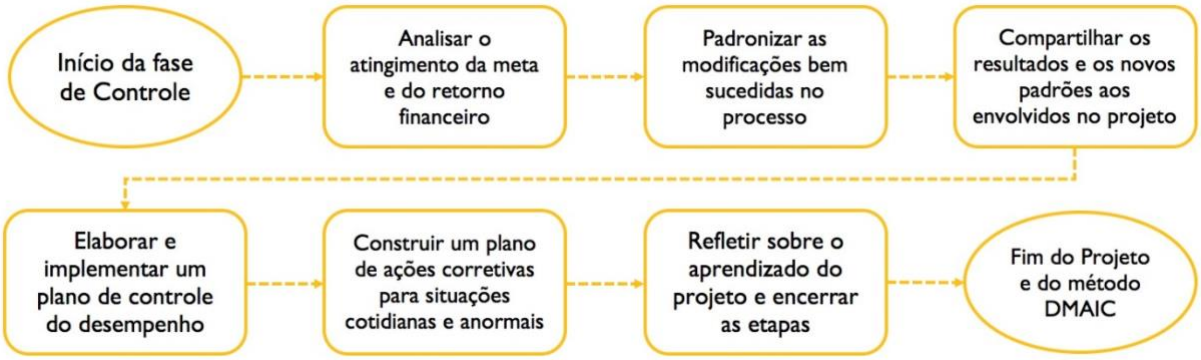
Com as soluções priorizadas e definidas, torna-se necessário um plano de ação para que as ideias sejam executadas. A ferramenta utilizada para esse propósito é o 5W2H. Essa estrutura responde a sete questionamentos que vão nortear o cumprimento das ações propostas (REIS *et al*, 2016):

- *What* (o que?): Que ação será executada?
- *Who* (quem?): Quem será o responsável pela execução da ação?
- *Where* (onde?): Onde a ação será executada?
- *When* (quando?): Quando ela será feita?
- *Why* (por quê?): Por que a ação deve ser realizada?
- *How* (como?): Como ela vai ser feita?
- *How much* (quanto custa?): Quando custa a execução da ação?

2.2.1.5 Controlar (*Control*)

Finalmente, a etapa de controle acompanha o desempenho do processo após passar por todas as etapas anteriores de forma a verificar se o projeto teve sucesso ou se são necessárias novas estratégias para resolver o problema (RODRIGUES, 2006). A Figura 17 mostra como a sequência de passos é feita até o fim do projeto.

Figura 17 – Mapa de raciocínio da etapa *Control*.



Fonte: Aguiar, 2012; Werkema, 2012 (Adaptado).

Para acompanhar o desempenho do processo após a realização de todas as fases as cartas ou gráficos de controle permitem visualizar a variabilidade de dados de uma amostra para acompanhar se processo está se comportando da forma esperada ou se ele está fora de controle. Nesse caso, ao identificar um aspecto irregular no gráfico, os responsáveis podem tomar as devidas ações para resolver o problema causador do efeito inesperado (MONTOMERY; RUNGER, 2003).

2.2.2 Desafios na Implementação do Seis Sigma

Assim como no caso do *Lean*, o Seis Sigma apresenta uma série de resultados positivos a partir da aplicação da metodologia tanto na indústria quanto na área de serviços. Apesar disso, ele não deve ser implementado cegamente. Para que o Seis Sigma funcione, a gestão de todos os níveis da organização tem que estar comprometida para assegurar que os projetos estejam alinhados com as necessidades e estratégias do negócio (ASSARLIND; GREMYR; BÄCKMAN, 2013; ECKES, 2001). Santos e Martins (2010) e Trad e Maximiano (2009) concordam com isso ao afirmar que o envolvimento dos gestores é essencial para sucesso das empresas.

Antony (2012) ao realizar uma análise SWOT (*Strenghts* – Forças, *Weakness* – Fraquezas, *Opportunities* – Oportunidades e *Threats* – Ameaças) do Seis Sigma levantou pontos de fraqueza da metodologia tais como o alto investimento tornando o modelo não aplicável para pequenas e médias empresas, a ausência de um modelo padrão da implantação do Seis Sigma, necessidade de compromisso contínuo e sustentável para atingir os objetivos de qualidade estabelecidos e mudança de cultura dos empregados.

Mesmo que o DMAIC auxilie engenheiros de processo a buscarem oportunidades de retorno financeiro e melhoria de processos, opositores ao modelo questionam a demonstração do aumento da lucratividade a partir do impacto na satisfação dos clientes (SANTOS; MARTINS, 2010). Uma das explicações para isso é que projetos Seis Sigma que focam apenas na redução de custos podem conduzir a atividades que não vão atender a voz do consumidor (BREYFOGLE, 2005), como reduzir a quantidade de funcionários aumentando a demanda de trabalho dos outros, por exemplo, de modo que a organização pode conseguir aumento da lucratividade sem atender os clientes.

Definir quais os processos e projetos devem ser priorizados para atender as necessidades dos clientes representa um outro desafio, já que nem sempre é viável a condução de projetos para todos os CTQs em virtude de limitações de recursos (FERNANDES, 2006) ou da complexidade da metodologia (KONING *et al*, 2005). Outras limitações incluem a incompatibilidade do Seis Sigma com algumas áreas, falha na medição dos custos do processo, tratamento dos CTQs como imutáveis e a assunção de que todo defeito tem a mesma ponderação ao calcular o nível sigma de um processo (BAGNOLI, 2008; FERNANDES, 2006; GOODMAN; THEUERKAUF, 2005).

Levando todos esses fatores em consideração, Trad e Maximiano (2009) sugerem que os elementos necessários para superar os desafios na implementação do Seis Sigma envolvem o foco no cliente, seleção adequada de projetos, comunicação clara e simples, excelência pessoal e infraestrutura adequada. Portanto, mesmo com diversos estudos de caso que comprovam o sucesso do Seis Sigma, as fragilidades apontadas abrem espaço para futuros estudos sobre o tema.

2.3 *LEAN* SEIS SIGMA

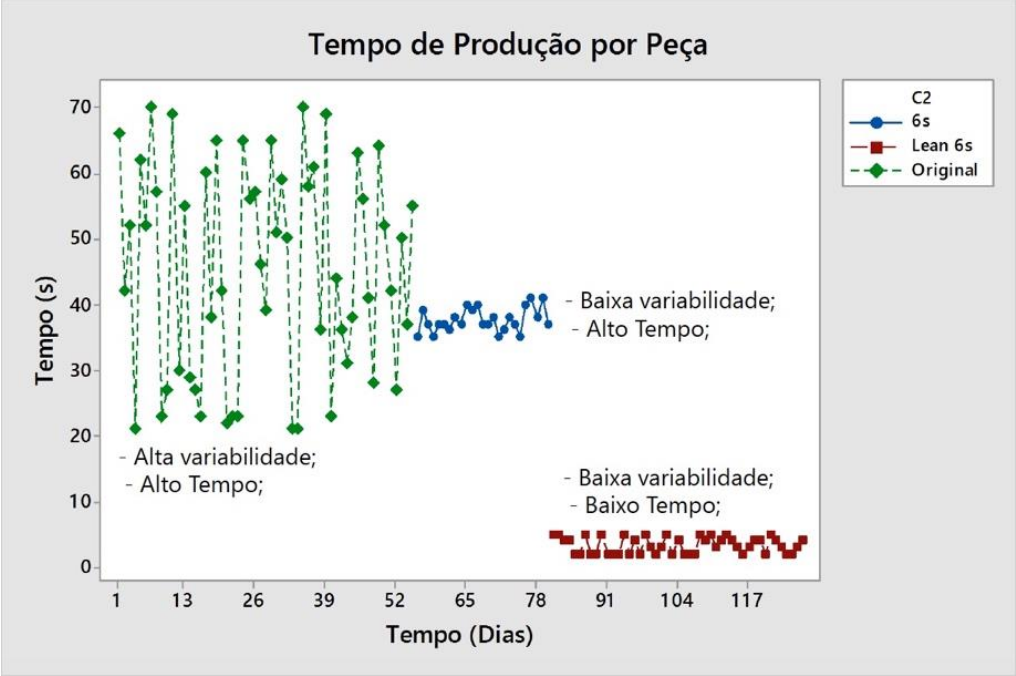
O *Lean* Seis Sigma representa uma ampla estratégia gerencial obtida através da integração da filosofia do pensamento enxuto com os princípios do Seis Sigma com o objetivo de aumentar a performance e a lucratividade das organizações, além de solucionar problemas relativos à melhoria de processos e produtos ao buscar o aumento da satisfação das necessidades das pessoas (WERKEMA, 2012).

A relevância na combinação dos dois métodos reside no fato do *Lean* não possuir um controle estatístico dos processos e o Seis Sigma não melhorar a velocidade do processo ou reduzir o capital de investimento (GEORGE, 2003), de modo que a integração de ambos na

gestão de processos vai permitir a união de ferramentas estatísticas, análise de solução de problemas, evolução na velocidade do processos e redução do tempo de espera (WERKEMA, 2011). Assim, a união de ambas estratégias amplifica suas forças e reduz suas fraquezas quando comparada ao uso dos métodos separadamente (KALSVIK, 2016; BARRETO, 2010).

Um exemplo prático da importância do vínculo entre as duas metodologias pode ser visto na Figura 18. No exemplo de um estudo de caso dado pela Voitto (2018), o tempo de produção por peça representado pelos pontos em forma de losango demonstra alta variabilidade e alto tempo em sua condição inicial. Ao aplicar as técnicas do Seis Sigma, a variabilidade do tempo de produção reduz drasticamente, conforme esboçado pelos pontos em formato circular. Contudo, o tempo do processo ainda é alto. Apenas com o uso dos conceitos *Lean* o processo passa a contar com tempos muito menores. O resultado final, em que tanto a variabilidade quanto o tempo reduzem, só foi possível com o *Lean* Seis Sigma.

Figura 18 – Uso do *Lean* Seis Sigma para a melhoria do tempo de produção por peça.



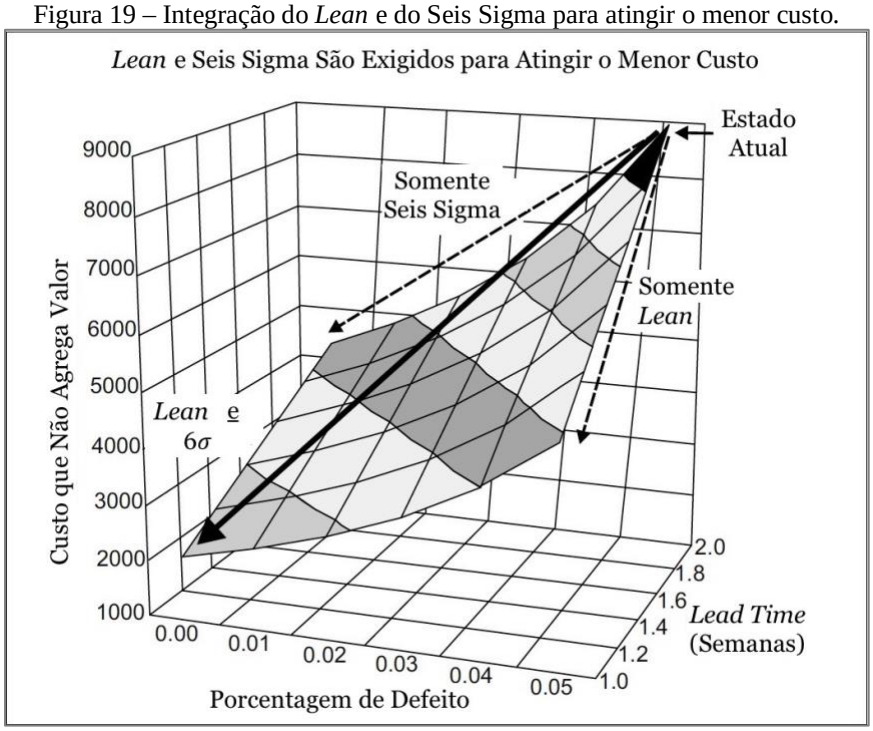
Fonte: Voitto, 2018.

Mesmo que o foco do *Lean* Seis Sigma tenha sido em indústrias de manufatura, a área de serviços, seja em instituições financeiras, no governo ou mesmo na área de saúde, também representa uma grande ansa para aplicação da metodologia. Bob Galvin, ex-CEO da Motorola, afirmou que a baixa adesão do Seis Sigma às áreas da empresa não relacionadas à produção custou cerca de 5 milhões de dólares em um período de 5 anos (BASU; WRIGHT, 2012).

George (2003) reforça que o *Lean* Seis Sigma é uma metodologia para a melhoria de negócios que maximiza o valor do acionista ao alcançar resultados de melhoria em fatores como a satisfação do cliente, custos, qualidade, velocidade de processo e capital investido. O autor ainda comenta que entre 30 a 50% dos custos em uma organização de serviços são causados pela baixa velocidade e problemas na qualidade para satisfazer as necessidades do consumidor e, por isso, implementar as duas ferramentas pode contribuir para reduzir esse indicador, conforme pode ser observado na Figura 19.

O ponto mais alto do gráfico da Figura 19 indica o estado atual de uma organização, sem a aplicação das duas metodologias. Usar apenas o Seis Sigma vai contribuir para redução dos defeitos, sem reduzir significantemente o *lead time*. Ao usar apenas o *Lean*, o tempo de resposta entre o pedido do consumidor e a entrega do serviço será consideravelmente menor, contudo os defeitos ainda permanecerão. Com o *Lean* Seis Sigma, a organização consegue atingir o menor custo com as atividades que não agregam valor, assim como a minimização da porcentagem de defeitos e do *lead time*.

Figura 19 – Integração do *Lean* e do Seis Sigma para atingir o menor custo.



Fonte: George, 2003.

Embora não exista um modelo ideal na integração das ferramentas, Werkema (2011) cita que as ferramentas devem ser utilizadas de acordo com a cultura de cada organização, desde que os requisitos básicos de cada metodologia sejam atendidos na busca pelos resultados esperados. No que tange à escolha do método adequado para o desenvolvimento de um projeto

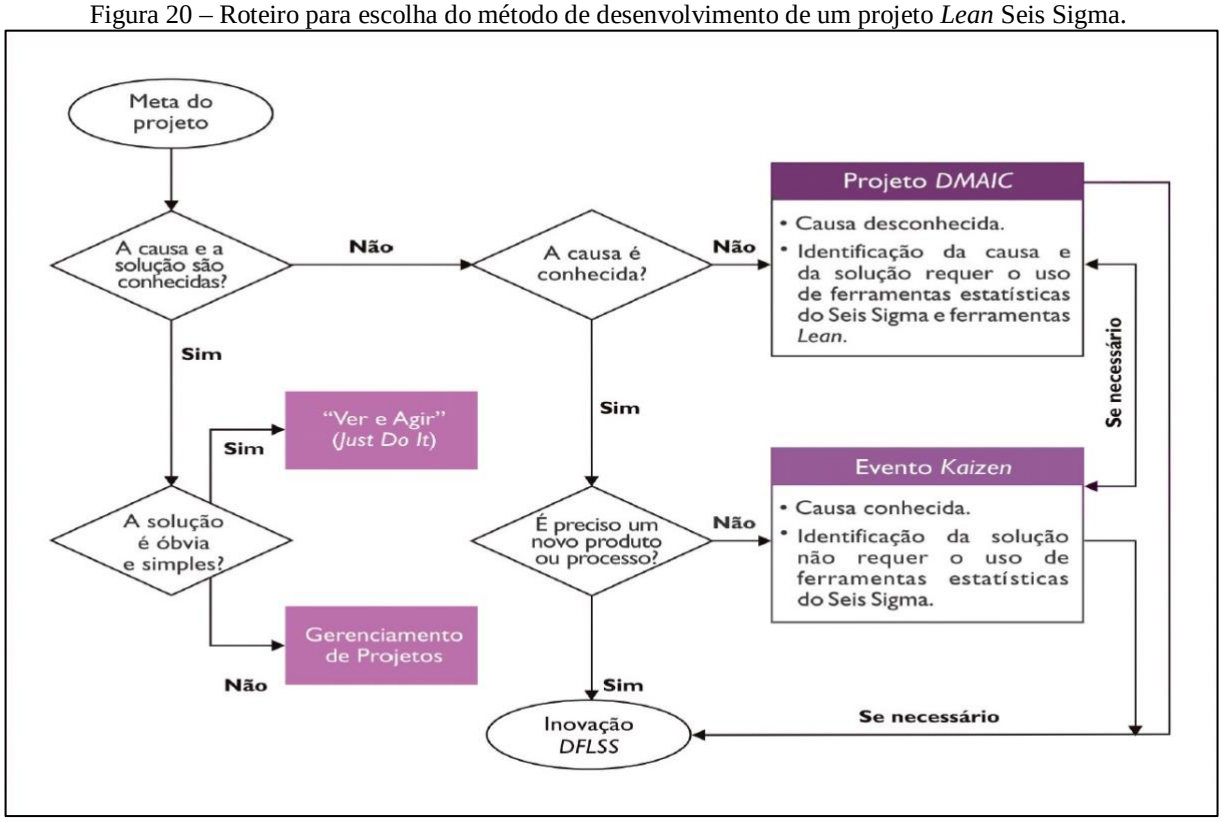
Lean Seis Sigma, Werkema (2012) propõe um simples roteiro para auxiliar o processo de decisão (Figura 20).

2.3.1 Desafios na Implementação do *Lean* Seis Sigma

Os desafios enfrentados na integração do *Lean* Seis Sigma são os mesmos encontrados na utilização das metodologias separadamente. Teixeiras, Borges e Tavares (2014) somam a esses desafios o fato de que a adoção do *Lean* Seis Sigma pode mostrar fatos antes desconhecidos, o que pode gerar desconforto em todos os níveis de liderança em função da fragilidade das crenças e da cultura organizacional existente.

Werkema (2015) contribui a esse assunto ao identificar distorções como a transformação dos treinamentos dos *Belts* em simplesmente cursos sobre técnicas estatísticas e desconsideração da importância relevância dos projetos *Lean* Seis Sigma. Há ainda dificuldades quando as organizações implementam o *Lean* antes do Seis Sigma e o Seis Sigma antes do *Lean*, como, por exemplo, o pouco conhecimento das ferramentas de cada metodologia, a dificuldade de percepção da importância de cada uma e os preconceitos na avaliação dos métodos de forma separada (WERKEMA, 2011).

Figura 20 – Roteiro para escolha do método de desenvolvimento de um projeto *Lean* Seis Sigma.



Fonte: Werkema, 2012.

Para solucionar essas questões, Snee (2010) lembra que é mais efetivo unir as duas metodologias para atingir a melhor solução possível ao endereçar as causas do desempenho ruim de um processo ao invés de simplesmente focar nos sintomas que aparecem. Pepper e Spedding (2010) acrescentam a essa consideração as observações de que o *Lean* Seis Sigma deve ser estratégico e focado no processo, estruturado em torno do problema vivenciado e balanceado de forma a valorizar as duas estratégias para que não sejam criadas duas culturas na organização que vão competir pelos mesmos recursos.

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

3.1 A EMPRESA

A empresa envolvida neste projeto é uma das maiores e mais relevantes organizações na área de saúde no Brasil com forte atuação no segmento de medicina diagnóstica. Com mais de 100 unidades de atendimento espalhadas no país, sua atuação na área de serviços inclui exames laboratoriais e de imagem. Os exames laboratoriais incluem produtos como hemograma completo, curva glicêmica e vitamina D. Já nos exames de imagem a empresa dispõe do ultrassom, densitometria, mamografia, tomografia e ressonância magnética.

Através de análise realizada pela área de *Business Intelligence* (BI), responsável por monitorar o desempenho das unidades de atendimento, foi indicado na última avaliação mensal que o nível de serviço (NS) de atendimento da regional Minas Gerais era, em média, 68%. Considerando que as médias das outras regionais mostravam um resultado médio de 81% e que a meta da empresa para o parâmetro avaliado era de 75%, existia a oportunidade na realização de um projeto de melhoria na regional de pior desempenho.

Ainda de acordo com a empresa, o principal processo que impactava no NS atendimento era o processo de atendimento e encaminhamento do cliente. O tempo de espera do cliente, tempo de cadastro do cliente, tempo de liberação do cliente, percentual de exames pré-autorizados e o *layout* da unidade eram outros fatores que poderiam influenciar o resultado o indicador principal.

3.2 INÍCIO DO PROJETO

Considerando os pontos levantados acima, ao atuar no suporte do trabalho do *Black Belt* da empresa, o autor desenvolveu um projeto *Lean* Seis Sigma para melhorar os resultados da empresa a partir da realização de análises e ao propor soluções em todas as etapas do método DMAIC. Todos os dados analisados foram fornecidos pela área de BI e pelo *Black Belt*, sem necessidade do autor atuar em campo na coleta de dados. Todas as análises foram feitas no *software Minitab*.

3.3 FASE DE DEFINIÇÃO (*DEFINE*)

A primeira fase do projeto consistia em definir o problema. Para isso, foram obtidos os dados em porcentagem mensal do NS atendimento de 24 meses para serem analisados. As atividades a seguir fornecem os recursos necessários para entender o comportamento da questão avaliada.

A base de dados geral do projeto considerava um intervalo de tempo de 2 anos, com dados em porcentagem coletados mês a mês gerando um total de 24 valores, com dados confiáveis e sem erros de digitação e registro, durante um período que não será identificado com o objetivo de manter a confidencialidade dos dados. Esse fato não interfere as análises e realização das etapas do projeto, já que o período não foi determinante para os resultados encontrados neste trabalho.

Inicialmente, foi realizada uma estatística básica dos dados em que a média, o desvio padrão, o valor mínimo, a mediana, o valor máximo e a moda são avaliados (Figura 21).

Figura 21 – Estatística básica descritiva do NS atendimento para a regional de Minas Gerais em porcentagem.

Descriptive Statistics: NS atendimento

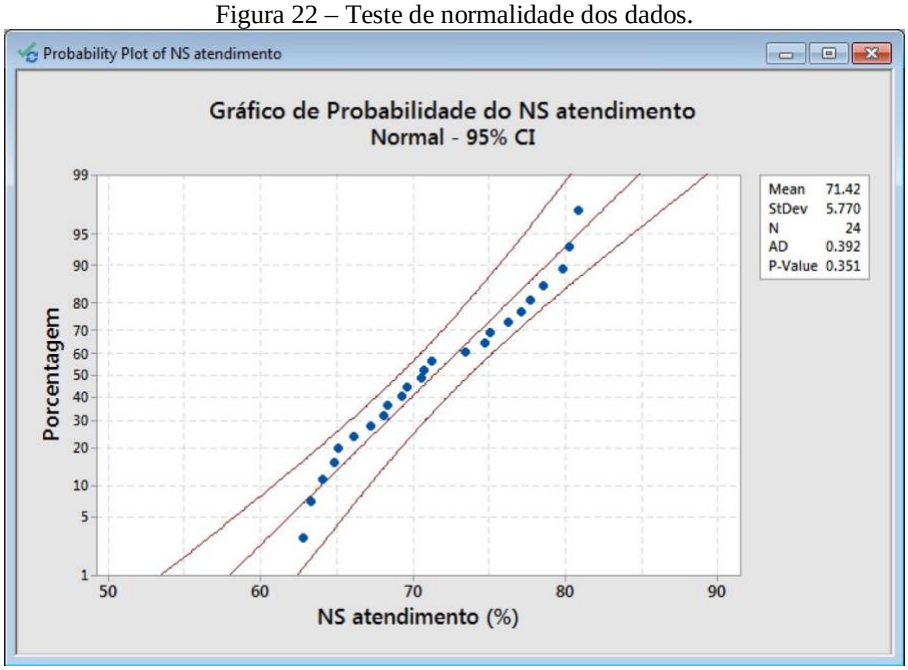
Variable	Mean	StDev	Minimum	Median	Maximum	Mode	N for Mode
NS atendimento	71.42	5.77	62.72	70.61	80.80	*	0

Fonte: o autor.

A Figura 21 apresenta os primeiros indícios do problema a partir da grande diferença entre o valor máximo e o valor mínimo do NS atendimento dos 24 meses disponíveis pela base de dados, indicando uma alta variabilidade. A média, ainda que esteja próxima da meta de 75%, não apresentou o resultado esperado. Para entender melhor o que estava acontecendo, outras análises foram necessárias. Antes de avançar para as próximas etapas, foi feito um teste de normalidade, conforme pode ser visto na Figura 22.

De acordo com a Figura 22, como os dados estavam próximos de uma forma uniforme à linha central (da normal) e, principalmente, pelo fato do p-valor (*P-Value*) ser maior do que o nível de significância de 0,05, falhamos ao rejeitar a hipótese nula de que os dados seguiam uma distribuição normal. Ou seja, os dados eram normais. Esse teste deu condições para que as análises conduzidas neste projeto fossem validadas. Adicionalmente, ao comparar o valor do AD igual a 0,393 com o valor crítico de 0,752, considerando o nível de significância de 5%, como o valor do teste de Anderson Darling era menor do que o valor crítico, foi possível afirmar que os dados eram normais.

Figura 22 – Teste de normalidade dos dados.



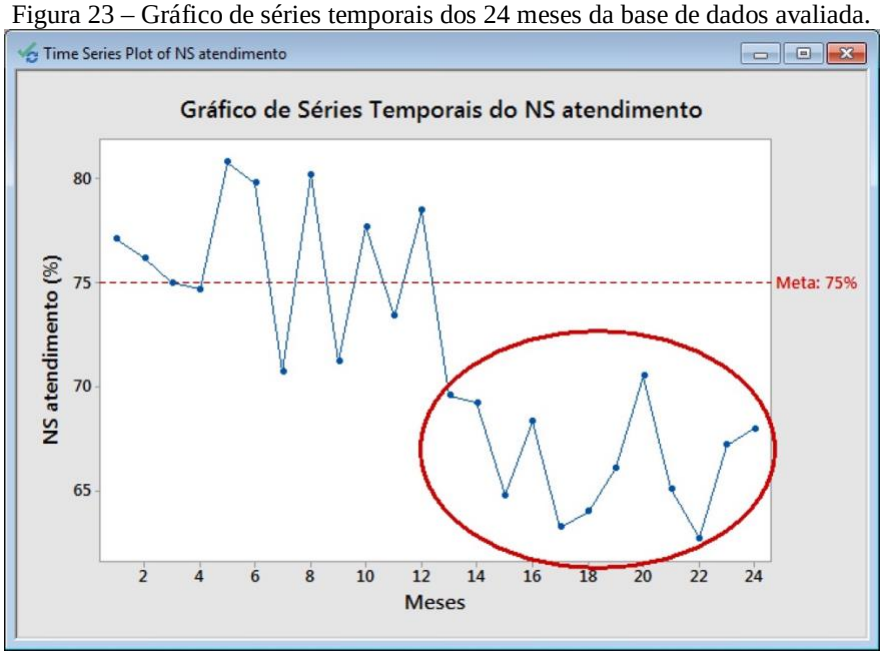
Fonte: o autor.

Posteriormente, um gráfico sequencial foi elaborado na tentativa de identificar um padrão de comportamento que pudesse ser estudado (Figura 23).

De acordo com o gráfico sequencial da Figura 23, foi possível perceber que o nível de serviço de atendimento nos últimos 12 meses ou no último ano da base de dados disponível teve uma queda significativa conforme está destacado pela elipse no gráfico. Além disso, foi possível inferir que o resultado piorou ao longo dos meses. No primeiro ano, mesmo com comportamento instável, existiam valores acima da meta de 75%. Contudo, no ano seguinte, todos os valores ficaram abaixo da meta. Essa questão também pode ser identificada através do *boxplot* elaborado na Figura 24.

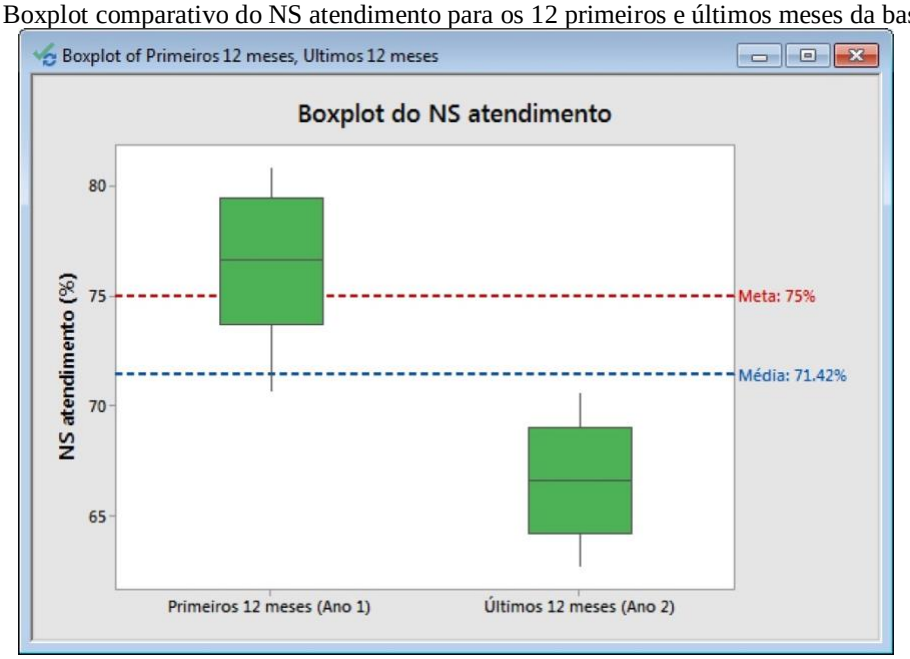
Conforme o *boxplot* na Figura 24, foi possível perceber que nenhum dos valores do segundo ano da base de dados alcançou a meta de 75% e todos os valores ficaram abaixo da média calculada para os 2 anos, reforçando os resultados obtidos pela estatística básica e indicando que foram poucos meses no período avaliado que conseguiram atingir a meta da empresa. As análises feitas indicavam os primeiros sinais de onde o problema ocorre e deram condições para calcular a meta do projeto. Conforme foi visto no gráfico de séries temporais, houve uma queda acentuada do NS atendimento a partir do 2º ano, com uma média bem diferente do primeiro. Dessa forma, para refletir o valor atual da melhor forma possível, o cálculo do indicador da meta considerou a média dos últimos 12 meses da base de dados.

Figura 23 – Gráfico de séries temporais dos 24 meses da base de dados avaliada.



Fonte: o autor.

Figura 24 – Boxplot comparativo do NS atendimento para os 12 primeiros e últimos meses da base de dados.



Fonte: o autor.

Para o cálculo da meta do projeto, foi preciso entender algumas considerações. Como foi dito anteriormente, a meta definida pela empresa para suas unidades de atendimento era um NS atendimento de 75% e é com base nesse valor que o ganho financeiro foi calculado. De acordo com a estratégia da empresa, o valor ideal (*Benchmarking*) do NS atendimento foi definido em 90%. O valor atual da empresa considerou a média dos últimos 12 meses da base

de dados, já que esse período era o que melhor representava a realidade do indicador. Então, como a lacuna é a diferença entre o estado atual e o estado desejado, tem-se o seguinte cálculo:

Benchmarking (Valor ideal): 90%

Valor atual (média dos últimos 12 meses da base de dados): 66,6%

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

Durante a explanação teórica foi discutido que o critério de referência para o cálculo da meta era resolver pelo menos 50% do problema encontrado. Assim, 50% ou metade da lacuna será dado por:

$$\frac{23{,}4\%}{2} = 11{,}7\%$$

Neste estudo, o objetivo era melhorar o valor do NS atendimento através do aumento desse indicador. Então, metade da lacuna da *performance* deve ser somada ao valor atual (estado atual em que a empresa se encontra) para representar a meta a ser atingida:

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

O valor encontrado acima era o mínimo a ser alcançado como meta do projeto. Considerando que a média do NS atendimento das outras regionais é de 81%, o autor do projeto pretendeu obter um resultado de 82%, ou seja, melhor do que das outras regionais. Ainda que o ideal fosse atingir 90%, quanto mais distante a meta estiver de 78,3%, maiores os riscos do valor não ser alcançado. Dessa forma, o objetivo do projeto foi aumentar o nível de serviço de atendimento de 66,6% para 82% em um período de 1 ano.

Conforme informações da área de BI, a regional Minas Gerais atende, em média, 192.000 clientes por ano. Então, para calcular o retorno financeiro teórico de acordo com o cálculo feito pela empresa, o seguinte cálculo foi realizado:

$$192.000\ clientes\ por\ ano \times \frac{R\$235{,}00}{1.000\ clientes\ atendidos\ por\ ano} = R\$45.120{,}00$$

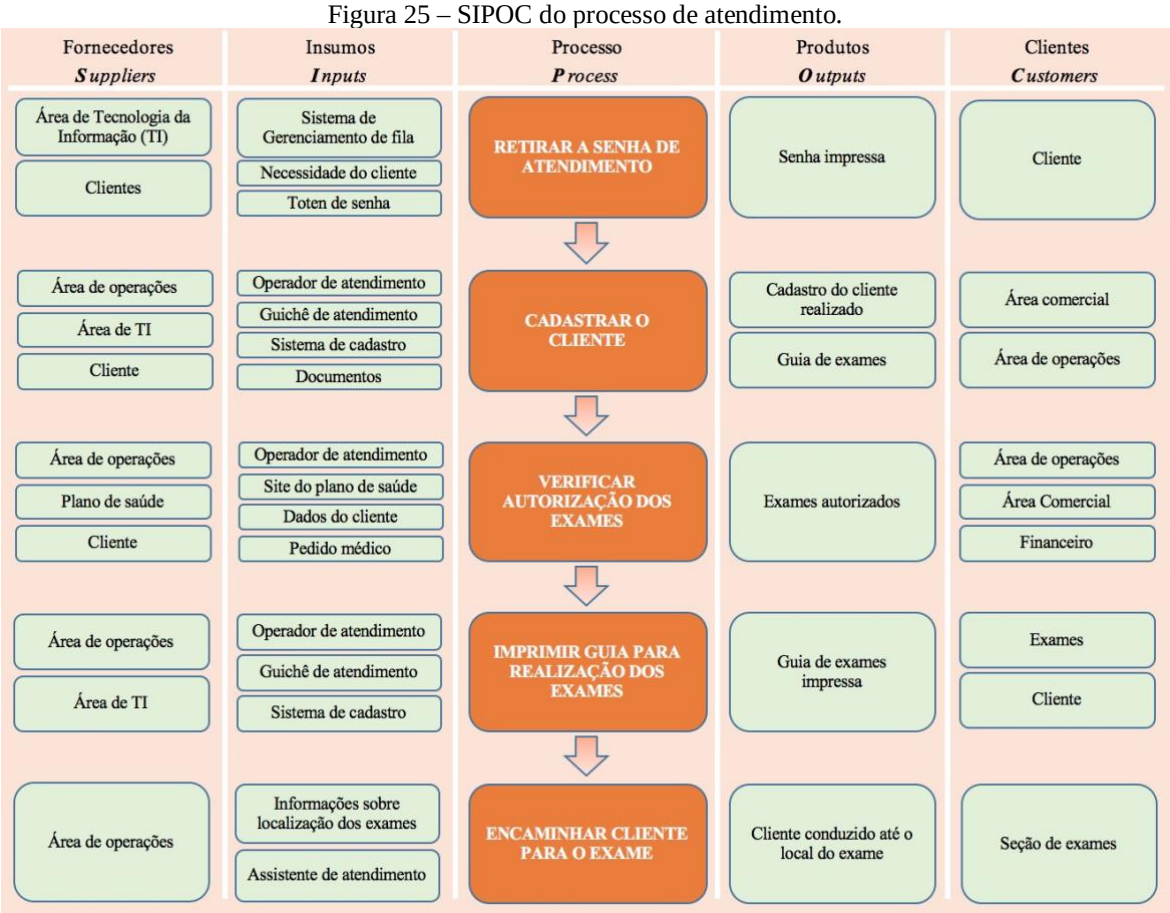
Como o valor calculado para a meta do projeto era avaliado por cada ponto percentual do NS atendimento que uma unidade de atendimento ganha acima do valor da meta da empresa (75%), o ganho financeiro do projeto, considerando que a meta do projeto fosse alcançada, seria de:

$$R\$45.120{,}00 \times (82 - 75) = R\$315.840{,}00$$

Para melhor definição do escopo do projeto, a empresa forneceu o diagrama SIPOC (Figura 25) que representava o processo gerador do problema. Assim, fazem parte do escopo apenas as atividades que vão desde a retirada da senha pelo cliente até o encaminhamento do mesmo para o exame na unidade de atendimento.

Com todas as informações em mãos, foi possível construir o *Project Charter*, ferramenta que visava documentar o projeto (Figura 26). Desse modo, a fase de definição do projeto foi concluída e pode-se seguir para a próxima etapa.

Figura 25 – SIPOC do processo de atendimento.



Fonte: o autor.

Figura 26 – *Project Charter*.

Contrato de Projeto
Project Charter

Projeto:	Aumento do Nível de Serviço de atendimento das unidades da regional Minas Gerais da empresa	Líder:	Leonardo Magalhães Feitosa de Melo
Cliente:	Unidades de atendimento da empresa	Patrocinador:	CEO da empresa
Área:	Operação	Data:	11/09/17

Objetivo do Projeto

Aumentar o nível de serviço de atendimento nas unidades de Minas Gerais da empresa através da melhoria no fluxo de atendimento dos clientes, de a modo elevar o índice de avaliação de atendimento, obter maior retorno financeiro e garantir satisfação dos clientes.

Justificativa / Histórico

De acordo com o valor mais recente (último mês) do indicador do nível de serviço de atendimento, as unidades de Minas Gerais apresentaram um resultado global de 68%, ou seja, abaixo da meta de 75%. Além disso, as demais regionais da empresa têm uma média de 81% nesse atendimento, valor muito maior do que na regional considerada. Esses fatos apresentam uma oportunidade de melhoria do negócio.

Definição da Meta	KPIs
Aumentar o nível de serviço de atendimento de 66,6% para 82% em um período de 1 ano.	NS atendimento

Limites do Projeto (Inclui | Exclui)

O escopo do projeto se limita as unidades da região de Minas Gerais nas atividades que ocorrem nas operações de atendimento, desde o momento que o cliente retira a sua senha até o momento em que ele levanta do guichê de atendimento e é encaminhado para o exame.

Premissas e Restrições do Projeto

Unidades que não são de Minas Gerais, etapas do processo antes do cliente ser atendido na recepção e após o encaminhamento para a realização dos exames, além de outros processos não envolvidos com o atendimento dos clientes, estão fora do escopo do projeto.

Equipe de Trabalho

	Nome	Cargo	Área
Líder:	Leonardo Magalhães Feitosa de Melo	Especialista de Melhoria Contínua	Melhoria Contínua
Suporte ao projeto:	[nome]	Master Black Belt	Melhoria Contínua
Patrocinador:	[nome]	CEO	Alta Administração
Membros da equipe:	[nomes de 3 a 5 membros]		[área da Melhoria Contínua] [área de atendimento] [área de operações]
Especialistas para suporte técnico:	[nomes de 2 a 3 membros]		[área de processos] [área da TI]

Requisitos do Cliente

Ser atendido e encaminhado rapidamente para a realização dos exames.

Contribuições para o Negócio

Aumento do nível de serviço de atendimento que contribuirá para a maior satisfação do cliente em relação à rapidez do atendimento pela melhora do fluxo do mesmo dentro das unidades. Isso irá contribuir para a fidelização do usuário, além de proporcionar retorno financeiro. Outrosim, a medida em que o nível de serviço de atendimento é melhorado, a empresa garante a estratégia de negócio de atender rapidamente seus clientes.

Valor do Ganho Financeiro (R$):	**R$315.840,00**
Responsável pela Aprovação:	[gerente de unidades da regional Minas Gerais]

Validação Final do Projeto

Aprovação:	[assinatura do gerente da regional Minas Gerais]

Fonte: o autor.

3.4 FASE DE MEDIÇÃO (*MEASURE*)

A regional Minas Gerais é composta de cinco unidades: Belo Horizonte (BH) Centro, Belo Horizonte (BH) Pampulha, Belo Horizonte (BH) Belvedere, Betim e Contagem. Então, para iniciar a fase de medição foi preciso avaliar a base de dados estratificada do NS atendimento de cada unidade e verificar se os dados disponíveis eram confiáveis.

Durante a verificação feita na base de dados estratificada fornecida pela empresa, com 24 dados de NS atendimento mês a mês para cada unidade de atendimento, constatou-se que os dados do primeiro ano (12 primeiros meses) estavam comprometidos em virtude de erros de digitação e registro tornando-os não confiáveis. O mesmo não ocorreu nos dados do segundo ano (12 últimos meses), que apresentaram uma base de dados confiável. Tendo em vista essa consideração, sabendo que a base de dados geral do projeto (regional de Minas Gerais) não estava comprometida e a partir da análise feita na etapa *define* que indicou que os últimos 12 meses dos dados disponíveis eram os mais críticos no período avaliado, somente os dados do segundo ano foram utilizados nessa fase do projeto.

Inicialmente, a média, a mediana e o desvio-padrão de cada uma das cinco unidades foram calculados para entender o comportamento do NS atendimento estratificado na regional Minas Gerais (Figura 27).

Figura 27 – Média, desvio-padrão e mediana do NS atendimento para cada unidade da regional Minas Gerais.

Descriptive Statistics: Unidade BH C, Unidade BH P, Unidade BH B, Unidade Beti, Unidade Cont

Variable	Mean	StDev	Median
Unidade BH Centro	76.375	2.291	76.650
Unidade BH Pampulha	78.775	2.679	78.850
Unidade BH Belvedere	56.77	3.78	55.65
Unidade Betim	79.975	2.497	80.050
Unidade Contagem	41.12	8.88	37.75

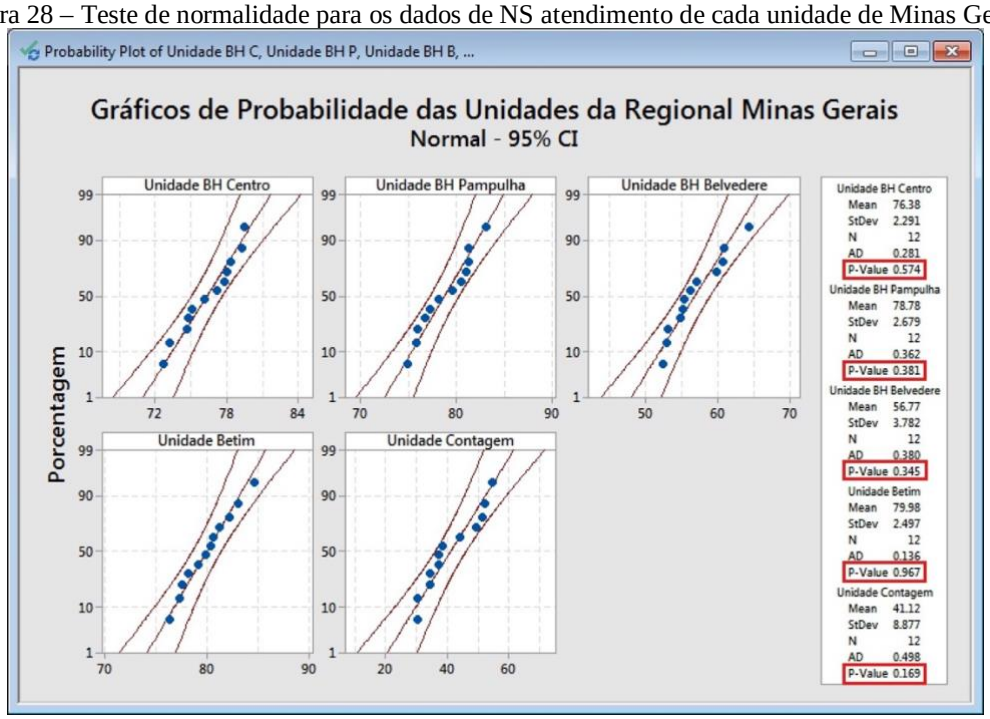
Fonte: o autor.

A partir dos valores da Figura 27, é fácil identificar que as unidades BH Belvedere e Contagem possuem as médias mais baixas quando comparadas com as outras (destacadas pelos círculos à esquerda). BH Centro, BH Pampulha e Contagem têm média de NS atendimento acima da meta de 75%. Ademais, o desvio padrão de Belvedere e Contagem (marcado pelos quadrados no centro) é maior do que das demais unidades, o que indicava maior dispersão dos dados em torno da média, principalmente na unidade Contagem.

Com o objetivo de garantir uma análise estatística mais robusta e menos influenciada por valores muito altos ou muito baixos, a mediana foi calculada e também explicita o baixo desempenho das unidades Belvedere e Contagem (indicada pelas marcações à direita).

Mais uma vez, antes de seguir com as próximas etapas, era importante que a normalidade dos dados de cada unidade fosse avaliada, conforme resultado obtido na Figura 28.

Figura 28 – Teste de normalidade para os dados de NS atendimento de cada unidade de Minas Gerais.



Fonte: o autor.

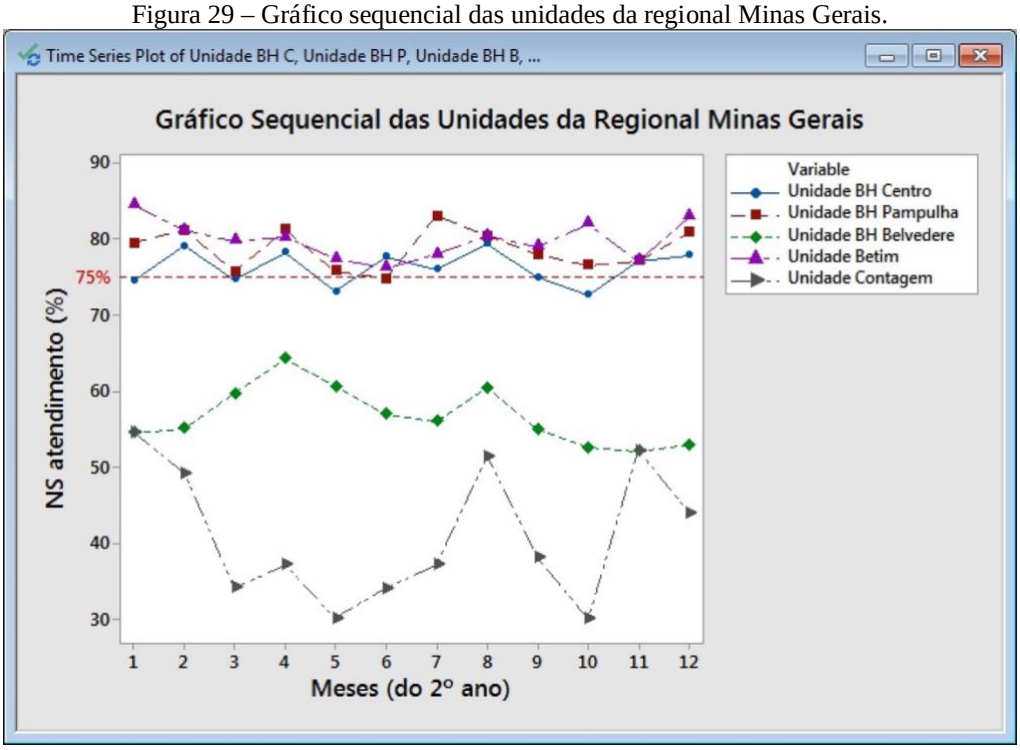
Apenas observando os gráficos na Figura 28, é possível perceber que os dados de todas as unidades estavam próximos de uma forma uniforme à linha central (da normal), indicando a normalidade dos dados. Para garantir que a afirmação acima estivesse correta, bastou verificar o p-valor (*P-Value*) de cada unidade:

- Unidade BH Centro: 0,574
- Unidade BH Pampulha: 0,381
- Unidade BH Belvedere: 0,345
- Unidade Betim: 0,967
- Unidade Contagem: 0,169

Todos os valores encontrados na análise eram maiores do que o nível de significância de 0,05, ou seja, falhamos ao rejeitar a hipótese nula de que os dados seguiam uma distribuição normal. Em outras palavras, os dados de cada unidade eram normais.

Continuando a fase de medição, para verificar alguma possível variabilidade ou padrão de comportamento o gráfico sequencial das unidades foi obtido através do Minitab (Figura 29).

Figura 29 – Gráfico sequencial das unidades da regional Minas Gerais.



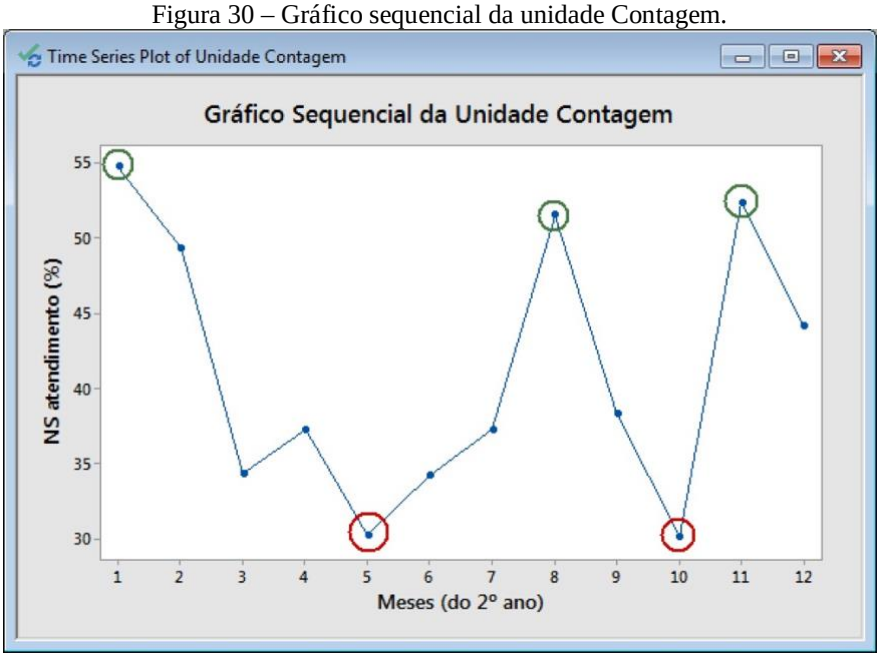
Fonte: o autor.

Visualmente, por meio do gráfico da Figura 29, confirmou-se o que havia sido verificado na estatística descritiva, as unidades BH Belvedere e Contagem apresentavam as piores médias e as maiores variabilidades do NS atendimento, sendo Contagem a unidade de desempenho mais crítico, tanto na média quanto na dispersão dos dados. As demais unidades refletiram o desempenho esperado das médias encontradas na estatística descritiva, já que a maior parte dos pontos estava acima da meta de 75%. Como forma de verificar algum comportamento específico das unidades, estas foram avaliadas separadamente.

Assim como pode ser observado na Figura 30, na unidade de desempenho mais baixo, cabe uma oportunidade para entender o que provocou a queda do NS atendimento do mês 1 para o mês 5 (de janeiro a maio) e do mês 8 para o mês 10 (de agosto a outubro). Da mesma forma, uma oportunidade se apresentou para obter informações sobre como a unidade conseguiu elevar cerca de 20% do indicador do mês 5 para o mês 8 (de maio a agosto) e, em mais de 20% em apenas um mês, do mês 10 para o mês 11 (de outubro a novembro).

Se não existirem outros erros de registro nos dados apresentados (erros de digitação foram corrigidos a partir da base de dados), ao buscar as razões que levaram a unidade a melhorar o indicador em apenas um mês, talvez seja possível replicar a estratégia na própria unidade e nas demais.

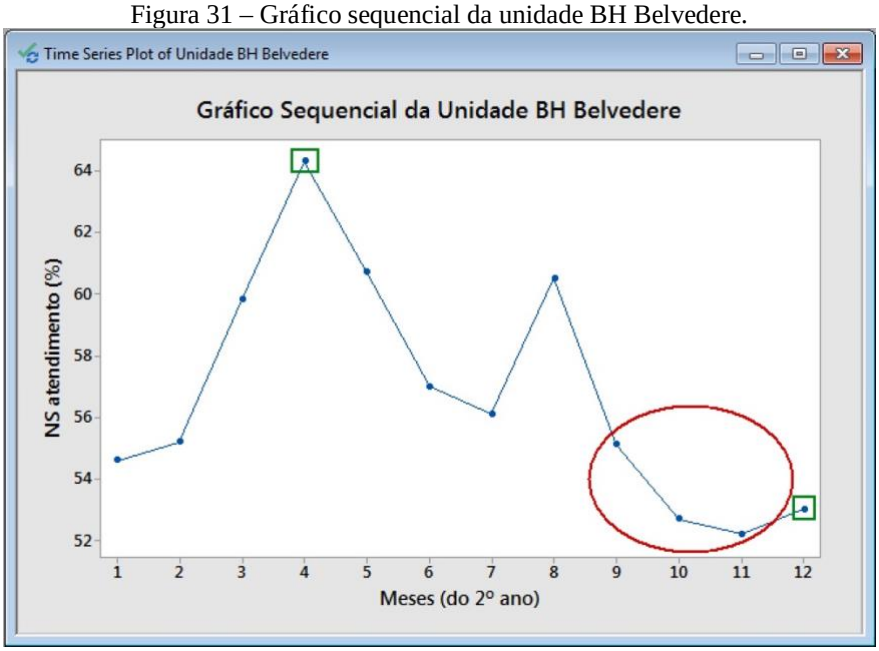
Figura 30 – Gráfico sequencial da unidade Contagem.



Fonte: o autor.

Ainda que a unidade Contagem tenha apresentado o pior resultado (Figura 29), é importante notar a acentuada queda do NS atendimento da unidade BH Belvedere a partir das marcações por um quadrado verde na Figura 31.

Figura 31 – Gráfico sequencial da unidade BH Belvedere.



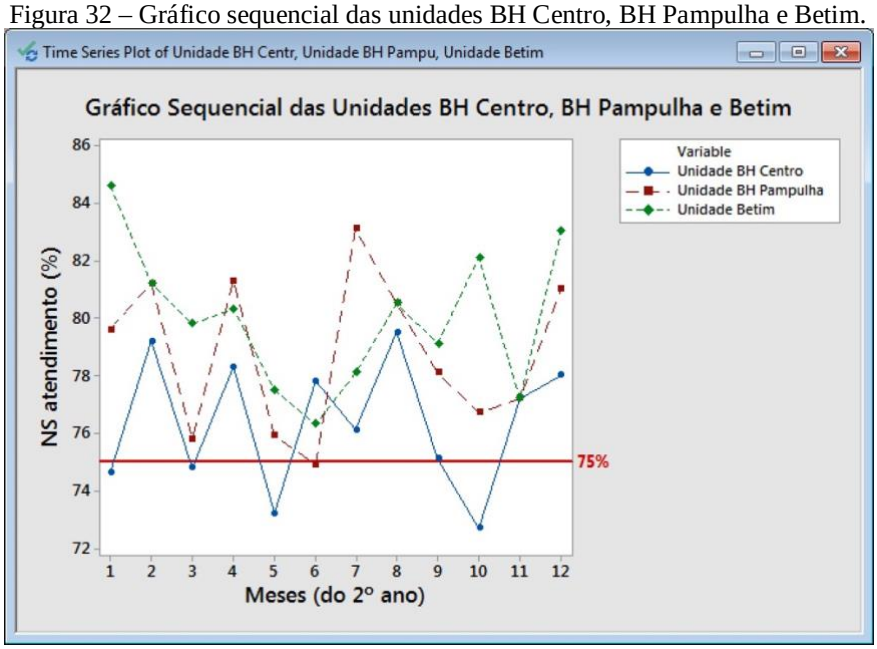
Fonte: o autor.

Em apenas 8 meses, o nível de serviço de atendimento despencou de aproximadamente 64% no quarto mês do 2º ano para menos de 54% no último mês do 2º ano, o que representava

mais de 10% de queda no índice. Também foi perceptível que os 3 meses próximos ao fim do ano 2 foram bastante impactantes, conforme indicado pelo círculo. A partir de agosto, notou-se uma forte tendência de queda no indicador de atendimento.

Em última análise feita através de gráficos sequenciais, ao avaliar o comportamento das três melhores unidades de Minas Gerais notou-se uma grande variação dos resultados a cada mês, para cima e para baixo (Figura 32). Como elas apresentam uma média de desempenho superior à meta de 75%, o impacto no NS atendimento não é relevante se comparado com as unidades de pior desempenho, pois valores acima dessa média não iriam influenciar na redução do nível de serviço do segundo ano para 66%. Sendo assim, seria interessante em futuras oportunidades além deste trabalho avaliar a existência causas especiais que estivessem provocando essa variação.

Figura 32 – Gráfico sequencial das unidades BH Centro, BH Pampulha e Betim.



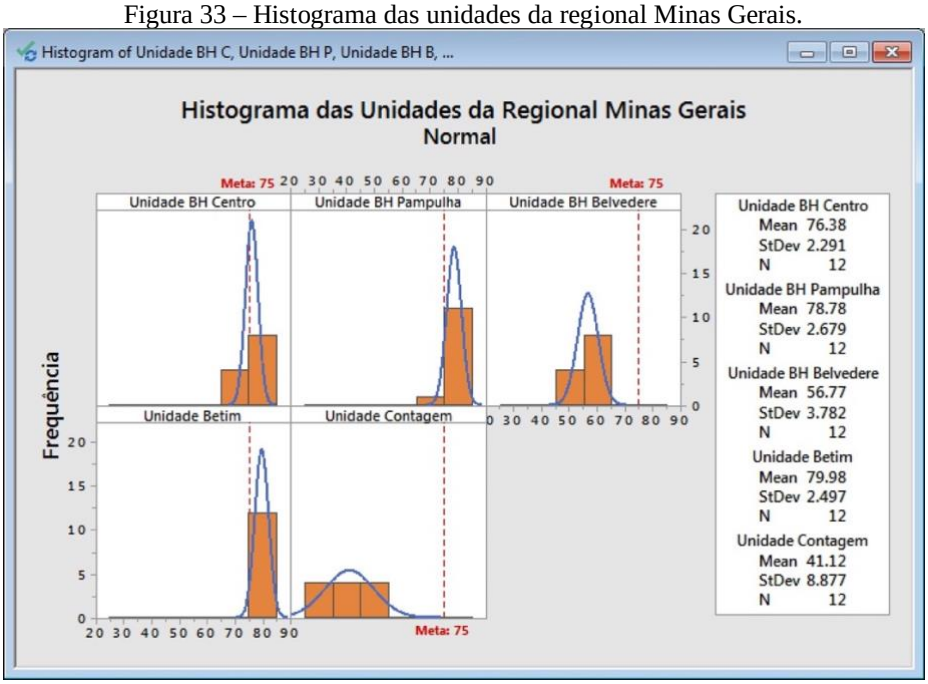
Fonte: o autor.

Outra ferramenta de avaliação usada no projeto foi o histograma. Através dele, verificou-se que as unidades Belvedere e Contagem estavam mais deslocadas para esquerda em relação à meta de 75%, o que indicava que suas médias são mais baixas, conforme identificado em análises anteriores (Figura 33).

Relacionando o que foi encontrado na estatística descritiva, (Figura 27) o histograma mostrou graficamente que existia maior dispersão nas duas unidades de menor desempenho quando comparadas às outras. Isso também confirma que o desvio-padrão de Contagem, muito maior do que as outras, definia uma curva de Gauss mais larga, o que poderia indicar a

existência de mais de uma causa para o problema. As outras curvas das unidades Centro, Pampulha e Betim apresentavam aspecto mais afunilado, indicando menor variabilidade dos dados, além do fato de estarem mais deslocadas à direita da meta (médias mais altas).

Figura 33 – Histograma das unidades da regional Minas Gerais.



Fonte: o autor.

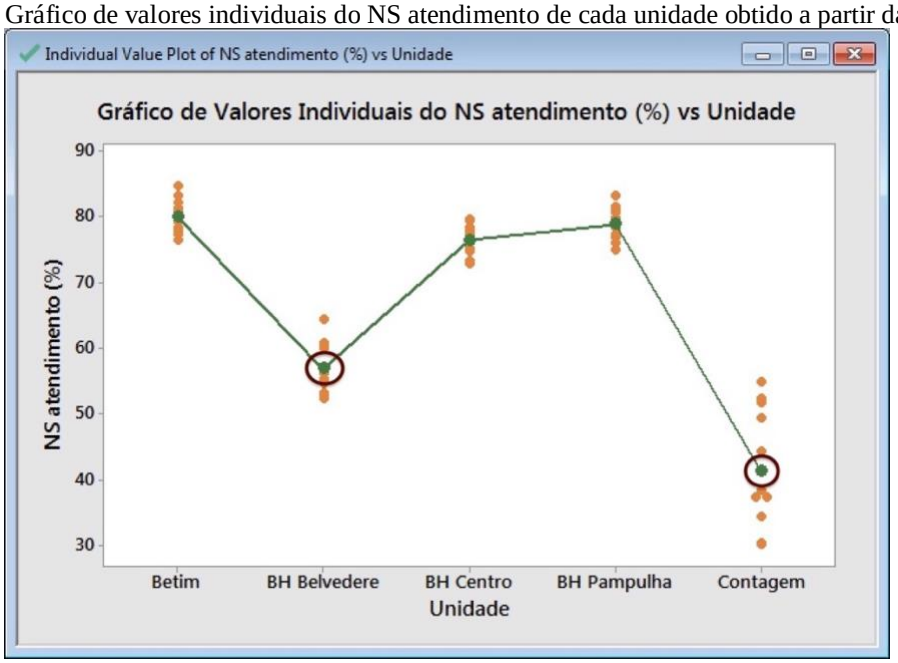
Em seguida, uma ANOVA foi conduzida para comparar as médias do NS atendimento em cada uma das unidades e para validar estatisticamente o que foi percebido pelas análises anteriores, começando pela análise do gráfico de valores individuais (Figura 34).

O gráfico de valores individuais (Figura 34) mostra o desempenho em porcentagem do NS atendimento para cada unidade de Minas Gerais. A linha conecta as médias do grupo. Apenas olhando o gráfico, foi possível perceber que existiam diferenças nas médias das unidades, já que as linhas não eram horizontais. As unidades BH Belvedere e Contagem aparentavam ter os resultados mais baixos no indicador avaliado. Desse modo, era muito difícil conseguir uma linha horizontal, mesmo se houvesse uma condição em que as médias do grupo fossem iguais. Portanto, considerando a existência de poucos dados a serem analisados, foi relevante testar estatisticamente se existiam diferenças reais nas médias ou se elas variavam aleatoriamente.

A ANOVA foi realizada considerando que as variâncias não eram iguais (frase destacada na Figura 35), pelo fato do desvio-padrão da unidade Contagem ser muito maior do que das outras, conforme já foi demonstrado em análises anteriores. O p-valor indicava a chance

das diferenças na média ocorrerem em virtude de variações aleatórias, que nesse caso foi de 0% (*P-Value* = 0,00). Assim, foi possível entender que existiam diferenças nas unidades.

Figura 34 – Gráfico de valores individuais do NS atendimento de cada unidade obtido a partir da ANOVA.



Fonte: o autor.

Figura 35 – ANOVA do NS atendimento para cada unidade da regional Minas Gerais.

One-way ANOVA: NS atendimento (%) versus Unidade

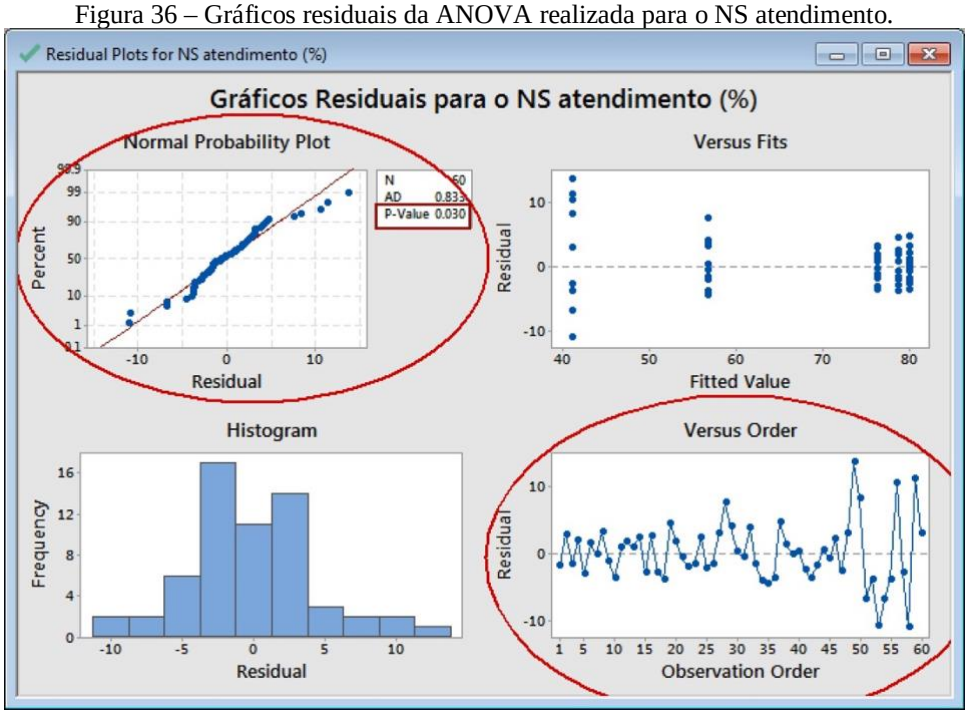
```
Method

Null hypothesis         All means are equal
Alternative hypothesis  At least one mean is different
Significance level      α = 0.05

Equal variances were not assumed for the analysis.


Factor Information

Factor   Levels  Values
Unidade       5  Unidade Betim, Unidade BH Belvedere, Unidade BH Centro
                 Unidade BH Pampulha, Unidade Contagem


Welch's Test

           DF
Source    Num   DF Den  F-Value  P-Value
Unidade     4  26.9644   123.17    0.000


Model Summary

  R-sq  R-sq(adj)  R-sq(pred)
91.94%    91.36%      90.41%


Means

Unidade                N    Mean  StDev       95% CI
Unidade Betim         12  79.975  2.497  (78.389, 81.561)
Unidade BH Belvedere  12   56.77   3.78  ( 54.36,  59.17)
Unidade BH Centro     12  76.375  2.291  (74.920, 77.830)
Unidade BH Pampulha   12  78.775  2.679  (77.073, 80.477)
Unidade Contagem      12   41.12   8.88  ( 35.48,  46.76)
```

Fonte: o autor.

Sabendo que a hipótese nula indicava que todas as médias eram iguais, pelo fato do p-valor encontrado ser menor do que o nível de significância de 5% (0,05) a hipótese nula foi rejeitada. Isso quer dizer que os desempenhos do NS atendimento das cinco unidades diferiam significativamente, confirmando o que foi dito acima. Para verificar a relevância do efeito da unidade no NS atendimento, analisou-se o valor do R-quadrado. Como ele era igual a 91,94%, foi possível afirmar que o impacto das unidades no nível de atendimento era forte.

Antes de concluir que os resultados da análise de variância eram válidos, foi preciso conduzir uma análise residual da ANOVA. Assim, tornou-se necessário avaliar se os resíduos (a diferença entre a medida e a média estimada do grupo) eram normalmente distribuídos e se existiam *outliers* ou irregularidades. No resultado apresentado na Figura 36, foi possível ver que os resíduos não eram normalmente distribuídos, tanto pela análise gráfica quanto pelo p-valor de 3% (menor do que 5%). No gráfico de observação da ordem, apesar de não haver *outliers*, houve um comportamento irregular.

Figura 36 – Gráficos residuais da ANOVA realizada para o NS atendimento.



Fonte: o autor.

Portanto, as premissas da ANOVA foram violadas. Ou seja, as conclusões não foram validadas ou não eram muito precisas. Uma forma de lidar com essa situação foi através da análise *Kruskal Wallis* (Figura 37).

Figura 37 – Teste *Kruskal-Wallis* para o NS atendimento de cada unidade.

Kruskal-Wallis Test: NS atendimento (%) versus Unidade

Kruskal-Wallis Test on NS atendimento (%)

Unidade	N	Median	Ave Rank	Z
Unidade Betim	12	80.05	48.1	3.91
Unidade BH Belvedere	12	55.65	18.1	-2.75
Unidade BH Centro	12	76.65	35.3	1.07
Unidade BH Pampulha	12	78.85	44.0	3.00
Unidade Contagem	12	37.75	6.9	-5.23
Overall	60		30.5	

H = 48.30 DF = 4 P = 0.000
H = 48.31 DF = 4 P = 0.000 (adjusted for ties)

Fonte: o autor.

O teste realizado mostrou que a mediana do NS atendimento da unidade Contagem era muito menor do que das outras unidades. A diferença entre a mediana da unidade Contagem e da unidade de menor desempenho entre as outras era de quase 20% (55,65%-37,75%=17,90%). Do mesmo modo, a unidade BH Belvedere quando comparada com a unidade de menor desempenho das três melhores, tinha uma diferença de 21% (76,65-55,65%=21,00%). O p-valor dado (*P-Value* = 0,000 < 0,050) indicou que a diferença entre as medianas era estatisticamente significante, ou seja, a hipótese nula deveria ser rejeitada. Assim, pode ser concluído que as unidades Contagem e BH Belvedere estavam influenciando na redução do desempenho do NS atendimento em Minas Gerais.

Em última análise, um teste de hipóteses para duas amostras foi feito para comparar as médias de cada unidade, começando por BH Pampulha e BH Betim, as duas unidades de melhor resultado.

Figura 38 – Teste de hipóteses para comparar as médias de BH Pampulha e BH Betim.

Two-Sample T-Test and CI: Unidade BH Pampulha, Unidade Betim

Two-sample T for Unidade BH Pampulha vs Unidade Betim

	N	Mean	StDev	SE Mean
Unidade BH Pampulha	12	78.78	2.68	0.77
Unidade Betim	12	79.98	2.50	0.72

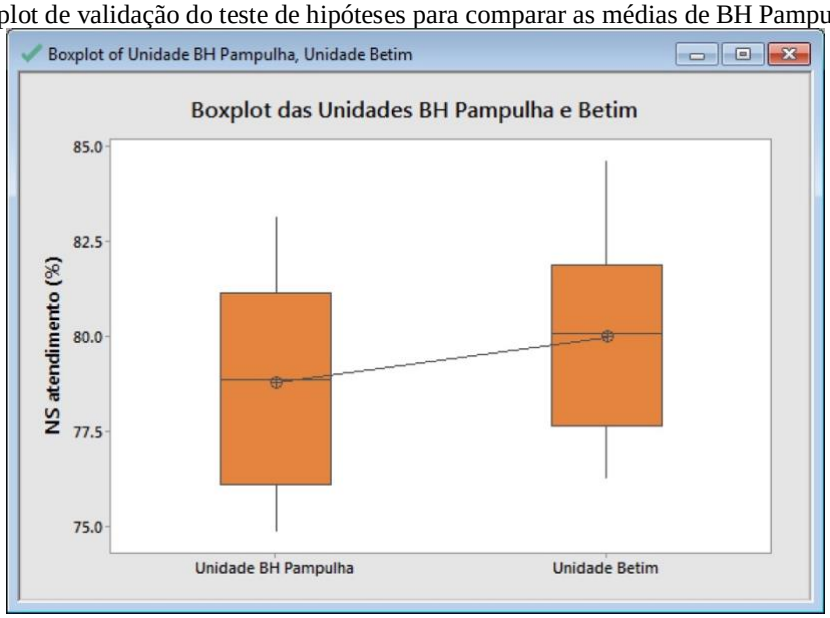
Difference = μ (Unidade BH Pampulha) - μ (Unidade Betim)
Estimate for difference: -1.20
95% CI for difference: (-3.40, 1.00)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = -1.14 P-Value = 0.269 DF = 21

Fonte: o autor.

Como o p-valor da Figura 38 (destacado pela elipse) era maior do que o nível de significância de 0,05 (5%), não rejeitamos a hipótese nula. Em outras palavras, não havia

evidência suficiente para afirmar que a diferença entre as médias das duas unidades, Pampulha e Betim, era estatisticamente significativa. Observou-se também que o intervalo de confiança destacado pelo retângulo incluía o zero, indicando que as médias poderiam assumir valores iguais. Como uma forma de validar o teste, um *boxplot* foi analisado na Figura 39. Verificou-se que não existiam *outliers* e que os dados não tinham grande assimetria, validando o p-valor.

Figura 39 – Boxplot de validação do teste de hipóteses para comparar as médias de BH Pampulha e BH Betim.



Fonte: o autor.

Em seguida, a unidade BH Pampulha foi comparada com a segunda unidade de desempenho mais baixo, BH Belvedere. Ao comparar as médias das unidades através do teste de hipóteses um cenário diferente foi encontrado se comparado com o resultado da unidade Betim (Figura 40).

Figura 40 – Teste de hipóteses para comparar as médias de BH Pampulha e BH Belvedere.

Two-Sample T-Test and CI: Unidade BH Pampulha, Unidade BH Belvedere

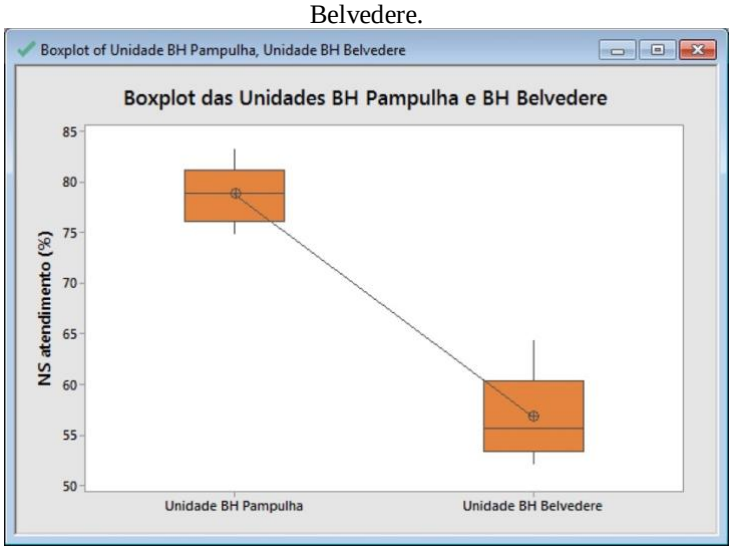
```
Two-sample T for Unidade BH Pampulha vs Unidade BH Belvedere

                       N   Mean  StDev  SE Mean
Unidade BH Pampulha   12  78.78   2.68     0.77
Unidade BH Belvedere  12  56.77   3.78      1.1


Difference = μ (Unidade BH Pampulha) - μ (Unidade BH Belvedere)
Estimate for difference:  22.01
95% CI for difference:  (19.21, 24.81)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 16.45  P-Value = 0.000  DF = 19
```

Fonte: o autor.

Já o p-valor da Figura 40 é menor do que o nível de significância de 0,05 (5%). Dessa forma, rejeitou-se a hipótese nula pois havia evidência para afirmar que a diferença entre a média das unidades (Pampulha e Belvedere) era estatisticamente significativa. Observe também que o zero não estava no intervalo de confiança destacado pelo retângulo azul, o que era um outro indicador para mostrar que as médias diferiam. Nesse caso, a unidade BH Belvedere deveria ser priorizada em relação à unidade BH Pampulha.

Novamente um *boxplot* obtido a partir da saída do teste de hipóteses foi analisado para validar os resultados apresentados (Figura 41). Apesar do gráfico mostrar a não existência de *outliers*, ocorreu assimetria à direita nos dados da unidade Belvedere indicando que talvez fosse necessário aumentar o número de amostras.

Figura 41 – *Boxplot* de validação do teste de hipóteses para comparar as médias de BH Pampulha e BH Belvedere.



Fonte: o autor.

Se as médias de BH Pampulha e BH Betim eram estatisticamente equivalentes, a média de BH Belvedere também era diferente de BH Betim. Coube então comparar as médias de BH Belvedere e BH Contagem pelo teste de hipóteses.

Assim como no caso anterior, o p-valor encontrado na Figura 42 era menor do que o nível de significância de 0,05 (5%). Então, rejeitamos a hipótese nula pois houve evidência para afirmar que a diferença entre a média das unidades (Belvedere e Contagem) era estatisticamente significativa. Aqui, o zero também não fazia parte do intervalo de confiança, indicando também que as médias não eram iguais. Ao comparar as médias das duas unidades, Contagem deveria ser priorizada. Desse modo, as unidades Contagem e BH Belvedere possuem valores de média significativamente mais baixos que as demais.

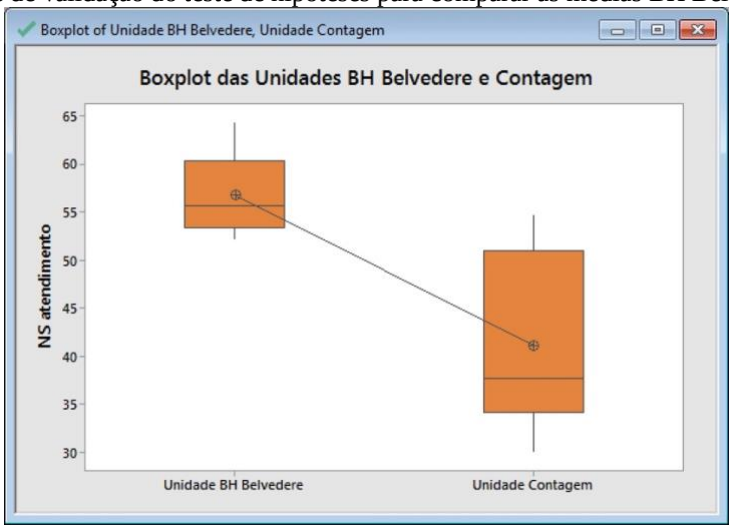
Figura 42 – Teste de hipóteses para comparar as médias de BH Belvedere e Contagem.

Two-Sample T-Test and CI: Unidade BH Belvedere, Unidade Contagem

```
Two-sample T for Unidade BH Belvedere vs Unidade Contagem

                       N   Mean  StDev  SE Mean
Unidade BH Belvedere  12  56.77   3.78      1.1
Unidade Contagem      12  41.12   8.88      2.6


Difference = μ (Unidade BH Belvedere) - μ (Unidade Contagem)
Estimate for difference:  15.65
95% CI for difference:  (9.68, 21.62)
T-Test of difference = 0 (vs ≠): T-Value = 5.62  P-Value = 0.000  DF = 14
```

Fonte: o autor.

Figura 43 – *Boxplot* de validação do teste de hipóteses para comparar as médias BH Belvedere e Contagem.



Fonte: o autor.

Apesar do *boxplot* indicar que não existiam *outliers* e mesmo que Contagem tenha o menor desempenho, seus dados não eram tão assimétricos quanto os valores da unidade BH Belvedere.

Após realizar as análises de estatística básica para comparar a média, desvio-padrão e mediana das unidades, pelo gráfico sequencial, pelo histograma, pela análise de variâncias (ANOVA) e pelos testes de hipóteses, existiam provas suficientes para afirmar que as unidades BH Belvedere e Contagem deveriam ser priorizadas no projeto já que elas apresentaram as piores médias do NS atendimento, maior dispersão e assimetria dos dados, maior tendência de queda do indicador e desempenho abaixo da média de 75%. Esse desempenho ruim das unidades foi responsável pelo impacto no baixo nível do serviço de atendimento na regional Minas Gerais.

Com duas unidades priorizadas, o próximo passo foi mapear o processo de atendimento e encaminhamento do cliente para compreender quais etapas estavam impactando no resultado final. Para construir o mapa do processo da Figura 44 foram usadas informações do SIPOC, as informações fornecidas pelos colaboradores e o uso dos cinco princípios *Lean*.

As saídas de cada etapa (y) eram controladas pela empresa para monitorar o desempenho de suas operações de modo que a saída final, o tempo de atendimento do cliente (Y1), era o parâmetro utilizado para verificar quantos clientes haviam sido atendidos em até 15 minutos e tinha impacto direto no NS atendimento.

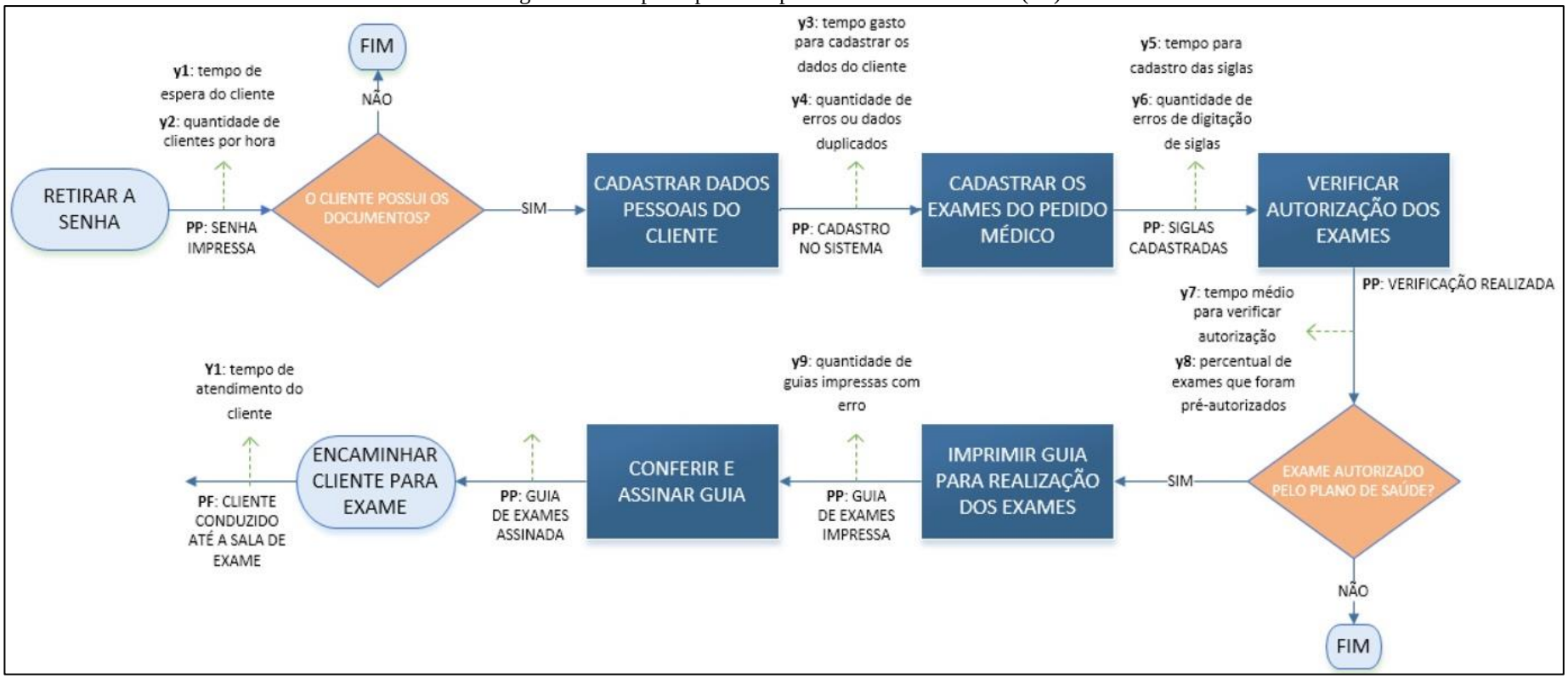
A primeira etapa do mapa de processo (Figura 44) consistia na retirada da senha de atendimento em um totem quando o cliente entra no estabelecimento, havendo a necessidade de um sistema de gestão de filas e o painel de senhas ativo. Em seguida, o cliente era convocado a partir da senha e um operador treinado verificava sua documentação, incluindo sua identidade, carteirinha do plano de saúde e pedido médico. Se ele possuísse todos os documentos, os dados do cliente eram cadastrados no sistema e uma guia de atendimento era aberta. Caso contrário, o cliente não era atendido.

A próxima etapa do processo de atendimento dizia respeito ao cadastramento das siglas dos exames no pedido médico. Com as siglas cadastradas, o passo seguinte era a verificação da autorização dos exames pelo plano de saúde. Com a autorização realizada, a guia de exames do cliente era impressa, conferida e assinada para que então, finalmente, ele pudesse ser encaminhado para a sala onde o exame era realizado. Se o exame não fosse autorizado pelo plano de saúde, ele não poderia seguir para os próximos passos.

Com exceção da etapa de retirada da senha pelo clientes, todas as outras tinham a necessidade de um operador de atendimento treinado. Também eram necessários procedimentos para o cadastramento de dados e dos exames, para liberação da autorização e impressão de guias.

Ainda sobre as necessidades no processo de atendimento, nas etapas de cadastramento de dados e dos exames do pedido médico os funcionários precisavam de um computador disponível e funcionando em condições de boa operação, além do sistema de abertura de guias ativo, sendo este último um parâmetro fora do controle da empresa. Outras demandas incluíam um telefone para que os operadores pudessem fazer a verificação da autorização do exame e uma impressora pronta para imprimir a guia de realização dos exames.

Figura 44 – Mapa de processo para Produto em Processo (PP).



Fonte: o autor

O desenho da Figura 44 permitiu uma visão geral sobre as etapas e parâmetros que poderiam impactar no atendimento realizado nas unidades BH Belvedere e Contagem. A aplicação da ferramenta *Lean* com o Seis Sigma para construir o mapa de processo, auxiliou de antemão na identificação de desperdícios no processo tais como o longo tempo de espera dos clientes, o tempo excessivo para cadastrar os exames e verificação a autorização, assim como diversos erros durante o cadastro do paciente.

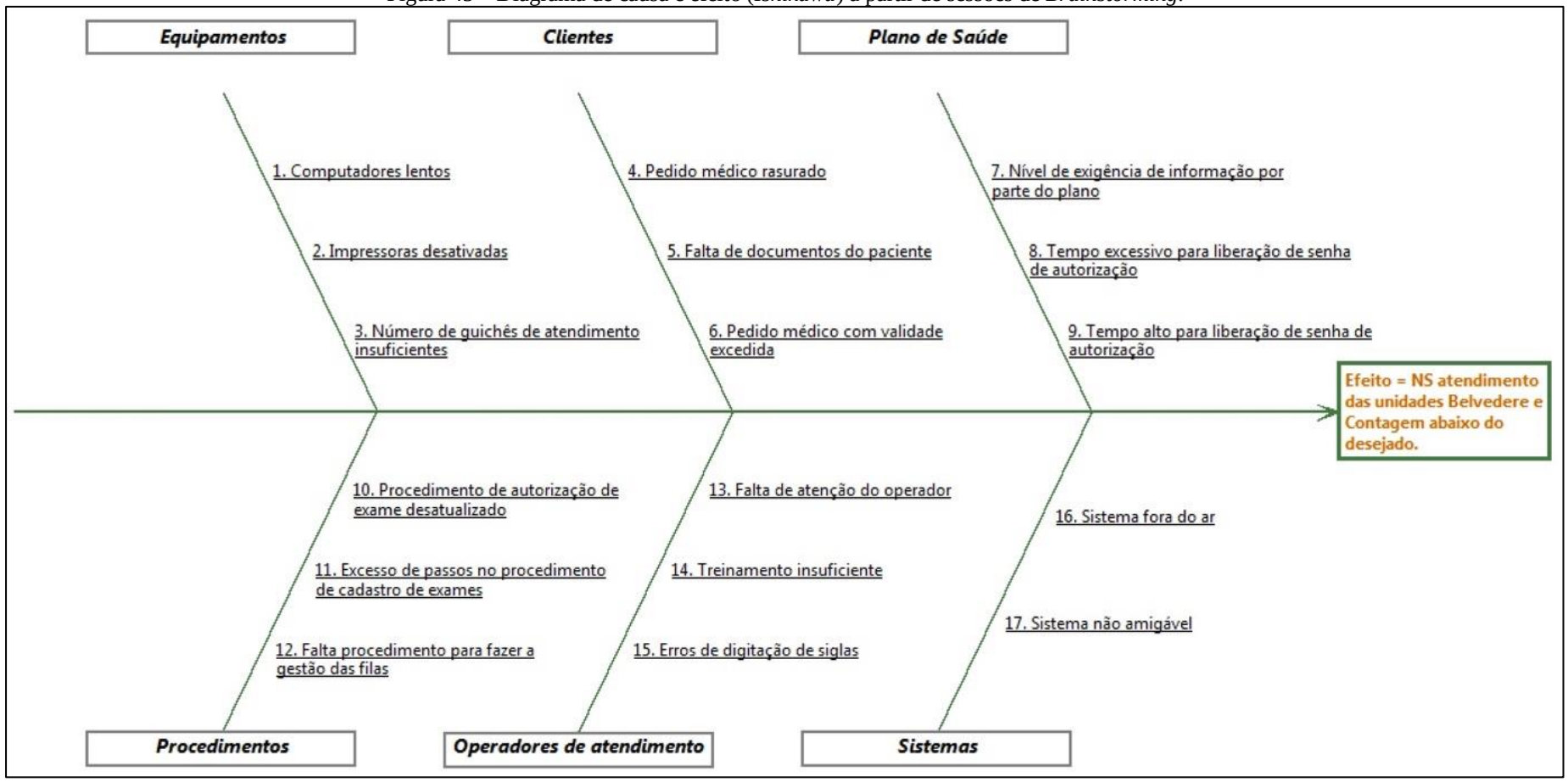
Posteriormente, para entender o que estava causando o problema do NS atendimento reduzido nas unidades estudadas, reuniu-se as principais pessoas envolvidas no processo em cada unidade para realizar sessões de *Brainstorming* com o objetivo de buscar oportunidades de melhoria e entender as dificuldades das pessoas e dos processos.

Com as informações fornecidas para o autor deste trabalho a partir das reuniões feitas, foi possível estruturar um *Ishikawa*, conforme a Figura 45. Em sequência, para priorizar as causas reconhecidas na "espinha de peixe" foi utilizada uma matriz de causa e efeito (Figura 46).

A partir da ordenação dos resultados da Figura 46, com base na porcentagem de impacto das entradas do processo, cada causa foi organizada em uma matriz de esforço x impacto (Figura 47) de acordo com critérios definidos pelo autor do presente trabalho:

- As causas x14, x3, x5, x13 e x11 foram as causas prioritárias, já que proporcionavam alto impacto no processo com baixo esforço;
- As causas x8, x12 e x10 eram causas interessantes para atuar. Mesmo que o impacto era baixo, o esforço necessário para solucionar as questões também o era, o que comprovava sua importância. Eram atividades para ver e agir. Por mais que as outras causas no mesmo quadrante tivessem baixo esforço, elas não seriam priorizadas para que o projeto não perdesse o foco ao ter diversas atividades para atuar;
- As causas x1 e x9 deveriam ter sua viabilidade analisada pois, por mais que o impacto fosse alto, seria necessário alto esforço para resolvê-las;
- As causas do quadrante de baixo impacto e alto esforço foram desconsideradas no projeto.

Figura 45 – Diagrama de causa e efeito (*Ishikawa*) a partir de sessões de *Brainstorming*.



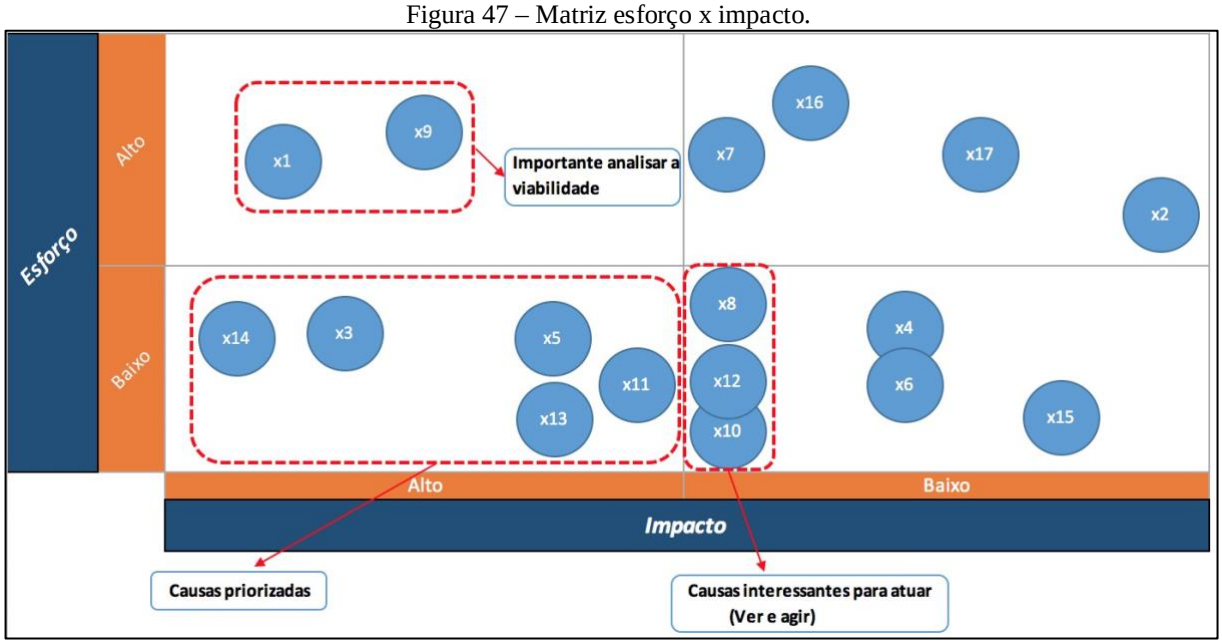
Fonte: o autor.

Figura 46 – Matriz de causa e efeito.

	ID	Saídas do Processo	Principais Ys do processo				TOTAL	Impacto de cada x (em %)
			y1 - tempo de espera do cliente	y5 - tempo de cadastro das siglas	y7 - tempo para verificar autorização	Y1 - tempo de liberação do cliente		
ENTRADAS	x	Possíveis Xs do processo (causas)	8	6	8	10		
	1	computadores lentos	0	5	5	3	100	8%
	2	impressoras desativadas	0	0	0	3	30	2%
	3	número de guichês de atend. reduzido	5	3	1	3	96	8%
	4	pedido médico rasurado	0	5	3	1	64	5%
	5	falta de documentos do paciente	0	5	3	3	84	7%
	6	pedido médico com validade excedida	0	5	3	1	64	5%
	7	nível de exigência de informações	0	0	5	3	70	6%
	8	burocracia excessiva para pré-autorização	0	0	5	3	70	6%
	9	tempo alto para liberação de senha de autorização	0	0	5	5	90	7%
	10	procedimento de autorização desatualizado	0	0	5	3	70	6%
	11	excesso de passos no procedimento de cadastro	0	3	3	3	72	6%
	12	falta procedimento para gestão de filas	5	0	0	3	70	6%
	13	falta de atenção do operador	0	5	3	3	84	7%
	14	treinamento insuficiente	0	5	5	5	120	10%
	15	erros de digitação de siglas	0	5	1	1	48	4%
	16	sistema fora do ar	0	5	1	3	68	5%
	17	sistema não é amigável	0	3	1	3	56	4%

Fonte: o autor.

Figura 47 – Matriz esforço x impacto.



Fonte: o autor.

3.5 FASE DE ANÁLISE (*ANALYSE)*

3.5.1 Primeira Análise

Após encontrar e priorizar as causas do problema no NS atendimento, a próxima etapa do projeto foi comprovar a perturbação delas no processo através de fatos e análise de dados, começando pela falta de documentos dos clientes. Dessa maneira, a primeira análise consistiu

em verificar se o parâmetro de processo “tempo para cadastrar os dados do cliente” possuía correlação com o parâmetro de processo “documentos”.

Antes de iniciar a análise, foi preciso definir o tamanho de amostra para testar a hipótese de correlação entre clientes com e sem documentos. Considerando um nível de confiança de 95%, com margem de erro de 5% e proporção histórica de clientes que não levam documentos de 15%, de acordo com informações fornecidas pela empresa, o seguinte cálculo foi feito:

$$n = \bar{p}(1 - \bar{p})\left(\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}}{E}\right)^2$$

Sendo:

$$E = 5\% = 0{,}05\ (precisão\ da\ estimativa)$$
$$\bar{p} = 0{,}15\ (clientes\ sem\ documentos)$$
$$\alpha = 100 \times (1 - Nível\ de\ Confiança)\% = 1 - Nível\ de\ Confiança = 0{,}05 \therefore \frac{\alpha}{2} = 0{,}025$$

O valor de $Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1{,}96$ foi encontrado através da tabela da normal, considerando a simetria da curva normal, já que o valor destacado na Figura 48 era negativo. Desse modo, o seguinte cálculo do tamanho amostral foi realizado:

$$n = 0{,}15\ \times 0{,}85\left(\frac{1{,}96}{0{,}05}\right)^2 \therefore n \cong 196$$

Portanto, o tamanho amostral apropriado para um nível de confiança de 95% em usar $\bar{p} = 0{,}15$ para estimar p com um erro menor do que 5% era de 196. Considerando a proporção apresentada, o número de clientes com documentos seria de $196 \times 85\% \cong 167$ e o número de clientes sem documentos seria de aproximadamente 29, para testes em que a coleta em pares não fosse necessária.

Todavia, o número de amostras disponíveis era de 114 (57 clientes com documento e 57 sem documento). Com isso, o número total de amostras era menor do que os 196 que deveriam ser utilizados. Como a proposta era comparar os tempos de cadastro de clientes com documentos e sem documentos através de um teste t-pareado, seria importante que os dois grupos tivessem a mesma quantidade de amostras, razão pela qual os dois grupos de amostras disponíveis possuíam a mesma quantidade de dados.

Figura 48 – Tabela da distribuição normal padrão com destaque para um nível de confiança de 95%.

Table II Cumulative Standard Normal Distribution

z	−0.09	−0.08	−0.07	−0.06	−0.05	−0.04	−0.03	−0.02	−0.01	−0.00
−3.9	0.000033	0.000034	0.000036	0.000037	0.000039	0.000041	0.000042	0.000044	0.000046	0.000048
−3.8	0.000050	0.000052	0.000054	0.000057	0.000059	0.000062	0.000064	0.000067	0.000069	0.000072
−3.7	0.000075	0.000078	0.000082	0.000085	0.000088	0.000092	0.000096	0.000100	0.000104	0.000108
−3.6	0.000112	0.000117	0.000121	0.000126	0.000131	0.000136	0.000142	0.000147	0.000153	0.000159
−3.5	0.000165	0.000172	0.000179	0.000185	0.000193	0.000200	0.000208	0.000216	0.000224	0.000233
−3.4	0.000242	0.000251	0.000260	0.000270	0.000280	0.000291	0.000302	0.000313	0.000325	0.000337
−3.3	0.000350	0.000362	0.000376	0.000390	0.000404	0.000419	0.000434	0.000450	0.000467	0.000483
−3.2	0.000501	0.000519	0.000538	0.000557	0.000577	0.000598	0.000619	0.000641	0.000664	0.000687
−3.1	0.000711	0.000736	0.000762	0.000789	0.000816	0.000845	0.000874	0.000904	0.000935	0.000968
−3.0	0.001001	0.001035	0.001070	0.001107	0.001144	0.001183	0.001223	0.001264	0.001306	0.001350
−2.9	0.001395	0.001441	0.001489	0.001538	0.001589	0.001641	0.001695	0.001750	0.001807	0.001866
−2.8	0.001926	0.001988	0.002052	0.002118	0.002186	0.002256	0.002327	0.002401	0.002477	0.002555
−2.7	0.002635	0.002718	0.002803	0.002890	0.002980	0.003072	0.003167	0.003264	0.003364	0.003467
−2.6	0.003573	0.003681	0.003793	0.003907	0.004025	0.004145	0.004269	0.004396	0.004527	0.004661
−2.5	0.004799	0.004940	0.005085	0.005234	0.005386	0.005543	0.005703	0.005868	0.006037	0.006210
−2.4	0.006387	0.006569	0.006756	0.006947	0.007143	0.007344	0.007549	0.007760	0.007976	0.008198
−2.3	0.008424	0.008656	0.008894	0.009137	0.009387	0.009642	0.009903	0.010170	0.010444	0.010724
−2.2	0.011011	0.011304	0.011604	0.011911	0.012224	0.012545	0.012874	0.013209	0.013553	0.013903
−2.1	0.014262	0.014629	0.015003	0.015386	0.015778	0.016177	0.016586	0.017003	0.017429	0.017864
−2.0	0.018309	0.018763	0.019226	0.019699	0.020182	0.020675	0.021178	0.021692	0.022216	0.022750
−1.9	0.023295	0.023852	0.024419	0.024998	0.025588	0.026190	0.026803	0.027429	0.028067	0.028717
−1.8	0.029379	0.030054	0.030742	0.031443	0.032157	0.032884	0.033625	0.034379	0.035148	0.035930
−1.7	0.036727	0.037538	0.038364	0.039204	0.040059	0.040929	0.041815	0.042716	0.043633	0.044565

Fonte: Montgomery; Runger, 2003.

Tendo em vista a proporção apresentada, o número amostral de clientes com documentos deveria ser de $196 \times 85\% \cong 167$ e o número amostral de clientes sem documentos seria de aproximadamente 29, para testes em que a coleta em pares não fosse necessária. Como essa condição é relevante na análise do problema, para cada grupo eram necessárias $\frac{196}{2} = 98$ amostras. Consequentemente, com a proporção histórica descrita na análise, o número total de amostras coletadas deveria ser de:

$$\frac{98}{15\%} \cong 654\ amostras\ no\ total$$

Considerando os dados disponibilizados, se 57 amostras são de clientes sem documento, o número total de amostras coletadas (diferente do tamanho da amostra utilizada), respeitando a proporção histórica, deveria ser de:

$$\frac{57}{15\%} = 380\ amostras\ no\ total$$

Em determinadas situações, coletar mais amostras do que as disponíveis pode levar a maiores custos e pode atrasar o andamento do projeto. Desse modo, a comparação do tempo de cadastro foi feita com o que estava disponível para ser analisado.

Portanto, dois vieses poderiam ser considerados nesta análise mantendo o número de amostras disponíveis e a mesma proporção:

1. Se o erro fosse o mesmo, o nível de confiança seria reduzido.

$$n = \bar{p}(1-\bar{p})\left(\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}}{E}\right)^2 \therefore 57 + 57 = 0{,}15 \times 0{,}85 \times \left(\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}}{0{,}05}\right)^2 \therefore 114 = 0{,}1275 \times \left(\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}}{0{,}05}\right)^2 \therefore$$

$$Z_{\frac{\alpha}{2}} = 1{,}495$$

Então, o nível de confiança seria de aproximadamente 93%, de acordo com Figura 49, o que representou uma redução de apenas 2% no indicador considerado inicialmente. O resultado fazia sentido, já que com um número menor de amostras, mantendo os outros fatores, a confiança em garantir as condições estabelecidas no problema não seria mais a mesma.

Figura 49 – Tabela da distribuição normal padrão com destaque para o Z de 1.49.

Table II Cumulative Standard Normal Distribution (*continued*)

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.500000	0.503989	0.507978	0.511967	0.515953	0.519939	0.532922	0.527903	0.531881	0.535856
0.1	0.539828	0.543795	0.547758	0.551717	0.555760	0.559618	0.563559	0.567495	0.571424	0.575345
0.2	0.579260	0.583166	0.587064	0.590954	0.594835	0.598706	0.602568	0.606420	0.610261	0.614092
0.3	0.617911	0.621719	0.625516	0.629300	0.633072	0.636831	0.640576	0.644309	0.648027	0.651732
0.4	0.655422	0.659097	0.662757	0.666402	0.670031	0.673645	0.677242	0.680822	0.684386	0.687933
0.5	0.691462	0.694974	0.698468	0.701944	0.705401	0.708840	0.712260	0.715661	0.719043	0.722405
0.6	0.725747	0.729069	0.732371	0.735653	0.738914	0.742154	0.745373	0.748571	0.751748	0.754903
0.7	0.758036	0.761148	0.764238	0.767305	0.770350	0.773373	0.776373	0.779350	0.782305	0.785236
0.8	0.788145	0.791030	0.793892	0.796731	0.799546	0.802338	0.805106	0.807850	0.810570	0.813267
0.9	0.815940	0.818589	0.821214	0.823815	0.826391	0.828944	0.831472	0.833977	0.836457	0.838913
1.0	0.841345	0.843752	0.846136	0.848495	0.850830	0.853141	0.855428	0.857690	0.859929	0.862143
1.1	0.864334	0.866500	0.868643	0.870762	0.872857	0.874928	0.876976	0.878999	0.881000	0.882977
1.2	0.884930	0.886860	0.888767	0.890651	0.892512	0.894350	0.896165	0.897958	0.899727	0.901475
1.3	0.903199	0.904902	0.906582	0.908241	0.909877	0.911492	0.913085	0.914657	0.916207	0.917736
1.4	0.919243	0.920730	0.922196	0.923641	0.925066	0.926471	0.927855	0.929219	0.930563	0.931888
1.5	0.933193	0.934478	0.935744	0.936992	0.938220	0.939429	0.940620	0.941792	0.942947	0.944083

Fonte: Montgomery; Runger, 2003.

2. Se o nível de confiança fosse o mesmo, a precisão da estimativa seria alterada (maior margem de erro).

$$n = \bar{p}(1-\bar{p})\left(\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}}{E}\right)^2 \therefore 114 = 0{,}15 \times 0{,}85 \times \left(\frac{1{,}96}{E}\right)^2 \therefore 114 = 0{,}1275 \times \left(\frac{1{,}96}{E}\right)^2 \therefore$$

$$E = 0{,}06554 \cong 6{,}5\%$$

Logo, a margem de erro nesse caso aumentou em 1,5 pontos percentuais em relação ao que foi definido inicialmente (precisão da estimativa de 5%). Pelo fato do tamanho da

amostra ser menor do que o valor calculado como apropriado, mantendo o mesmo nível de confiança (95%), esse resultado também fazia sentido.

Antes de realizar os próximos passos, para os dois grupos considerados, foram realizadas análises de estatística descritiva (para efeitos de comparação do tempo de cadastro de clientes) e testes de normalidade (condição para testes paramétricos).

Figura 50 – Estatística descritiva do tempo de cadastro com e sem documento.

Descriptive Statistics: tempo de cadastro com documento, tempo de cadastro sem documento

Variable	CumN	Mean	StDev	Minimum	Median	Maximum
tempo de cadastro com documento	57	2.9883	0.1916	2.5629	3.0073	3.4682
tempo de cadastro sem documento	57	4.9385	0.3655	4.0725	4.9281	6.0501

Fonte: o autor.

A partir dos resultados da Figura 50, para 57 amostras em cada grupo, a diferença entre o tempo de cadastro de clientes com e sem documento foi identificável. A média do tempo de cadastro sem documento era cerca de 2 minutos maior do que para aqueles que estavam com os documentos em mãos, correspondendo a aproximadamente 60%. No desvio padrão dos dados, por mais que a diferença fosse pequena, o tempo de cadastro sem documento possuía uma dispersão dos dados ligeiramente maior.

Para garantir uma análise estatística mais robusta e menos influenciada por valores muito altos ou muito baixos, a mediana foi calculada para essa situação e ela também mostrou um tempo maior de cadastro para as pessoas sem documento.

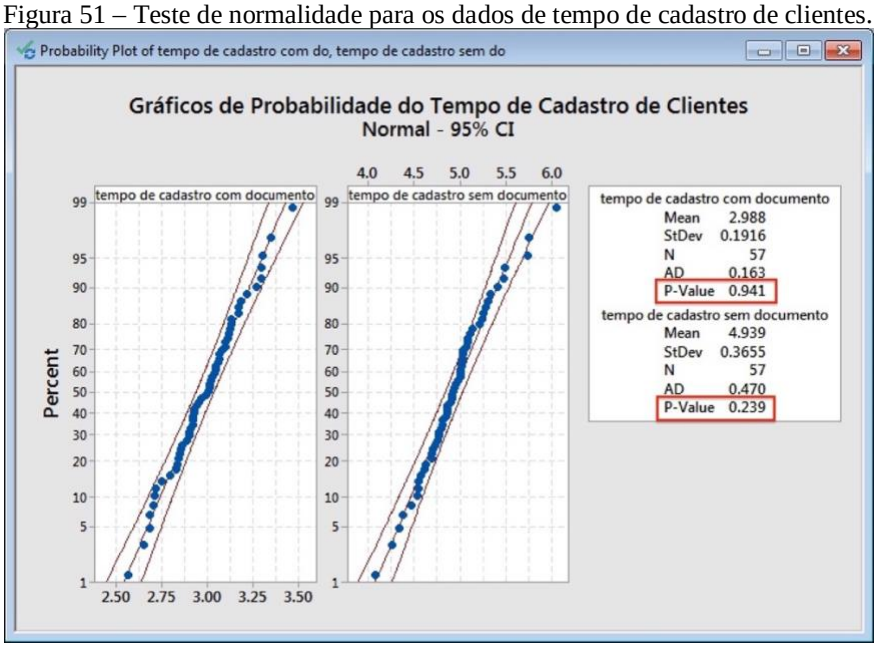
O que mais chamou a atenção foi que o valor mínimo do tempo de cadastro sem documento era maior do que o valor máximo daqueles que possuíam documentos, o que implicava que o atendimento demorava mais tempo quando a pessoa não estava com os documentos em mãos ao chegar na unidade.

De acordo com o teste apresentado na Figura 51, apenas observando o gráfico do tempo de cadastro com documento foi possível ver que os dados estavam próximos de uma forma uniforme à linha central (da normal). Ou seja, foi possível inferir que os dados eram normais. No gráfico do tempo de cadastro sem documento, por mais que os dados tivessem comportamento semelhante, existiam valores distantes da linha central. Então, para garantir o resultado, bastou verificar o p-valor (*P-Value*) de cada grupo:

- Amostra do tempo de cadastro com documento: 0,941
- Amostra do tempo de cadastro sem documento: 0,239

Em ambos os casos, os valores encontrados na análise eram maiores do que o nível de significância de 0,05, ou seja, falhamos ao rejeitar a hipótese nula de que os dados seguiam uma distribuição normal. Em outras palavras, os dados eram normais.

Figura 51 – Teste de normalidade para os dados de tempo de cadastro de clientes.



Fonte: o autor.

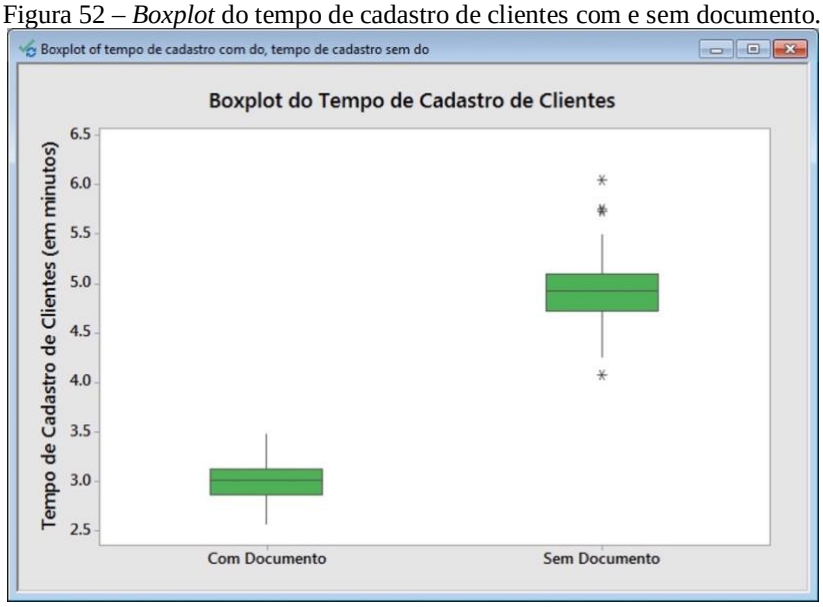
A observação do *boxplot* (Figura 52) permitiu visualizar graficamente o que havia sido mostrado pela estatística descritiva. Diferenças existiam no tempo de cadastro de clientes entre as duas situações. Clientes que iam até as unidades sem documento tinham um tempo maior de atendimento do que aqueles que levavam os documentos. Ambos os casos não possuíam grande assimetria em suas distribuições e a dispersão dos dados era pequena, o que comprovava o resultado do desvio padrão.

Coube notar que a distribuição dos dados dos clientes sem documento era ligeiramente maior do que dos clientes com documento. Além disso, o *boxplot* (Figura 52) das pessoas sem documento apresentava *outliers* nas duas caudas da distribuição. Considerando que os dados estavam corretos, era necessário que o processo fosse investigado mais detalhadamente para determinar as causas desse problema.

Ao realizar um teste de hipóteses t-pareado (Figura 53), comprovou-se o que foi visto na estatística básica de que a estimativa da diferença da média da população era de aproximadamente 2 minutos. O intervalo de confiança indicou que poderíamos ter 95% de confiança de que a diferença média estava entre 1.8 e 2 minutos. Como o zero não faz parte

desse intervalo, esse já era um indicador de que existia diferença nos tempos de cadastro dos clientes com e sem documento.

Figura 52 – *Boxplot* do tempo de cadastro de clientes com e sem documento.



Fonte: o autor.

Ao verificar o p-valor igual a 0 (Figura 53), notou-se que ele possuía um nível de significância menor do que 0,05 (5%). Então, a hipótese nula foi rejeitada pelo fato de existir evidência suficiente de que a diferença de tempo de cadastro dos clientes sem e com documento era estatisticamente significativa. Como clientes sem documento tinham um tempo de cadastro maior, a falta de documentos do paciente impactava no NS atendimento.

Por fim, para verificar se existiam problemas nos dados que poderiam invalidar ou afetar negativamente o teste, foram utilizados dois gráficos para buscar por assimetria e potenciais *outliers*. O comportamento do histograma (Figura 54) mostrou que os dados não eram extremamente assimétricos. A partir disso, a validade do p-valor não foi afetada. Por fim, o *boxplot* das diferenças (Figura 55) mostrou que não existiam *outliers* que pudessem comprometer a análise feita.

3.5.2 Segunda Análise

A segunda análise verificou o impacto do treinamento insuficiente e da falta de atenção através da hipótese de dependência entre a experiência do colaborador e identificação de erros na guia de atendimento. Considerando que ambas as variáveis são categóricas, o teste mais adequado era o teste qui-quadrado.

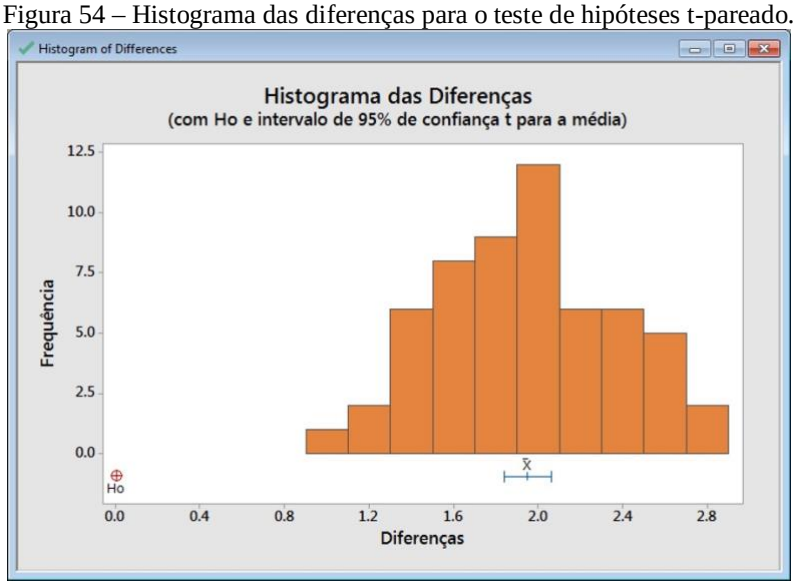
Figura 53 – Teste de hipóteses t-pareado para o tempo de cadastro de clientes com e sem documento.

Paired T-Test and CI: tempo de cadastro sem documento, tempo de cadastro com documento

```
Paired T for tempo de cadastro sem documento - tempo de cadastro com documento

                                N    Mean   StDev  SE Mean
tempo de cadastro sem documento 57  4.9385  0.3655   0.0484
tempo de cadastro com documento 57  2.9883  0.1916   0.0254
Difference                      57  1.9502  0.4281   0.0567


95% CI for mean difference: (1.8366, 2.0638)
T-Test of mean difference = 0 (vs ≠ 0): T-Value = 34.39  P-Value = 0.000
```

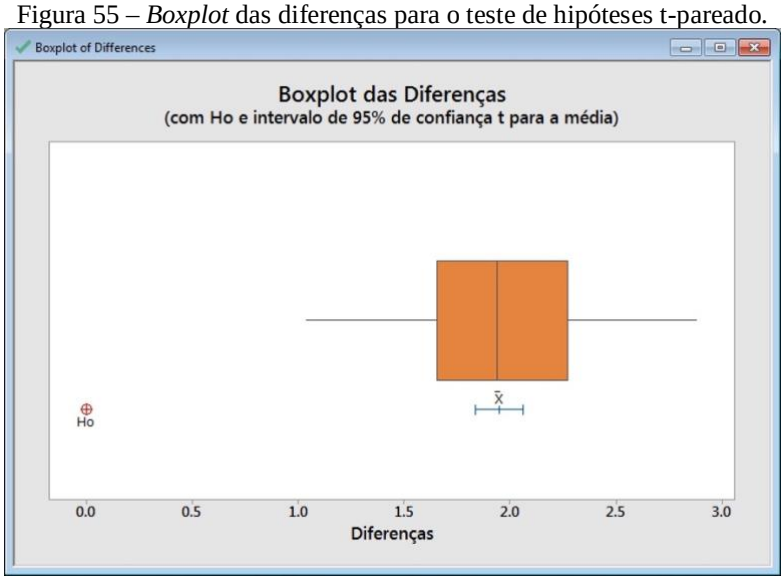
Fonte: o autor.

Figura 54 – Histograma das diferenças para o teste de hipóteses t-pareado.



Fonte: o autor.

Figura 55 – *Boxplot* das diferenças para o teste de hipóteses t-pareado.



Fonte: o autor.

Na Figura 56, tanto na estatística do qui-quadrado de Pearson quanto na estatística qui-quadrado da razão da verossimilhança, o p-valor encontrado era igual a zero, ou seja, ele era menor do que o nível de significância de 5% (0.05). Dessa forma, rejeitamos a hipótese nula por haver evidência suficiente de que a experiência do colaborador e a identificação do erro eram variáveis associadas e dependentes. Ou seja, a falta de atenção do operador e o treinamento insuficiente impactavam no NS atendimento.

Figura 56 – Teste Qui-Quadrado por associação do colaborador e da guia de atendimento.

Chi-Square Test for Association: colaborador, guia de atendimento

Rows: colaborador Columns: guia de atendimento

	com erro	sem erro	All
experiente	5 10.56 -5.560	28 22.44 5.560	33
inexperiente	11 5.44 5.560	6 11.56 -5.560	17
All	16	34	50

Cell Contents: Count
Expected count
Residual

Pearson Chi-Square = 12.662, DF = 1, P-Value = 0.000
Likelihood Ratio Chi-Square = 12.541, DF = 1, P-Value = 0.000

Fonte: o autor.

A partir do resultado da Figura 56, foi possível perceber que mais da metade das guias não possuía erro e grande parte disso era atribuído aos colaboradores experientes, já que a contagem dos dados dos experientes é maior (conforme destacado pelo círculo). Isso indicava que funcionários treinados e focados cometiam menos erros do que aqueles que não haviam sido adequadamente treinados e não tinham atenção na atividade.

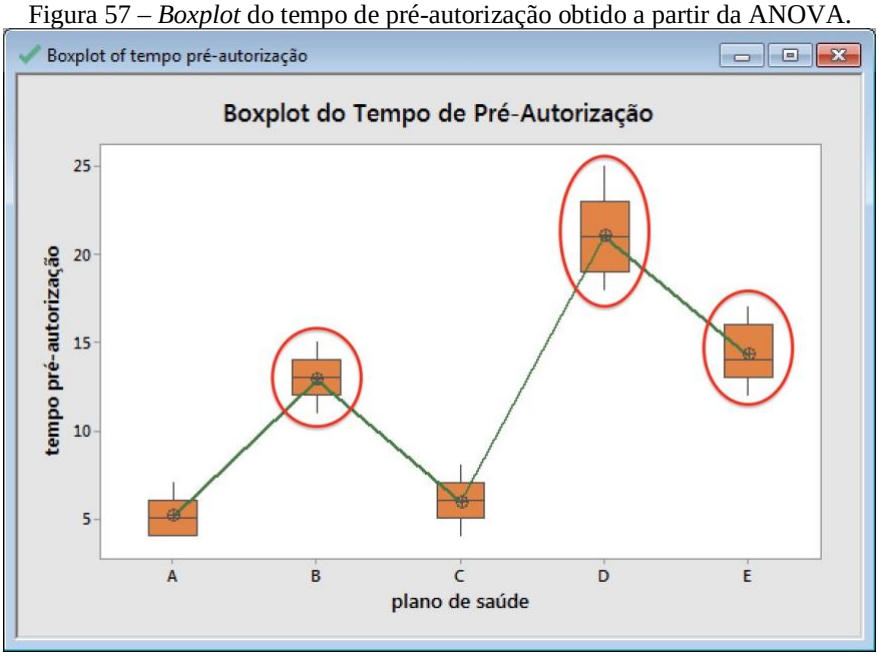
3.5.3 Terceira Análise

O próximo passo foi verificar o impacto do tempo alto para obter autorização do exame de cada um dos cinco planos de saúde disponíveis. Para isso, foi feita uma ANOVA para comparar o tempo médio na obtenção de autorização dos planos de saúde.

O *boxplot* do tempo de pré-autorização obtido através da ANOVA (Figura 57) permitiu avaliar o tempo médio (conectado pela linha) para obter autorização de cada plano de saúde.

Ao avaliar o gráfico, foi possível inferir que as médias de tempo dos planos de saúde eram diferentes, pois as linhas que conectavam as médias não eram horizontais.

Figura 57 – *Boxplot* do tempo de pré-autorização obtido a partir da ANOVA.



Fonte: o autor.

O gráfico da Figura 57 ainda sinalizou que os planos de saúde D e E possuíam os maiores tempos de pré-autorização. Além disso, houve maior dispersão nos tempos desses dois planos. O plano de saúde B também chamou atenção já que seu tempo médio estava próximo dos 15 minutos, impactando diretamente no NS atendimento.

Por fim, considerando que existiam poucos dados individuais na amostra coletada, foi importante testar estatisticamente se existiam diferenças reais nas médias ou se elas variavam aleatoriamente.

Ao realizar a ANOVA, não foi possível afirmar se as variâncias eram iguais ou não. Assim, foi assumido que elas não eram iguais, como mostrou a frase destacada na Figura 58. O p-valor indicava a chance das diferenças na média ocorrerem em virtude de variações aleatórias, que, nesse caso, foi de 0% (*P-Value* = 0,00). Assim, foi possível afirmar que existiam diferenças nos planos de saúde.

Sabendo que a hipótese nula afirmava que todas as médias eram iguais, pelo fato do p-valor encontrado (Figura 58) ser menor do que o nível de significância de 5% (0,05) a hipótese nula foi rejeitada. Isso quer dizer que os tempos de pré-autorização dos planos de saúde diferiam significantemente, confirmando o que foi dito acima.

Para verificar a relevância do efeito do plano de saúde no tempo de pré-autorização, bastou olhar o valor do R-quadrado. Como ele era igual a 93,59% (Figura 58), foi possível afirmar que o impacto do plano de saúde nesse tempo é forte. Consequentemente, um tempo alto na obtenção da autorização de cada plano de saúde impactava no NS atendimento.

Figura 58 – ANOVA do tempo de pré-autorização para cada plano de saúde.

One-way ANOVA: tempo pré-autorização versus plano de saúde

```
Method

Null hypothesis         All means are equal
Alternative hypothesis  At least one mean is different
Significance level      α = 0.05

Equal variances were not assumed for the analysis.

Factor Information

Factor          Levels  Values
plano de saúde       5  A, B, C, D, E


Welch's Test

                   DF
Source           Num   DF Den  F-Value  P-Value
plano de saúde     4  34.5317   229.95    0.000


Model Summary

  R-sq  R-sq(adj)  R-sq(pred)
93.59%     93.23%      92.64%


Means

plano
de
saúde   N    Mean  StDev       95% CI
A      15   5.133  1.060  ( 4.546,  5.720)
B      15  12.867  1.457  (12.060, 13.674)
C      15   5.933  1.163  ( 5.289,  6.577)
D      15  21.000  2.330  (19.710, 22.290)
E      15  14.267  1.580  (13.392, 15.141)
```

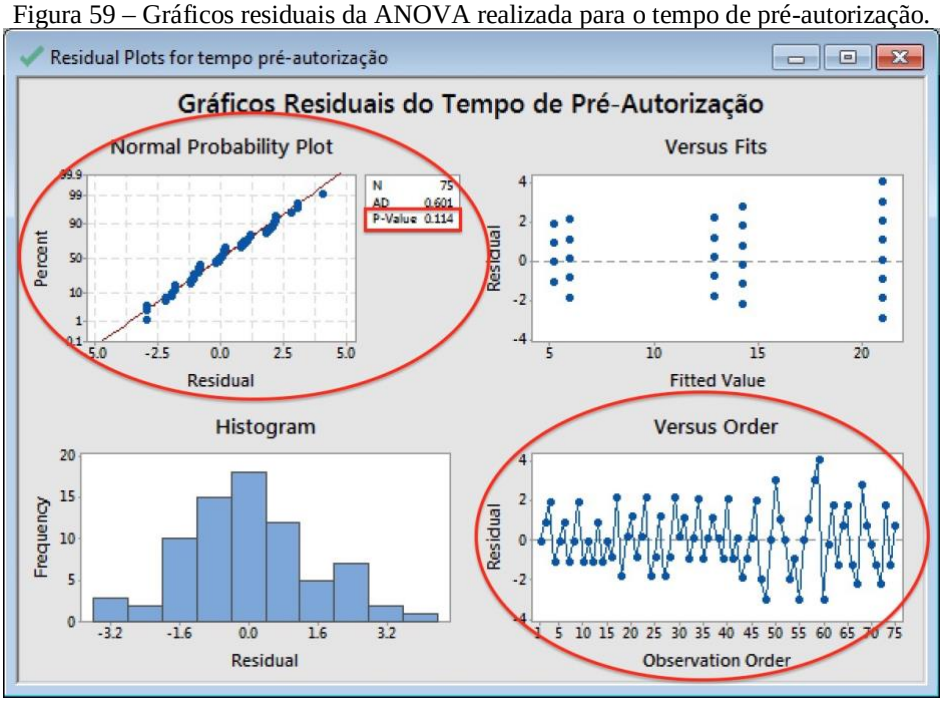
Fonte: o autor.

Antes de concluir que os resultados da análise de variância eram válidos, foi preciso conduzir uma análise residual da ANOVA. Então, tornou-se necessário avaliar se os resíduos (a diferença entre a medida e a média estimada do grupo) eram normalmente distribuídos e se existiam *outliers* ou irregularidades.

No resultado apresentado na Figura 59, foi possível ver que os resíduos eram normalmente distribuídos, tanto pela análise gráfica quanto pelo p-valor de 11,4% (maior do que 5%). No gráfico de observação da ordem, não haviam *outliers* nem um comportamento

irregular que comprometesse a validação da análise. Desse modo, as premissas da ANOVA foram validadas.

Figura 59 – Gráficos residuais da ANOVA realizada para o tempo de pré-autorização.



Fonte: o autor.

3.5.4 Quarta Análise

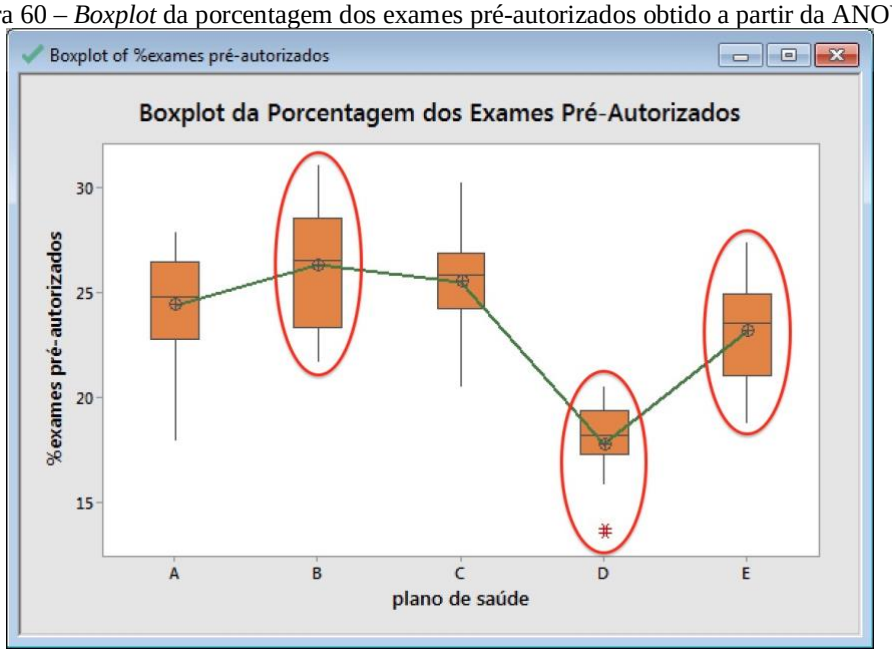
Outra causa avaliada foi o estudo da forma com que a burocracia excessiva para pré-autorização estava interferindo no processo de atendimento. Desse modo, uma ANOVA também foi realizada para comparar o percentual médio de exames pré-autorizados de cada um dos cinco planos de saúde disponíveis.

O *boxplot* da porcentagem dos exames pré-autorizados gerado a partir da ANOVA (Figura 60) apresentou uma boa visualização dos dados para cada plano de saúde. Ao analisar o gráfico, foi possível constatar que as médias de tempo dos planos de saúde eram diferentes, pelo fato das linhas que conectavam as médias não serem horizontais.

O plano de saúde D indicou a menor porcentagem de exames pré-autorizados quando comparado aos demais planos, mesmo possuindo menor dispersão dos dados, como pode ser visto na Figura 60. Além disso, existia um *outlier* na amostragem considerada, o que sugeria que os dados devessem ser analisados com mais atenção. Os planos B e E, ainda que apresentassem porcentagem maior do que o plano D, possuíam dispersões mais altas do que os demais planos de saúde.

Assim, mais uma vez, considerando que existiam poucos dados individuais na amostra coletada, foi importante testar estatisticamente se existiam diferenças reais nas médias ou se elas variavam aleatoriamente.

Figura 60 – *Boxplot* da porcentagem dos exames pré-autorizados obtido a partir da ANOVA.



Fonte: o autor.

Mais uma vez, ao realizar a ANOVA não era possível afirmar se as variâncias eram iguais ou não. Assim, foi assumido que elas não eram iguais, como mostrava a frase destacada na Figura 61.

O p-valor indicava a chance das diferenças na média ocorrerem em virtude de variações aleatórias, que nesse caso (Figura 61) foi de 0% (*P-Value* = 0,00). Então, foi possível afirmar que existiam diferenças nos planos de saúde. Sabendo que a hipótese nula afirmava que todas as médias eram iguais, pelo fato do p-valor encontrado ser menor do que o nível de significância de 5% (0,05) a hipótese nula foi rejeitada. Isso quer dizer que a porcentagem dos exames pré-autorizados dos planos de saúde diferiam significantemente, confirmando o que foi dito acima.

Para verificar a relevância do efeito do plano de saúde na porcentagem de pré-autorização, o valor do R-quadrado foi observado. Nesse caso (Figura 61), ele era igual a 59,43%, o que implicava um impacto moderado, porém relevante, do plano de saúde na % dos exames pré-autorizados. Consequentemente, a burocracia excessiva para pré-autorização impactava no NS atendimento.

Antes de concluir que os resultados da análise de variância eram válidos, foi preciso conduzir uma análise residual da ANOVA. Dessa maneira, tornou-se necessário avaliar se os resíduos (a diferença entre a medida e a média estimada do grupo) eram normalmente distribuídos e se existiam *outliers* ou irregularidades.

Figura 61 – ANOVA da porcentagem de exames pré-autorizados para cada plano de saúde.

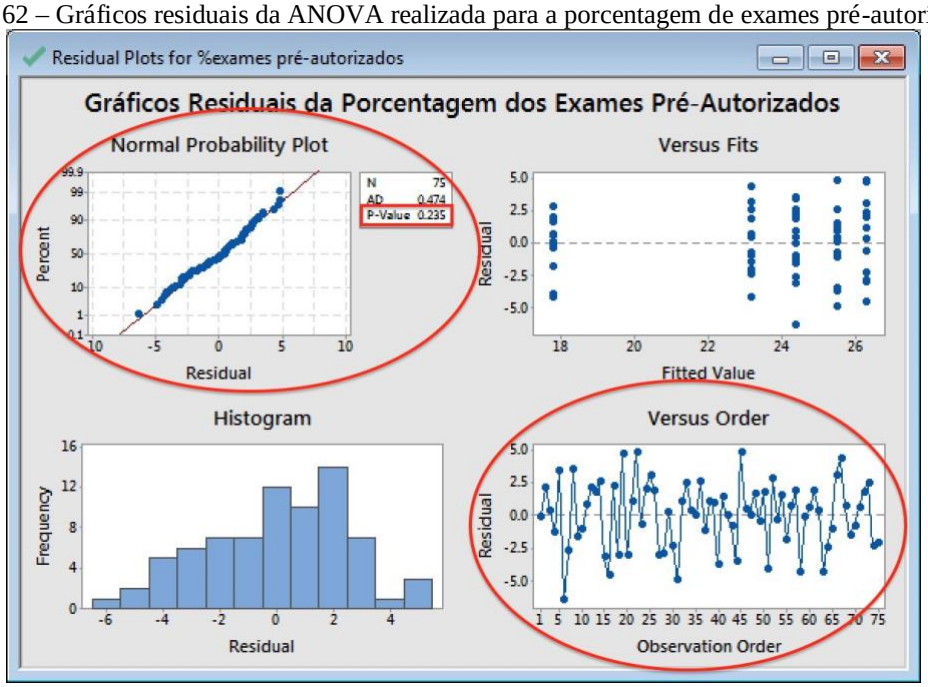
One-way ANOVA: %exames pré-autorizados versus plano de saúde_1

```
Method

Null hypothesis         All means are equal
Alternative hypothesis  At least one mean is different
Significance level      α = 0.05

Equal variances were not assumed for the analysis.


Factor Information

Factor            Levels  Values
plano de saúde_1       5  A, B, C, D, E


Welch's Test

                    DF
Source             Num   DF Den  F-Value  P-Value
plano de saúde_1     4  34.8274    31.32    0.000


Model Summary

  R-sq  R-sq(adj)  R-sq(pred)
59.43%     57.11%      53.43%


Means

plano de
saúde_1    N    Mean  StDev       95% CI
A         15  24.390  2.755  (22.864, 25.916)
B         15  26.304  3.047  (24.617, 27.991)
C         15  25.496  2.584  (24.065, 26.926)
D         15  17.760  2.041  (16.630, 18.890)
E         15  23.157  2.384  (21.836, 24.477)
```

Fonte: o autor.

No resultado apresentado na Figura 62, foi possível ver que os resíduos eram normalmente distribuídos, tanto pela análise gráfica quanto pelo p-valor de 23,5% (maior do que 5%). No gráfico de observação da ordem, não haviam *outliers* nem um comportamento irregular que comprometesse a validação da análise. Desse modo, as premissas da ANOVA foram validadas.

Figura 62 – Gráficos residuais da ANOVA realizada para a porcentagem de exames pré-autorizados.



Fonte: o autor.

3.5.5 Quinta Análise

A próxima etapa de análise consistiu em verificar o impacto do número de guichês de atendimento reduzido. De acordo com dados da empresa, a unidade Belvedere possuía 5 guichês de atendimento com uma demanda de 24 clientes por hora. Já a unidade Contagem tinha 7 guichês de atendimento com uma demanda de 38 clientes por hora. A partir disso, uma análise de correlação entre a demanda de clientes e a quantidade adequada de guichês de atendimentos em funcionamento foi feita (Figura 63).

Figura 63 – Correlação entre a quantidade guichês ativos e potencial de clientes atendidos.

Correlation: Qtd de guichês ativos, Potencial de clientes atendidos

```
Pearson correlation of Qtd de guichês ativos and Potencial de clientes atendidos = 0.994
P-Value = 0.000
```

Fonte: o autor.

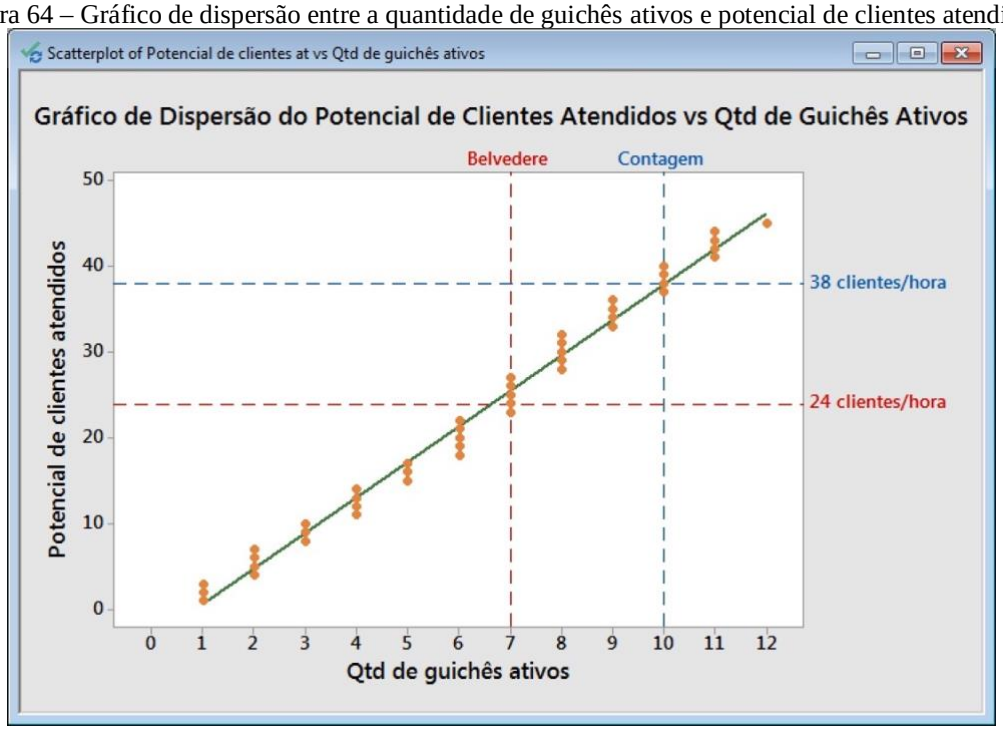
O resultado da correlação de Pearson (Figura 63) entre a quantidade de guichês ativos e o potencial de clientes atendidos foi de 0,994, representando uma correlação forte e positiva entre as variáveis. Desse modo, à medida que o número de guichês ativos aumentava, o potencial de clientes atendidos também crescia. Como o p-valor de 0% (0,000) era menor do que o nível de significância de 5%, a correlação era estatisticamente significativa.

Consequentemente, o número de guichês de atendimento reduzido impactava no NS atendimento ao diminuir o desempenho desse indicador.

Já o resultado do gráfico de dispersão (Figura 64) mostrou que na unidade Belvedere, com demanda de 24 clientes por hora, seriam necessários 7 guichês de atendimento ativos. Como existiam apenas 5 guichês de atendimento, nos horários de pico as filas poderiam ser maiores, o que impactava no tempo de espera do cliente. Consequentemente, esse resultado afetava o NS atendimento.

No caso da unidade Contagem, para atender a demanda de 38 clientes por hora seria adequado que existissem 10 guichês de atendimento ativos, de acordo com a Figura 64. Contudo, como somente 7 guichês estavam em operação, nos horários de pico essa unidade também teria problemas de filas e maior tempo de espera, da mesma forma que no caso da unidade Belvedere. Assim, esse resultado também impactava o NS atendimento.

Figura 64 – Gráfico de dispersão entre a quantidade de guichês ativos e potencial de clientes atendidos.



Fonte: o autor.

A falta de procedimento para gestão de filas, procedimento de autorização desatualizado e computadores lentos foram outras causas listadas que foram comprovadas através de análise realizada pela empresa. Como elas não foram feitas pelo autor deste estudo, elas não constam neste trabalho, sendo abordadas na próxima fase do projeto (fase de melhoria).

De forma a concluir a fase de análise as seguintes causas foram comprovadas como impactantes para o baixo rendimento do NS atendimento:

1. Falta de documentos do paciente (x5);
2. Falta de atenção do operador (x13);
3. Treinamento insuficiente (x14);
4. Tempo alto para liberação de senha de autorização (x9);
5. Burocracia excessiva para pré-autorização (x8);
6. Número de guichês de atendimento reduzido (x3);
7. Falta procedimento para gestão das filas (x12);
8. Procedimento de autorização desatualizado (x10);
9. Computadores lentos (x1).

3.6 FASE DE MELHORIA (*IMPROVE*)

Com um total de nove causas comprovadas por meio de análise, a fase de melhoria foi iniciada com o levantamento de soluções viáveis em um novo *Brainstorming* para serem posteriormente filtradas em uma matriz de priorização e que consideraram o uso de sistemas de gerenciamento visual, de verificação de erros e de melhoria contínua, tanto do ambiente quanto dos funcionários. O resultado pode ser visto na Figura 65.

Figura 65 – Matriz de priorização para definição das soluções das causas comprovadas na etapa de análise.

PONTUAÇÃO	
0	correlação inexistente
1	correlação fraca
3	correlação mediana
5	correlação forte

	Baixo custo	Facilidade de implantação	Impacto de eliminação da causa	Total
Peso	**7**	**8**	**10**	
Verificar demanda orçada para as unidades	5	5	1	*85*
Solicitar novos guichês com base na demanda orçada	1	3	5	*81*
Reorganizar escala de tarefas dos colaboradores do atendimento	5	5	3	*105*
Contratar novos operadores de atendimento	0	1	5	*58*
Solicitar autorização dos exames antes do paciente chegar ao estabelecimento	5	3	5	*109*
Procurar novas parcerias com planos de saúde menos burocráticos	5	1	5	*93*
Conversar com os responsáveis pelos planos de saúde mais burocráticos sobre formas de facilitar o processo de autorização	5	1	5	*93*
Alocar um funcionário no totem de retirada da senha para verificar se o cliente está com os documentos, antes dele ser atendido	3	3	5	*95*
Deixar explícito para os pacientes durante o agendamento que os atendimentos somente são feitos mediante a entrega da documentação completa	5	3	5	*109*
Ligar para o paciente 3 horas antes do atendimento para lembra-lo dos documentos	5	5	1	*85*
Revisar o treinamento e treinar novamente os funcionários	5	3	5	*109*
Criar um programa de reciclagem anual das operações	5	3	3	*89*
Mostrar ao operador os erros cometidos por falta de atenção e explicar como ele pode evita-los	5	5	1	*85*
Criar poka-yokes que impeçam o erro do operador por falta de atenção	5	3	5	*109*
Investigar as causas da falta de atenção do operador (motivação, cansaço, entre outros)	3	1	5	*79*
Melhorar o processo seletivo de novos operadores	3	3	1	*55*
Criar um procedimento de gestão das filas	5	3	3	*89*
Treinar os funcionários no procedimento de gestão das filas	5	3	5	*109*
Sinalizar aos clientes sobre a organização da fila assim que entrarem no local de atendimento, a partir do procedimento criado	5	3	3	*89*
Revisar e atualizar o procedimento de autorização	5	3	3	*89*
Treinar os funcionários no procedimento de autorização atualizado	5	3	5	*109*
Formatar computadores	5	5	3	*105*
Comprar novos computadores	0	3	5	*74*

Fonte: o autor.

Para melhor filtrar as causas priorizadas, foram selecionadas aquelas com pontuação de 105 e 109 a partir de critérios de priorização estabelecidos pelo autor e que não serão discutidos neste trabalho por não interferir no andamento deste estudo e para não estender a discussão do projeto. Consequentemente, das 23 soluções geradas no *Brainstorming*, apenas 8 foram selecionadas para a elaboração do plano de ação (Figura 66). Os resultados obtidos com o cumprimento de todas as ações desenvolvidas na Figura 65 foram observadas na etapa de controle.

Figura 66 – Plano de ação 5W2H com as soluções priorizadas na matriz de priorização.

What	*Why*	*Who*	*How*	*How Much*	*Where*	*When*	
O Quê	Porque	Quem	Como	Quanto	Onde	Quando (início)	Quando (fim)
Reorganizar escala de tarefas dos colaboradores do atendimento	Existem poucos guichês de atendimento	Daniel	Alocar quantidade maior de operadores durante o horário de pico (entre 8:00 e 11:00 da manhã) de acordo com o resultado obtido no gráfico de dispersão da etapa *Analyse*	R$0	Unidades Belvedere e Contagem	06/12/17	13/12/17
Solicitar autorização dos exames antes do paciente chegar ao estabelecimento	Existe burocracia excessiva na autorização dos exames gerando alto tempo de espera	Leandro	Mapear os planos de saúde (em termos de exigências, condições e tempo de espera) B, D e E com base no estudo feito na etapa *Analyse* . Ao verificar os requisitos de cada um, planejar a solicitação de autorização com, no mínimo, um dia de antecedência antes do atendimento do cliente.	R$0	Unidades Belvedere e Contagem	06/12/17	20/12/17
Deixar explícito para os pacientes durante o agendamento que os atendimentos somente são feitos mediante a entrega da documentação completa	Existem clientes que comparecem sem a documentação completa, o que atrasa o processo de atendimento	Daniel	Treinar os operadores para explicar ao paciente que o atendimento só será feito mediante a entrega da documentação a partir de: •Envio de e-mail com mensagem em negrito •Envio de SMS com informações do agendamento •Ligação até 3 horas antes do cliente chegar	R$0	Unidades Belvedere e Contagem	06/12/17	13/12/17
Revisar o treinamento e treinar novamente os funcionários	Os funcionários não foram adequadamente treinados e tinham dúvidas sobre como utilizar o sistema	Vanessa	Conversar com os funcionários sobre as necessidades e as dúvidas na realização das atividades, revisar e documentar o treinamento e treinar os operadores	R$0	Sala de reuniões	06/12/17	13/12/17
Criar *poka-yokes* que impeçam o erro do operador por falta de atenção	Grande quantidade de erros por falta de atenção do operador	Leandro	•Implementar no sistema telas de aviso caso o operador digite algo errado •Impedir que o cadastro no sistema vá para a próxima etapa se algum dado estiver faltando (tornar todos os campos obrigatórios) •Identificar erros mais comuns e eliminar campos desnecessários ou ambíguos •Habilitar um corretor ortográfico no sistema	R$0	Guichês de atendimento	21/12/17	30/12/17
Treinar os funcionários no procedimento de gestão das filas	Os funcionários nunca foram treinados no procedimento de gestão das filas	Vanessa	Criar um procedimento de gestão das filas, conversar com os funcionários sobre as necessidades e as dúvidas na realização das atividades, revisar, documentar e padronizar o treinamento, além de treinar os operadores	R$0	Sala de reuniões	14/12/17	22/12/17
Treinar os funcionários no procedimento de autorização atualizado	O procedimento de autorização está desatualizado	Vanessa	Revisar e atualizar o procedimento de autorização e treinar os funcionários	R$0	Sala de reuniões	23/12/17	30/12/17
Formatar computadores	Os computadores atuais estão lentos em virtude de configurações desatualizadas	Edmundo	Formatar um computador de cada vez; o funcionário sem computador será alocado para outra função	R$0	Sala de reuniões	06/12/17	30/12/17

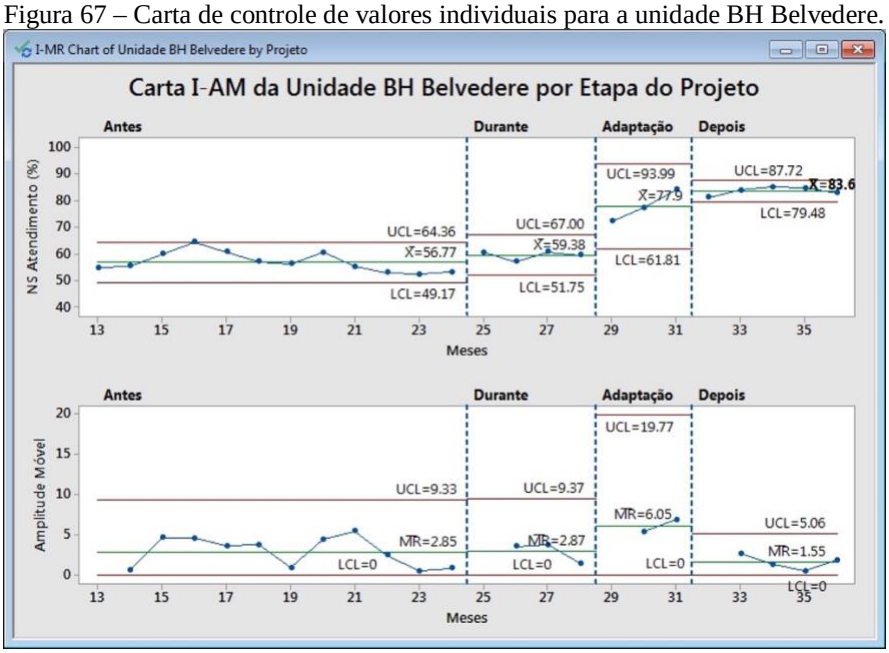
Fonte: o autor.

3.7 FASE DE CONTROLE (*CONTROL*)

Por fim, após a implementação das ações, os resultados do NS atendimento foram acompanhados e verificados através de cartas de controle por 8 meses nas unidades BH Belvedere e Contagem, sendo 3 meses de adaptação/aprendizado depois do período de 4 meses de condução do projeto e 5 meses de acompanhamento dos resultados após o tempo de aprendizado. Essa escolha foi feita para que o NS atendimento refletisse da melhor forma possível os resultados após o fim da fase *Improve*.

De acordo com a carta de controle da Figura 67, a média do NS atendimento da unidade BH Belvedere aumentou consideravelmente: de 56,8% para 83,6%. Com o aumento do NS atendimento, os limites de controle superior e inferior também foram modificados. Foi notável perceber que o limite de controle inferior depois do projeto foi maior do que o limite superior antes do projeto, o que representa a melhoria da unidade. Além disso, após a fase adaptação, os valores do NS atendimento mostraram a estabilização do indicador.

Figura 67 – Carta de controle de valores individuais para a unidade BH Belvedere.

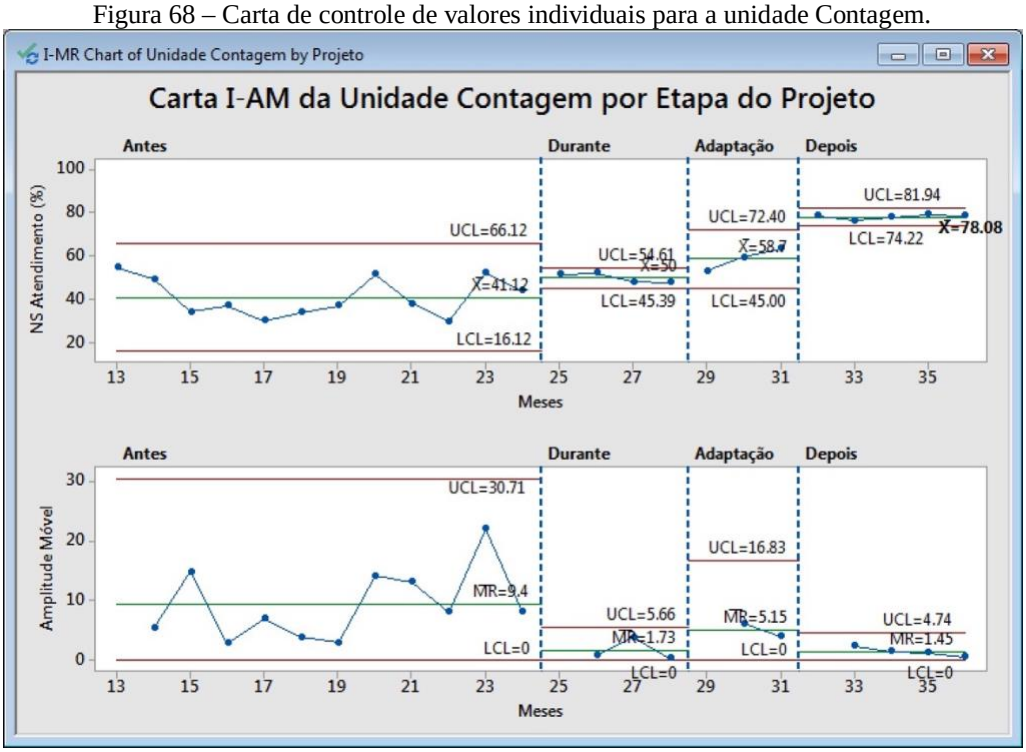


Fonte: o autor.

No caso da unidade Contagem, a carta de controle da Figura 68 mostrou um resultado ainda melhor, já que o NS atendimento entre o período antes e depois do projeto aumentou cerca de 37% (78,08% - 41,12%) e apresentou uma considerável estabilização do processo após a fase de aprendizado do projeto. Essa estabilização contribuiu para uma considerável redução da variabilidade do nível de serviço de atendimento na unidade, como pode ser visto na carta de amplitude móvel da Figura 68.

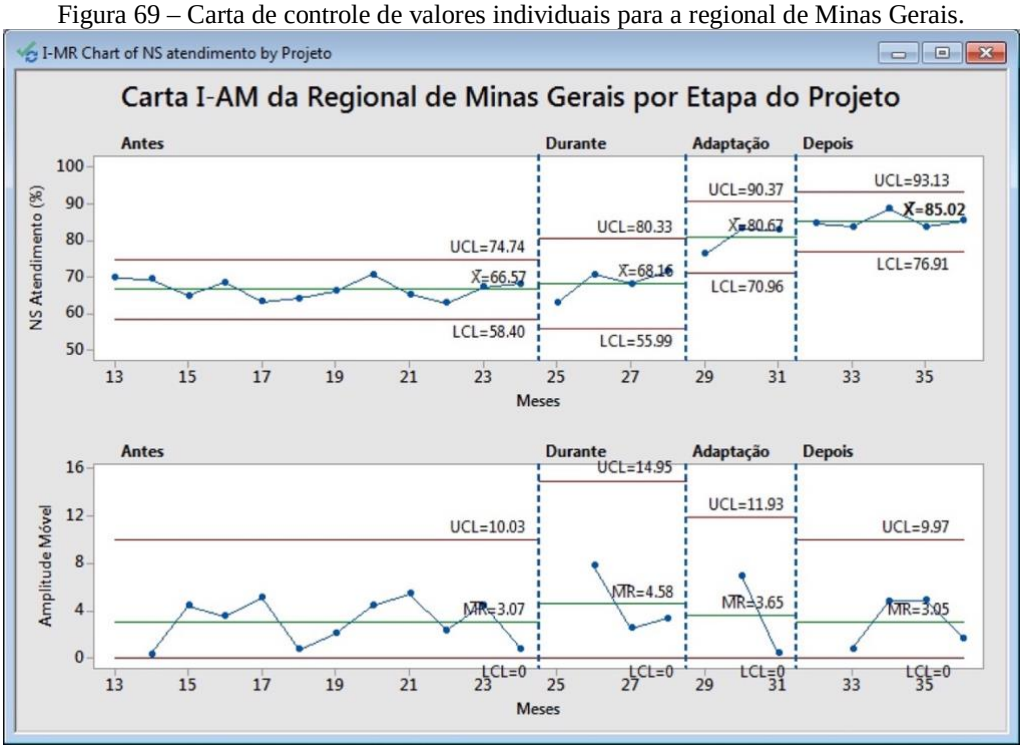
Em última análise, a carta de controle do NS atendimento da regional de Minas Gerais (Figura 69) mostrou uma excelente evolução do indicador na regional mais crítica da empresa. De acordo com o gráfico, depois do projeto a regional conseguiu uma média de 85,02% no indicador do nível de serviço de atendimento. O índice estava bem controlado já que não existiam pontos no gráfico que pudessem identificar causas especiais que comprometessem a estabilidade do processo. Logo, ele estava sob controle estatístico.

Figura 68 – Carta de controle de valores individuais para a unidade Contagem.



Fonte: o autor.

Figura 69 – Carta de controle de valores individuais para a regional de Minas Gerais.

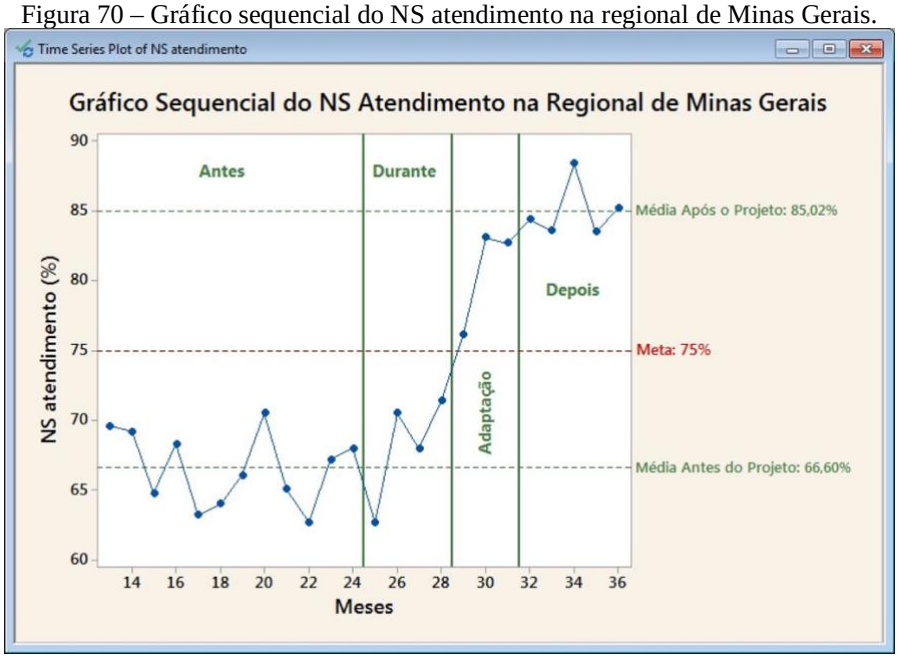


Fonte: o autor.

Em análise feita na Figura 70 para o intervalo do 32º ao 36º mês, período em que os resultados após a adaptação às ações implementadas na fase de melhoria do projeto foram

medidos, a média do NS atendimento foi de 85,02%, conforme apresentado na carta de controle da Figura 69.

Figura 70 – Gráfico sequencial do NS atendimento na regional de Minas Gerais.



Fonte: o autor.

Foi notável observar que todos os meses após o término do projeto tiveram resultados acima da meta de 75%, mesmo considerando que os três meses após a fase *Measure* tenham sido um período de aprendizado a partir da implementação das ações.

Considerando o cálculo de ganho financeiro teórico feito no início do projeto, o valor obtido em cada ponto percentual de NS atendimento que uma unidade da empresa ganha acima da meta de 75% era de:

$$\frac{192.000}{1.000} = 192 \times R\$235{,}00 = R\$45.120{,}00$$

Como a média do indicador na fase de controle foi de 85,02%, logo:

$$R\$45.120{,}00 \times (85.02 - 75) = R\$452.102{,}40$$

Sabendo que o objetivo do projeto era aumentar o nível de serviço de atendimento de 66,6% para 82% em 1 ano, é possível afirmar que o projeto foi bem sucedido. Além disso, o ganho financeiro teórico do projeto foi de R$452.102,40, acima do valor de R$315.840,00 que havia sido definido inicialmente para o NS atendimento de 82%.

4 CONCLUSÕES, DESAFIOS E OPORTUNIDADES

Este trabalho teve como objetivo descrever o processo de implantação da metodologia *Lean* Seis Sigma na busca pela melhoria do processo de atendimento de clientes somado à obtenção de retorno financeiro em uma empresa de medicina diagnóstica. Verificou-se que a aplicação do método DMAIC em suas cinco fases, além do estudo dos conceitos *Lean* e Seis Sigma, permitiu que o indicador do nível de serviço de atendimento da região de Minas Gerais aumentasse e possibilitasse todos os resultados que foram encontrados e discutidos.

Ainda que a maior parte das análises tenha sido feita a partir do Seis Sigma, o *Lean* foi ferramenta essencial durante o desenho do mapa de processo ao identificar os desperdícios que estavam impactando no processo de atendimento. Ademais, a visão enxuta serviu como base de raciocínio para formular as soluções na fase de melhoria que foram convertidas posteriormente em um plano de ação que gerou os resultados apresentados.

Desse modo, conforme foi visto, a união das duas metodologias criou um poderoso recurso para melhoria de processos na área de serviços já que a meta definida no início do projeto foi alcançada junto com o retorno financeiro. Assim, a pesquisa confirmou os benefícios do *Lean* Seis Sigma que foram apresentados nos mais diversos exemplos comprovados na literatura discutida.

Para a implantação de um projeto *Lean* Seis Sigma ou Seis Sigma, o responsável pela aplicação do DMAIC precisa ter uma formação mínima como *Green Belt* através de curso ou treinamento de modo que o projeto seja validado, já que *Yellow* e *White Belts* não lideram esses projetos por não ter conhecimento suficiente para realizar as análises. Assim, antes de desenvolver este trabalho, o autor fez um treinamento de *Green Belt* em *Lean* Seis Sigma.

Uma base de dados disponível é essencial para que o projeto dê certo. Em termos de disponibilidade, quando o projeto é feito dentro da própria empresa em que se trabalha é preciso verificar se os indicadores necessários para avaliar o processo são medidos. Se um processo é medido e não possui um histórico essa avaliação deveria ser realizada posteriormente. No caso de não ser medido, é preciso ainda estudar de que forma a medição seria feita. Quando o projeto é feito fora da empresa em que se trabalha, como foi o caso deste trabalho, é preciso lidar com questões de confidencialidade e há dependência em relação a empresa para que ela forneça todos os dados necessários para conduzir o projeto. O sucesso nesse segundo caso depende de uma boa comunicação com um membro da organização que possa fornecer os recursos mínimos e necessários para aplicar a metodologia.

Outro ponto em relação aos dados é que eles precisam ser confiáveis. Ainda que um indicador seja medido, se os dados contêm erros, são registrados da maneira incorreta ou não representam a realidade, antes de iniciar o projeto é necessário verificar até que ponto isso pode interferir na análise e corrigir o que for possível, assim como foi feito neste projeto.

A partir do momento em que as causas foram identificadas e priorizadas na fase de medição, tudo aquilo que não era relevante não foi avaliado nas fases posteriores. De um lado, isso ajuda a focar no que é essencial, diminuindo o tempo gasto em estudos desnecessários e o investimento de recursos que não vão agregar valor no resultado final. Por outro, isso pode restringir a análise de forma a não observar se o que foi deixado de fora possui alguma característica no processo que possa ser usada para resolver o problema. Como exemplo, neste trabalho as unidades de melhor desempenho não fizeram parte das fases posteriores porque não estavam interferindo no indicador de interesse. Contudo, quando o impacto dos planos de saúde foi estudado para as unidades ineficientes, outra análise poderia ter sido feita para entender se os mesmos problemas estavam ocorrendo nas unidades eficientes de Minas Gerais.

As análises feitas neste trabalho não se restringem apenas as ferramentas que foram usadas. Desde que a meta seja atingida e que as etapas do DMAIC sejam respeitadas, o responsável pode escolher a melhor forma de analisar as causas do problema em um determinado processo, contanto que existam dados que permitam usar a ferramenta escolhida.

Em estudos posteriores sobre o uso do *Lean* Seis Sigma em empresas de medicina diagnóstica, principalmente no mapeamento dos processos, cabe uma oportunidade de análise mais aprofundada em etapas posteriores ao encaminhamento do paciente para o exame, pois a realização do exame também pode envolver desperdícios de espera, de tempo de processamento e de defeitos/erros. Ainda que os processos estudados fossem limitados para respeitar o escopo do trabalho, essas externalidades também poderiam interferir no desempenho do negócio.

Outras oportunidades se apresentam para relacionar a satisfação do cliente com o menor tempo de espera, avaliando se a percepção de um serviço mais rápido pelo paciente ou o tratamento dado pelos funcionários da empresa poderia influenciar no atendimento das necessidades das pessoas e se essa satisfação contribuiria para o aumento do retorno financeiro, relacionamento que não foi discutido aqui para preservar o escopo que foi definido.

Por fim, ainda que o *Lean* Seis Sigma não seja de fácil implementação, é possível afirmar que o método apresenta resultados consideráveis para gerenciar projetos de melhoria. Consagrado na manufatura, existe ainda um amplo leque de possibilidades na área de serviços para impulsionar a redução do desperdício e diminuir a variabilidade de processos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE SUPLEMENTAR (ANS). **Caderno de Informação da Saúde Suplementar**: Beneficiários, Operadoras e Planos, março 2017. Disponível em: <http://www.ans.gov.br/images/stories/Materiais_para_pesquisa/Perfil_setor/Caderno_informacao_saude_suplementar/caderno_marco_2017.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2018.

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 2006.

AHERNE, J.; WHELTON, J. **Applying Lean in Healthcare**: A Collection of International Case Studies. Boca Raton, CRC Press, 2010.

AIJ, K. H.; TEUNISSEN, M. Lean leadership attributes: a systematic review of the literature. **Journal of Health Organization and Management**, v. 31, n. 7/8, p. 713-729, 2017. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/JHOM-12-2016-0245>. Acesso em: 8 set. 2018.

ANTONY, J. A SWOT analysis on Six Sigma: some perspectives from leading academics and practitioners. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 61, n. 6, p. 691-698, 2012. Disponível em: < https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/17410401211249229>. Acesso em: 4 jul. 2018.

ASSARLIND, M.; GREMYR, I.; BÄCKMAN, K. Multi-faceted views on a Lean Six Sigma application. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 30, n. 4, p. 387-402, 2013. Disponível em: < https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/02656711311308385>. Acesso em: 4 jul. 2018.

BAGNOLI, A. C. **Seleção de Projetos Seis Sigma**: Uma Análise de Benchmark. 2008. 131 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BAIN & COMPANY. **Tendências do setor de saúde no Brasil**. 2016. Disponível em: <http://www.bain.com/offices/saopaulo/pt/Images/healthcare-trends-in-brazil_por.PDF>. Acesso em: 28 mai. 2018.

BARBOSA, R. M.; BARBOSA, E. M.; SANTOS, S. A. S. A Metodologia Enxuta Aplicada à Realidade dos Serviços de Saúde. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 11., 2015, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos**... Rio de Janeiro: CNEG, 2015. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_498.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2018.

BARRAZA, M. F. S.; SMITH, T.; PARK, S. M. D. Lean Service: A literature analysis and classification. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 23, n. 4, p. 359-380, apr. 2012.

BARRETO, R. M. **Análise dos Fatores de Mudança na DHL Global Forwarding pelo Lean Seis Sigma**. Dissertação (Mestrado em Gestão de Negócios). 2010. 218 f. Programa em Gestão de Negócios – Universidade Católica de Santos, Santos, 2010.

BASTOS, G. A. N.; FASOLO, L. R. Fatores que influenciam a satisfação do paciente ambulatorial em uma população de baixa renda: um estudo de base populacional. **Rev. bras. epidemiol.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 114-124, mar. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-790X2013000100114&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 set. 2018.

BASU, R.; WRIGHT, N. **Quality Beyond Six Sigma**. London: Routledge, 2003.

BERTELS, T. **Rath and Strong's Six Sigma Leadership Handbook**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2003.

BOWEN, D. E.; YOUNGDAHL, W. E. "Lean" service: in defence of a production-line approach. **International Journal of Service Industry Management**, v. 9, n. 3, p. 207-225, 1998.

BREYFOGLE, F. 21 Common Problems (and What To Do About Them). **Six Sigma Forum Magazine**, v. 4, n. 4, p. 35-37, 2005. Disponível em: <https://www.smartersolutions.com/orl/57_21_Common_Six_Sigma_Problems.pdf>. Acesso em 4 jul. 2018.

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies (Contemporary Social Research)**. London: Routledge, 1989.

CAMARGO, W. **Controle de Qualidade Total**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Educação a Distância, Paraná, PR, 2011. Disponível em: <http://ead.ifap.edu.br/netsys/public/livros/LIVROS%20SEGURANÇA%20DO%20TRABALHO/Módulo%20I/Livro%20Controle%20da%20Qualidade%20Total.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2018.

CAMPANA, G. A.; FARO, L. B.; GONZALEZ, C. P. O. Fatores competitivos de produção em medicina diagnóstica: da área técnica ao mercado. **J. Bras. Patol. Med. Lab.**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 4, p. 295-303, ago. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-24442009000400006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 mai. 2018.

CAMPANA, G. A.; OPLUSTIL, C. P.; FARO, L. B. Tendências em medicina laboratorial. **J. Bras. Patol. Med. Lab.**, Rio de Janeiro, v. 47, n. 4, p. 399-408, ago. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-24442011000400003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 mai. 2018.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

_____. **Gerenciamento pelas diretrizes (Hoshin Kanri)**. Nova Lima: Falconi, 2012.

_____. **TQC**: Controle da qualidade total (no estilo japonês). Nova Lima: Falconi, 2014.

CARVALHO, M. M. Medindo o sigma do processo. In: ROTANDARO, R. G. (Org.). **Seis Sigma**: estratégia gerencial para melhoria do processo, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2002.

CORDEIRO, E. D. A.; MELO, M. B.; FERNANDES, S. C. S. Um Estudo sobre a Utilização da ANOVA de uma Via na Produção Científica na Área de Psicologia. **Meta: Avaliação**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 28, p. 139-153, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324816090_Um_Estudo_sobre_a_Utilizacao_da_ANOVA_de_uma_Via_na_Producao_Cientifica_na_Area_de_Psicologia>. Acesso em: 7 nov. 2018.

COSTA, L. B. M.; FILHO, M. G. Lean healthcare: review, classification and analysis of literature. **Production Planning & Control**, São Carlos, v. 27, n. 10, p. 823-836, fev. 2016.

DAUB, M.; ESS, A.; SILVER, J.; SINGH, S. O modelo de Global Business Services ainda é importante?. **McKinsey & Company**, Jul. 2017. Disponível em: < https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/does-the-global-business-services-model-still-matter/pt-br#0>. Acesso em: 7 set. 2018.

DAULTANI, Y.; CHAUDHURI, A.; KUMAR, S. A Decade of Lean in Healthcare: Current State and Future Directions. **Global Business Review**, v. 16, n. 6, p. 1082-1099, dez. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0972150915604520>. Acesso em: 8 set. 2018.

DELOITTE. **Healthcare and Life Sciences Predictions 2020**: A bold future?. 2014. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Life-Sciences-Health-Care/gx-lshc-healthcare-and-life-sciences-predictions-2020.pdf>. Acesso em: 7 set. 2018.

DOMINGUES, T. S.; PACHECO, D. A. J. Programa Seis Sigma: uma análise prática em processos de manufatura. **Espacios**, v. 35, n. 13, p. 1, 2014. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a14v35n13/14351301.html>. Acesso em: 1 jul. 2018.

DUARTE, A. L. C. M.; OLIVEIRA, F. M.; SANTOS, A. A.; SANTOS, B. F. C. Evolução na utilização e nos gastos de uma operadora de saúde. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 8, p. 2753-2762, ago. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232017002802753&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 mai. 2018.

ECKES, G. **The Six Sigma Revolution**: How General Electric and Others Turned Process Into Profits. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2001.

EIRO, N. Y. **Implantação do modelo lean thinking em saúde**: um estudo de caso em serviço de medicina diagnóstica. 2014. 191 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

FERNANDES, A. I. B. **A Influência do Tempo de Espera na Satisfação e na Lealdade em Serviços**. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Serviços) – Faculdade de Economia da Universidade do Porto, Universidade do Porto, Porto, 2012. Disponível em: < https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/75469/2/25443.pdf>. Acesso em: 16 set. 2018.

FERNANDES, M. M. **Análise do processo de seleção de projetos seis sigma em empresas de manufatura no Brasil**. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2006.

GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma for Services**: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Services and Transactions. New York: McGraw-Hill, 2003.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo: Atlas S.A., 2008.

GOODMAN, J.; THEUERKAUF, J, What's Wrong With Six Sigma?. **Quality Progress**, v. 38, n. 1, p. 37-42, jan. 2005.

GRABAN, M. **Hospitais Lean**: Melhorando a Qualidade, a Segurança dos Pacientes e o Envolvimento dos Funcionários. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GROVE, A. L.; MEREDITH, J. O.; MACINTYRE, M.; ANGELIS, J.; NEAILEY, K. Lean implementation in primary care health visiting services in National Health Services UK. **Qual Saf Health Care**, v. 19, n. 5, e.43, out. 2010. Disponível em: <http://qualitysafety.bmj.com/content/19/5/e43>. Acesso em: 16 jun. 2018.

HAHN, G. J. **As 20 Lições Mais Importantes Sobre o Seis Sigma**. Disponível em: < https://www.qsp.org.br/biblioteca/vinte_licoes.shtml>. Acesso em: 4 jul. 2018.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. **Six Sigma**: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations. New York: Currency, 2000.

HINES, P.; FOUND, P.; GRIFFITHS, G.; HARRISON, R. **Staying Lean**: Thriving, not just surviving. Lean Enterprise Research Centre, Cardiff University, Cardiff, 2008.

HORS, C.; GOLDBERG, A. C.; ALMEIDA, E. H. P.; JÚNIOR, F. G. B.; RIZZO, L. V. Aplicação das ferramentas de gestão empresarial Lean Seis Sigma e PMBOK no desenvolvimento de um programa de gestão da pesquisa científica. **Einstein (São Paulo)**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 480-490, dez. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-45082012000400015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 set. 2018.

INACIO, B. C.; ARAGAO, J. F.; BERGIANTE, N. C. R. Implementação da Metodologia Lean Healthcare no Brasil: Um Estudo Bibliométrico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais eletrônicos**... João Pessoa: ENEGEP, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_226_316_30373.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2018.

INNOVATION UNIT. **10 Ideas for 21st Century Healthcare**. 2014. Disponível em: < https://www.innovationunit.org/wp-content/uploads/2017/04/DIGITAL-VERSION10-Ideas-Final.pdf>. Acesso em: 8 set. 2018.

INSTITUTE FOR HEALTHCARE IMPROVEMENT (IHI). **Innovation Series 2005**: Going Lean in Healthcare. Disponível em:

<https://www.entnet.org/sites/default/files/GoingLeaninHealthCareWhitePaper-3.pdf>. Acesso em: 25 de jun. 2018.

INSTITUTE OF MEDICINE. **The Healthcare Imperative**: Lowering Costs and Improving Outcomes. Washington, DC: The National Academies Press, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades de Federação brasileiros em 01.07.2016**. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_dou.shtm>. Acesso em: 26 mai. 2018.

INSTITUTO DE ESTUDOS DE SAÚDE SUPLEMENTAR (IESS). **Análise do Mapa Assistencial da Saúde Suplementar no Brasil entre 2011 e 2016**. 2017. Disponível em: <https://www.iess.org.br/cms/rep/Analise_Especial_Mapa_Assistencial_SS.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2018a.

_____. **Impacto das fraudes e dos desperdícios sobre gastos da Saúde Suplementar – estimativa 2016**. 2017. Disponível em: <https://www.iess.org.br/cms/rep/analiseespecialfraudes.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2018b.

JÄNTSCHI, L.; BOLBOACĂ, S. D. Computation of Probability Associated with Anderson-Darling Statistic. **Mathematics**, v. 6, n. 6, artigo 88, p. 1-16, mai 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7390/6/6/88>. Acesso em: 19 out. 2018.

JOINT COMMISSION RESOURCES (JCR). **O Pensamento Lean na Saúde**. Porto Alegre: Bookman, 2016.

JONES, D. T.; WOMACK, J. P. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riqueza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

_____. **Lean Solutions**: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together. London: Simon and Schuster, 2005.

KALSVIK, G. R. **Performance Improving Using Six Sigma**. 2016. Tese (Mestrado em Economia Industrial) – Faculty of Science and Technology, Department of Industrial Economics, Risk Management and Planning, University of Stavanger, Norway, 2016. Disponível em: <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2412352>. Acesso em: 1 jul. 2018.

KONING, H.; VERVER, J. P. S.; HEUVEU, J.; BISGAARD, S; DOES, R. J. M. M. Lean Six Sigma in Healthcare. **Journal for Healthcare Quality**, v. 28, n. 2, p. 4-11, 2006. Disponível em: <https://pure.uva.nl/ws/files/3892762/46047_jhq_dekoning.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2018.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Principles of Lean**. Disponível em: <https://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>. Acesso em: 16 jun. 2018.

LEWIS, M. A. Lean Production and Sustainable Competitive Advantage. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 8, p. 959-978. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/01443570010332971>. Acesso em: 27 jun. 2018.

LIKER, J. K.; HOSEUS, M. **A Cultura Toyota**: A Alma do Modelo Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LIMA, C. A.; SANTOS, B. T. P.; ANDRADE, D. L. B.; BARBOSA, F. A.; COSTA, F. M.; CARNEIRO, J. A. Qualidade dos prontos-socorros e prontos-atendimentos: a satisfação dos usuários. **Einstein (São Paulo)**, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 587-593, dez. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-45082015000400587&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 set. 2018.

LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R. G.; ZAHEER, S.; CHOO, A. S. Six Sigma: a goal-theoretic perspective. **Journal of Operations Management**, v. 21, n. 2, p. 193-203, mar. 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272696302000876>. Acesso em: 3 jul. 2018.

LUZES, C. S. A. **Implementação da Filosofia Lean na Gestão dos Serviços de Saúde**: O Caso Português. 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado em Gestão das Organizações) – Instituto Politécnico do Porto, Universidade do Porto, Porto, 2013. Disponível em: <https://www.fep.up.pt/docentes/fontes/FCTEGE2008/Publicacoes/D17.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2018.

MAHONEY, M.; MAGEL, R. C. Estimation of the Power of the Kruskal-Wallis Test. **Biometrical Journal**, v. 38, n. 5, p. 613-630, 1996.

MARIANO, A. M.; VÉRAS, J. M.; SILVA, A. J.; SAMPAIO, F. G. S.; SANTOS, L. M. G. Impactos da Globalização nas Organizações Brasileiras. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, Brasília, DF, v. 4, n. 3, p. 3657-75, 2014. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/rgs/article/view/13719/9652>. Acesso em: 21 abr. 2018.

MARQUES, C. A. N. **Monitoramento de Processo Seis Sigma por Gráficos de Controle Shewhart**. 2013. 80 f. Dissertação (Pós-Graduação em Estatística Aplicada e Biometria) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013. Disponível em: < http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4073/texto%20completo.pdf?sequence=1>. Acesso em 1 set. 2018.

MARTINS, L. O.; AMORIM, M. C. S. Demanda variável e produtividade em medicina diagnóstica: a experiência do cliente com o agendamento de exames. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, [S.l.], v. 18, n. 1, p. 41-51, abr. 2016. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/RFCMS/article/view/26816>. Acesso em: 28 mai. 2018.

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

MAZZUCHETTI, R. N.; OPAZO, M. A. U.; GIMENES, R. M. T. Aplicação do programa Seis Sigma em uma indústria de abate de frangos. **Acta Scientiarum Technology**, v. 32, n. 2, p. 119-127, 2010. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/527/527>. Acesso em: 19 out. 2018.

MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B.; XAVIER, A. F.; CAMPOS, D. F. Pesquisa-ação na engenharia de produção: proposta de estruturação para sua condução. **Production Journal**, Itajubá, MG, v. 22, n. 1, p. 1-13, jan./fev. 2012.

MIGUEL, P. A. C. (organizador). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **DATASUS – Departamento de Informática do SUS**. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?cnes/cnv/atsadtbr.def>. Acesso em: 24 mai. 2018.

MINITAB. **Identificação de outliers**. Disponível em: <https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/data-concepts/identifying-outliers/>. Acesso em: 19 out. 2018a.

_____. **Interpretar todas as estatísticas para Teste qui-quadrado por associação**. Disponível em: <https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/statistics/tables/how-to/chi-square-test-for-association/interpret-the-results/all-statistics/#pearson-chi-square-and-likelihood-ratio-chi-square>. Acesso em: 7 nov. 2018b.

_____. **O que é ANOVA?**. Disponível em: <https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/>. Acesso em: 5 jul. 2018b.

_____. **O que é um teste de hipótese?**. Disponível em: <https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/basics/what-is-a-hypothesis-test/>. Acesso em: 5 jul. 2018c.

MOIMAZ, S. A. S.; MARQUES, J. A. M.; SALIBA, O.; GARBIN, C. A. S.; ZINA, L. G.; SALIBA, N. A. Satisfação e percepção do usuário do SUS. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, p. 1419-1440, mai. 2010. Disponível em: < https://www.scielosp.org/article/physis/2010.v20n4/1419-1440/#ModalRelatedArticles>. Acesso em: 16 set. 2018.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Applied Statistics and Probability for Engineers**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2003.

NARULA, V.; GROVER, S. Six Sigma: Literature Review and Implications for Future Research**. International Journal of Industrial Engineering & Production Research**, v. 26, n. 1, p. 13-26, jan. 2015. Disponível em: <http://ijiepr.iust.ac.ir/browse.php?a_id=597&sid=1&slc_lang=en>. Acesso em: 1 jul. 2018.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST); SUNY POLYTECHNIC INSTITUTE (SEMATECH). **Engineering Statistics Handbook**: Anderson-Darling Test. 2013. Disponível em: <https://itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35e.htm>. Acesso em: 19 out. 2018.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre, Bookman, 1997.

ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE ACREDITAÇÃO (ONA). **Manual Brasileiro de Acreditação**: Glossário e Termos Técnicos. 2006. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/acreditacao/manual/glossario.pdf>. Acesso em 26 jun. 2018.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **The Six Sigma Way**: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance. New York: McGraw Hill, 2000.

PEPPER, M. P. J.; SPEDDING, T. A. The evolution of lean Six Sigma. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 27, n. 10, p. 138-155, 2010. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/02656711011014276>. Acesso em: 1 jul. 2018.

PIETRAROIA, C. M. **Mercado de Medicina Diagnóstica**: Modelo de Análise e Algoritmo de Avaliação Para um Fundo de Private Equity. 2013. 181 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

PINTO, C. F.; BATTAGLIA, F. **Aplicando Lean na Saúde**. 2014. Disponível em: <https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_262.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2018.

PIVA, L. C.; FUMAGALLI, L. A. W.; BAPTISTA; P. P.; SILVA, W. V. Relação entre satisfação, retenção e rentabilidade de clientes no setor de planos de saúde. **Revista de Ciências da Administração**, Florianópolis-SC, v. 9, n. 19, p. 54-80, set./dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/1433/12687>. Acesso em: 21 abr. 2018.

PORTER, M. E.; TEISBERG, E. O. **Redefining Health Care**: Creating Value-based Competition on Results. Boston: Harvard Business Review Press, 2006.

RAJASHEKHARAIAH, J. Six Sigma Benchmarking of Process Capability Analysis and Mapping of Process Parameters. **Journal of Operations and Supply Chain Management**, v. 9, n. 2, p. 60-71, jul./dez. 2016. Disponível em: < http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/joscm/article/view/64344>. Acesso em: 19 out. 2018.

REGIS, T. K. O.; GOHR, C. F.; SANTOS, L. C. Implementação do Lean Healthcare: Experiências e Lições Aprendidas em Hospitais Brasileiros. **Rev. adm. empres.**, São Paulo-SP, v. 58, n. 1, p. 30-43, jan. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902018000100030>. Acesso em: 25 jun. 2018.

REICHHELD, F. **The Ultimate Question**: Driving Good Profits and True Growth. Boston: Harvard Business Review Press, 2006.

REIS, L. V.; SILVA, A. L. E.; CORBELLINI, R. H.; RABUSKE, F. B. O Uso das Ferramentas Brainstorming e 5W2H no Planejamento de Combate a Incêndio em Indústrias de Tabaco. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais eletrônicos**... João Pessoa: ENEGEP, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/309618810_O_USO_DAS_FERRAMENTAS_BR

AINSTORMING_E_5W2H_NO_PLANEJAMENTO_DE_COMBATE_A_INCENDIO_EM_INDUSTRIAS_DE_TABACO>. Acesso em: 5 jul. 2018.

RISSI, L. A. **Aplicação da Metodologia 6 Sigma Para Resolução do Problema da Falta de Acurácia no Estoque de Uma Empresa**. 2007. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: < http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-31052010-094813/?&lang=br>. Acesso em: 16 set. 2018.

RODRIGUES, C. F. S.; LIMA, F. J. C.; BARBOSA, F. T. Importância do uso adequado da estatística básica nas pesquisas clínicas. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 67, n. 6, p-619-625, nov./dez. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034709417300673?via%3Dihub>. Acesso em: 7 nov. 2018.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, Aprendendo, Desenvolvendo Qualidade Padrão Seis Sigma**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2006.

_____. **Ações para a Qualidade**: GEIQ, Gestão Integrada para a Qualidade: padrão seis sigma, classe mundial. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

ROMEU, J. L. Anderson-Darling: A Goodness of Fit Test for Small Samples Assumptions. **RAC Start**, v. 10, n. 5, 2013. Disponível em: < http://leg.ufpr.br/~edson/Artigos/Teste%20Anderson%20Darling.pdf>. Acesso em 19 out. 2018.

RUNHA, F. P. **O Uso do Método Seis Sigma Para Identificar Áreas de Risco**: Uma Aplicação em Uma Indústria Farmacêutica. 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SANTOS, A. B.; MARTINS, M. F. Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais. **Prod. [online]**, v. 20, n. 1, p. 42-53, fev. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132010000100005&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 1 jul. 2018.

SCATOLIN, A. C. **Aplicação da Metodologia Seis Sigma na Redução das Perdas de um Processo de Manufatura**. 2005. 155f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: < http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/265608/1/Scatolin_AndreCelso_M.pdf>. Acesso em 1 set. 2018.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SEKI, M.; JÚNIOR, P. G. P.; SEKI, M. O.; NIYAMA, F. P.; CARUSO, M. C.; PASCHOALETTO, M. C. D. L.; SEKI, M. O.; SELLMANN, S. A. S; VIVAN, R. H. F.; RUIZ, L. P. A inovação de valores nos laboratórios clínicos. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro-RJ, v. 39, n. 3, p. 211-214, 2003.

SIN, A. B.; ZAILANI, S.; RAMAYAH, T. Six Sigma and organisational performance: a knowledge creation perspective. **International Journal of Productivity and Quality Management**, Malaysa, v. 6, n. 2, p. 182-212, 2010.

SINGHAL, S.; LATKO, B.; MARTIN, C. P. The future of healthcare: Finding the opportunities that lie beneath the uncertainty. **McKinsey & Company**, Jan. 2018. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/healthcare-systems-and-services/our-insights/the-future-of-healthcare-finding-the-opportunities-that-lie-beneath-the-uncertainty>. Acesso em: 8 set. 2018.

SNEE, R. D. Lean Six Sigma: getting better all time. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 1, p. 9-29, 2010. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/20401461011033130>. Acesso em: 1 jul. 2018.

SOUZA, L. B.; PIDD, M. Exploring the barriers to lean healthcare implementation. **Public Money & Management**, v. 31, n. 1, p. 59-66, 2011. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/09540962.2011.545548?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 27 jun. 2018.

TABISH, S. A. Healthcare: From Good to Exceptional Governance. **JIMSA**, v. 25, n. 3, p. 147-149, jul./set. 2012. Disponível em: <http://medind.nic.in/jav/t12/i3/javt12i3p147.pdf>. Acesso em: 8 set. 2018.

TEIXEIRA, T. R. B. A.; BORGES, F. X. B.; TAVARES, D. B. Aplicação do Lean Seis Sigma em uma empresa de serviços de tecnologia: elevando o nível de serviços com redução de custos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 21., 2014, Natal. **Anais eletrônicos**... Natal: CBC, 2014. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/download/3661/3662>. Acesso em: 1 jul. 2018.

THEDACARE. **About Us**. Disponível em: <https://www.thedacare.org/about-us.aspx>. Acesso em: 25 jun. 2018.

TJAHJONO, B.; BALL, P.; VITANOV, V. I.; SCORZAFAVE, C.; NOGUEIRA, J.; CALLEJA, J.; MINGUET, M.; NARASIMHA, L.; SRIVASTAVA, A.; SRIVASTAVA, S.; YADAV, A. Six Sigma: a literature review. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 3, p. 216-233, 2010.

TORMAN, V. B. L.; COSTER, R.; RIBOLDI, J. Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação. **Revista HCPA**, Porto Alegre, v. 32, n. 2, p. 227-234, 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/hcpa/article/viewFile/29874/19186>. Acesso em: 4 jul. 2018.

TOUSSAINT, J. S. Hospitals Can’t Improve Without Better Management Systems. **Harvard Business Review**, out. 2015. Disponível em: <https://hbr.org/2015/10/hospitals-cant-improve-without-better-management-systems>. Acesso em: 8 set. 2018.

TOUSSAINT, J. S.; BERRY, L. L. The Promise of Lean in Health Care. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 88, n. 1, p. 74-82, jan. 2013. Disponível em:

<https://www.mayoclinicproceedings.org/article/S0025-6196(12)00938-X/fulltext>. Acesso em: 18 jun. 2018.

TOUSSAINT, J. S.; GERARD, R. A. **On the Mend**: Revolutionizing Healthcare to Save Lives and Transform the Industry. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2010.

TRAD, S.; MAXIMIANO, A. C. A. Seis Sigma: Fatores Críticos de Sucesso para sua Implantação. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 13, n. 4, p. 647-662, out./dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-65552009000400008&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 1 jul. 2018.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C.H.P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. Apostila de Curso (Especialização em Qualidade e Produtividade)—Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

VIEIRA, E. W. R.; LIMA, T. M. N.; GAZZINELLI, A. Tempo de espera por consulta médica especializada em um município de pequeno porte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Mineira de Enfermagem**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 65-71, jan./mar. 2015. Disponível em: < http://www.reme.org.br/artigo/detalhes/986>. Acesso em: 16 set. 2018.

VOITTO. **Formação de White Belt em Lean Seis Sigma**. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/digital/formacao-de-white-belts-em-lean-seis-sigma>. Acesso em: 1 jul. 2018.

WERKEMA, C. A lamentável banalização do Lean Seis Sigma. **Banas Qualidade**, São Paulo, ano 14, n. 276, p. 26-30, jun. 2015. Disponível em: <http://revistas.banasqualidade.com.br/BQ_276/index.html#26/z>. Acesso em: 4 jun. 2018.

_____. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

_____. **Perguntas e Respostas Sobre o Lean Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

YADAV, G.; DESAI, T. N. Lean Six Sigma: a categorized review of literature. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 1, p. 2-24, 2016. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/IJLSS-05-2015-0015>. Acesso em: 1 jun. 2018.

ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 14 de novembro de 2018.

Leonardo Magalhães Feitosa de Melo — 201449058
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A) — Matrícula

Leonardo M.F. de Melo — 09045861623
ASSINATURA — CPF

[1] LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.

Repositório Institucional

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Termo de Autorização para publicação de trabalhos acadêmicos em formato eletrônico no Repositório Institucional Digital da Produção Científica e Intelectual da UFJF

1. Identificação da material bibliográfico: ( )Tese ( ) Dissertação
(x) TCC graduação ( ) TCC Especialização

2. Identificação da Tese ou Dissertação
Autor: Leonardo Magalhães Feitosa de Melo
Matrícula: 201449058 CPF: 09045861623 Telefone fixo: (32) 3211 3432
Telefone celular: (32) 99969 3720 E-mail: melo.leonardo@engenharia.ufjf.br
Nome do orientador: Clarice Breviglieri Porto
Título do trabalho: Metodologia Lean Seis Sigma para melhoria do processo de atendimento e retorno financeiro em uma empresa de medicina diagnóstica
Co-orientador:_____
Membros da Banca: Eduardo Breviglieri Pereira de Castro, Roberto Malheiros Moreira Filho

Pós Graduação Stricto Sensu (Mestrado e Doutorado)
Programa: _____Curso: _____
Área do Conhecimento:_____ Palavras-chave:_____
_____ Data da defesa: __ /___ /____

Pós-graduação Lato Sensu (especialização)
Curso de Pós-Graduação: _____
Área do Conhecimento:_____Palavras-chave:_____
_____Data da defesa: __ /___ /____

Graduação
Curso: Engenharia de Produção_____ Data da defesa: 14 / 11 / 2018

Área do Conhecimento: Engenharia da Qualidade_____

Palavras-chave: Lean Seis Sigma, medicina diagnóstica, retorno financeiro_____

3. Agência (s) de fomento (se houver): _____

4. Licença de uso

Na qualidade de titular dos direitos de autor do conteúdo supracitado, autorizo o Centro de Difusão do Conhecimento da Universidade Federal de Juiz de Fora a disponibilizar a obra no Repositório Institucional gratuitamente, de acordo com a licença pública ***Creative Commons*** Licença 4.0 Internacional por mim declarada sob as seguintes condições.

Permite uso comercial de sua obra? ( ) sim (x) não

Permitir alterações em sua obra?

( ) sim ( ) sim, desde que outros compartilhem pela mesma licença (x) não

A obra continua protegida por Direitos Autorais e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.

4. Informação de acesso ao documento:
Liberação para publicação: (x) Total ( ) Parcial

A restrição (parcial ou total) poderá ser mantida por até um ano a partir da data de autorização da publicação. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à PROPP ou PROGRAD. Em caso de publicação parcial, o embargo será de 12 meses. Especifique o (s) arquivo(s) capítulo(s) restritos:

Declaração de distribuição não-exclusiva

O referido autor:

a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original e que detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer pessoa ou entidade.

b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder à Universidade Federal de Juiz de Fora os direitos requeridos por esta licença e que esse material, cujos direitos são de terceiros, está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdos do documento entregue.

c) Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não a UFJF, declara que cumpriu quaisquer obrigações exigidas pelo contrato ou acordo.

Assinatura do autor Leonardo M. de Melo **Data** 14/11/18