

Samira Silva Lopes

**Proposta de um modelo para avaliação da melhoria
contínua da qualidade dos laboratórios de ensaio e
calibração acreditados, baseado em uma metodologia
híbrida *Kaizen* e *Lean Six Sigma***

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de
Pós-Graduação em Metrologia (Área de
concentração: Metrologia para Qualidade e
Inovação) da PUC-Rio.

Orientadores: Dr. Daniel Ramos Louzada
Dra. Vanderlea de Souza

Rio de Janeiro
maio de 2024



Samira Silva Lopes

**Proposta de um modelo para avaliação da melhoria
contínua da qualidade dos laboratórios de ensaio e
calibração acreditados, baseado em uma metodologia
híbrida *Kaizen* e *Lean Six Sigma***

Dissertação apresentada como requisito parcial para a
obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-
graduação em Metrologia (Área de concentração:
Metrologia para qualidade e inovação) da PUC-Rio.
Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada:

Prof. Daniel Ramos Louzada

Orientador

Programa de Pós-Graduação em Metrologia - PUC-Rio

Profa. Vanderléa de Souza

Coorientadora

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro

Profa. Dra. Elisabeth Costa Monteiro

Programa de Pós-Graduação em Metrologia – (PUC-Rio)

Profa. Aurea Valadares Folgueras Flatschart)

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - Inmetro

Rio de Janeiro, 08 de maio de 2024

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Samira Silva Lopes

Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade do Grande Rio (Unigranrio), em 2019, Rio de Janeiro, Brasil.

Ficha Catalográfica

Lopes, Samira Silva

Proposta de um modelo para avaliação da melhoria contínua da qualidade dos laboratórios de ensaio e calibração acreditados, baseado em uma metodologia híbrida *Kaizen* e *Lean Six Sigma* / Samira Silva Lopes ; orientador: Daniel Ramos Louzada ; coorientadora: Vanderléa de Souza. – 2024.

140 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Centro Técnico Científico, Programa de Pós-Graduação em Metrologia, 2024.

Inclui bibliografia

1. Metrologia – Teses. 2. Metrologia. 3. Melhoria contínua da qualidade. 4. Laboratório de ensaio e calibração. 5. Lean Six Sigma. 6. Kaizen. I. Louzada, Daniel Ramos. II. Souza, Vanderléa de. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Centro Técnico Científico. Programa de Pós-Graduação em Metrologia. IV. Título

CDD: 389.1

A Deus e aos meus pais.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus.

Aos meus pais, Maria Catarina Silva Lopes e Nilson Lopes, por seus esforços em proporcionar-me uma educação de qualidade, por serem exemplos e pilares de apoio ao longo da minha jornada educacional. Agradeço por sua dedicação, incentivo e por acreditarem nos meus sonhos.

À minha avó paterna, Iolanda Lopes Vieira, por sua alegria nas minhas conquistas, por suas orações e palavras de encorajamento.

Às minhas tias Ana Cristina do Nascimento Silva, Irani Lopes Lima e Neida Lopes de Oliveira, e às minhas primas Nathalia Medeiros da Silva e Rebeca Lopes de Oliveira, por suas orações, apoio, amizade e amor incondicional nesta fase da minha vida.

Aos meus amigos por compreenderem as minhas ausências durante este período.

À bispa Eliane França, ao grupo "dança profética" e aos membros da Missão Evangélica Celeiro Santo Internacional (Mecsi) por suas orações e orientações espirituais.

Ao professor Daniel Ramos Louzada, meu orientador, por acreditar e apoiar o desenvolvimento desta dissertação, e por estar ao meu lado em todos os momentos desta jornada acadêmica.

À professora Vanderléa Souza, minha coorientadora, por abraçar esta pesquisa com seu vasto conhecimento e habilidades educacionais.

À Aurea Valadares Folgueras-Flatschart, membra da Rede de Metrologia Química do Inmetro - Remeq-I.

Ao professor Carlos Roberto Hall Barbosa, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PósMQI).

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PósMQI).

Às secretárias Márcia Ribeiro e Paula Molinari, pela ajuda, atenção e disponibilidade.

Aos meus colegas do Programa de Pós-Graduação em Metrologia (PósMQI), em especial, Anna Carolina de Paula Sermarini, Luciene Pires Brandão e Tatiana Barbosa de Andrade.

Aos professores Arnaldo Pinheiro Costa Gaio e Túlia Cristina Santos Pessôa Gaio, pela parceria profissional e pelas palavras de incentivo durante esta pesquisa.

Aos colegas do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), especialmente aos colegas da Divisão de Gestão da Qualidade (DIGEQ).

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa que possibilitou a realização desta pesquisa.

Agradeço a todos por seu apoio, orientação e contribuições valiosas ao longo desta jornada.

À CAPES e à PUC-Rio, pelos auxílios concedidos. O presente trabalho foi realizado com apoio da CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (código de financiamento 001).

Resumo

Lopes, Samira Silva; Louzada, Daniel Ramos (Orientador); Souza, Vanderléa de (Coorientadora). **Proposta de um modelo para avaliação da melhoria contínua da qualidade dos laboratórios de ensaio e calibração acreditados, baseado em uma metodologia híbrida *Kaizen e Lean Six Sigma***. Rio de Janeiro, 2024. 140 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Metrologia. Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Atualmente é cada vez mais importante que uma empresa ganhe destaque, garantindo maior competitividade no seu mercado. Independentemente da área de atividade, ações de melhoria dos serviços e ou produtos, que aprimorem (i) qualidade dos serviços, (ii) aumentem a competitividade e (iii) aumentem poder de penetração, são cada vez mais valorizadas. Nesse cenário, laboratórios de ensaio e calibração acreditados (LECA) buscam manter e aumentar a qualidade dos seus serviços, o que se reflete tanto na satisfação por parte dos clientes quanto na obtenção e manutenção de acreditação. Desta forma, a presente dissertação visa propor um modelo híbrido (*Kaizen e Lean Six Sigma*) de avaliação da melhoria contínua da qualidade para laboratórios de ensaio e calibração, contribuindo para o aperfeiçoamento dos processos e as análises realizadas em LECA, visando tanto a redução de custos e desperdícios quanto a garantia da qualidade pós acreditação. Para tanto, foi realizada uma pesquisa *survey* com profissionais que atuam em diferentes setores de LECA de forma a se obter um perfil dos desafios associados a qualidade dos mesmos. Os resultados obtidos permitiram calcular o nível de maturidade de cada requisito analisado, identificando o requisito “Pessoal” como o de maior prioridade (menor maturidade). Com base nos resultados foi proposto tanto um modelo de avaliação continua da qualidade a ser empregado em LECA quanto recomendações de gestão da qualidade.

Palavras-chave

Metrologia, Melhoria Contínua da Qualidade, Laboratório de Ensaio e Calibração, *Lean Six Sigma*, *Kaizen*.

Abstract

Lopes, Samira Silva; Louzada, Daniel Ramos (Orientador); Souza, Vanderlea de (Coorientadora). **Proposal of a model for evaluating the continuous quality improvement of accredited testing and calibration laboratories, based on a hybrid methodology of *Kaizen* and *Lean Six Sigma***. Rio de Janeiro, 2024. 140 p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Metrologia. Área de concentração: Metrologia para Qualidade e Inovação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Currently, it is increasingly important for a company to stand out, ensuring greater competitiveness in its market. Regardless of the field of activity, actions aimed at improving services and/or products, which enhance (i) service quality, (ii) competitiveness, and (iii) market penetration, are increasingly valued. In this scenario, testing and calibration laboratories (TCL) seek to maintain and increase the quality of their services, which is reflected both in customer satisfaction and in obtaining and maintaining accreditation. Thus, this dissertation aims to propose a hybrid model (Kaizen and Lean Six Sigma) for evaluating continuous quality improvement for testing and calibration laboratories, contributing to the improvement of processes and analyses conducted in TCL, aiming at both cost and waste reduction and ensuring post-accreditation quality. To this end, a survey was conducted with professionals working in different TCL sectors in order to obtain a profile of the challenges associated with their quality. The results obtained allowed the calculation of the maturity level of each analyzed requirement, identifying the "Personnel" requirement as the highest priority (lowest maturity). Based on the results, both a continuous quality evaluation model to be employed in TCL and quality management recommendations were proposed.

Keywords

Metrology, Continuous Quality Improvement, Testing and Calibration Laboratory, *Lean Six Sigma*, *Kaizen*.

Sumário

1 Introdução	16
1.1. Definição do problema de pesquisa	18
1.2. Objetivos: geral e específicos.....	18
1.3. Ferramenta.....	19
1.3.1. Fase exploratória e descritiva.....	19
1.3.2. Fase de pesquisa aplicada.....	20
1.3.3. Fase conclusiva.....	21
1.4. Estrutura da dissertação	21
2 Referencial teórico das principais ferramentas associadas a qualidade	23
2.1. Principais ferramentas aplicadas para a qualidade	23
2.1.1. <i>Ciclo Plan-Do-Check-Act</i>	23
2.1.2. Diagrama de Causa e Efeito	25
2.1.3. Diagrama de Dispersão ou Correlação	27
2.1.4. Diagrama de Pareto	28
2.1.5. 5S (<i>Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu e Shitsuke</i>).....	29
2.2. Principais ferramentas aplicadas para a qualidade	31
2.2.1 <i>Lean Six Sigma</i>	32
2.2.1.1 Modelos de Maturidade	36
2.2.1.2 Fatores Críticos de Sucesso	38
2.2.2 <i>Kaizen</i>	39
2.2.2.1 <i>Kaizen</i> Produtivo	44
2.2.2.2 <i>Kaizen</i> Administrativo	47
2.2.2.3 <i>Kaizen</i> de Troca	47
2.2.2.4 <i>Kaizen</i> Logístico	48

2.2.2.5 Levantamento de ideias	50
2.2.2.6 Nível das ideias	51
2.2.2.7 Implementação das ideias.....	52
2.2.2.8 Resultados do evento <i>Kaizen</i>	53
2.2.2.9 Desafios da Sustentação do evento <i>Kaizen</i>	54
2.3. Principais aspectos e aplicações da ferramenta <i>Lean Six Sigma</i> combinada com a ferramenta <i>Kaizen</i>	56
2.4 Considerações finais	57
 3 Referencial teórico das principais implicações dos referenciais normativos	 58
3.1. Norma ABNT NBR ISO 9000:2015	58
3.2. Norma ABNT NBR ISO 9001:2015	60
3.3. Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017	63
3.4 Considerações finais	66
 4 Avaliação de cenário da melhoria contínua da qualidade de laboratórios de ensaio e calibração	 67
4.1. Laboratórios de ensaio e calibração acreditados	67
4.2 Pesquisa para análise do cenário da qualidade contínua em laboratórios de ensaio e calibração acreditados	68
4.2.1. Números fuzzy como ferramenta na pesquisa	71
4.2.2. Laboratórios de ensaio e calibração acreditados participantes da pesquisa	73
4.3 Pesquisa <i>Survey</i>	77
4.4. Considerações finais	86
 5 Orientações para a melhoria contínua da qualidade de laboratórios de ensaio e calibração	 87
5.1. Modelo proposto.....	88
5.1.1 Maturidade	89
5.1.2 Aplicação do Kaizen Administrativo	94
5.2 Considerações finais	104

6 Conclusão	106
7 Referências bibliográficas	108
Apêndice 1 Laboratórios acreditados participantes da pesquisa da Rede Brasileira de Calibração	113
Apêndice 2 Laboratórios acreditados participantes da pesquisa da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio	116
Apêndice 3 - Artigo publicado nos anais do Congresso Brasileiro de Metrologia (2023)	133

Lista de figuras

Figura 1 - Mapa conceitual da pesquisa.....	21
Figura 2 - Ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA).....	24
Figura 3- Diagrama de Causa e Efeito.....	26
Figura 4 - Diagrama de Dispersão ou Diagrama de Correlação.	27
Figura 5 - Diagrama de Pareto.....	29
Figura 6 – Ciclo PDCA no <i>Kaizen</i>	40
Figura 7 – Exemplo simplificado do mapa spaghetti	46
Figura 8 – Exemplo de perguntas dos sete desperdícios.....	51
Figura 9 – Representação gráfica de um número <i>fuzzy</i> triangular	72
Figura 10 – Representação gráfica dos números <i>fuzzy</i> representativos das respostas obtidas.	73
Figura 11 - Modalidade de acreditação	74
Figura 12 - Modalidade de função dentro dos laboratórios.	75
Figura 13 – Tempo de vínculo dos colaboradores em seus respectivos laboratórios.....	75
Figura 14 – Diagrama do procedimento operacional padrão desenvolvido.	89
Figura 15 – Macrofluxo padrão das 9 etapas comumente relacionadas aos processos de um laboratório de ensaio e calibração.	97
Figura 16 – Microfluxo do “Contato Inicial do Cliente”	98
Figura 17– Microfluxo do “Recepção da solicitação”	98
Figura 18 – Microfluxo do “Análise do orçamento”	98
Figura 19 – Microfluxo do “Envio de amostras e/ou equipamentos”	98
Figura 20 – Microfluxo do “Recepção de amostras e/ou equipamentos” ..	99
Figura 21 – Microfluxo do “Separação por atividade”	99
Figura 22 – Microfluxo do “Realização das atividades”	99
Figura 23 – Microfluxo do “Inclusão de resultados no sistema”	99
Figura 24 – Microfluxo do “Emissão de relatório”	100
Figura 25– Matriz de impacto das 12 propostas (de P1 até P12) de melhorias apresentadas.	101

Lista de quadros

Quadro 1 - Tipos de <i>Kaizen</i>	40
Quadro 2 - Participação da equipe nos eventos <i>Kaizen</i>	41
Quadro 3 – Blitz <i>Kaizen</i>	42
Quadro 4– Semana <i>Kaizen</i>	42
Quadro 5– Projeto <i>Kaizen</i>	42
Quadro 6 – Cálculo da taxa takt ou tempo takt	45
Quadro 7 - Exemplo de folha padrão para coleta de tempo	45
Quadro 8– Requisitos e Dimensões.....	69
Quadro 9- Escalas e atributos da resposta proposta.	70
Quadro 10– Perguntas de pesquisa.....	77
Quadro 11 – Classificação de Maturidade dos laboratórios de ensaio e calibração analisados.	93
Quadro 12– Exemplo da estrutura do planejamento <i>Kaizen</i> aplicado a um LECA	95
Quadro 13 – Relação de impacto entre requisitos e etapas.	97

Lista de tabelas

Tabela 1 - Principais aspectos e aplicações das ferramentas.....	56
Tabela 2 - Análise dos números <i>fuzzy</i> triangulares.....	73
Tabela 3– Frequência de treinamento dos colaboradores pesquisados.	76
Tabela 4 – Melhoria após acreditação.	77
Tabela 5 – Respostas dos representantes dos laboratórios pesquisados.	79
Tabela 6 - Média dos 105 números <i>fuzzy</i> para as perguntas realizadas.	83
Tabela 7 – Avaliação do atendimento aos requisitos dos LECA.....	92
Tabela 8– Soma das avaliações por dimensão.....	92
Tabela 9 – Cálculo do IPM obtido com a avaliação da pesquisa <i>survey</i>	94

Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABNT/CB-025	Comitê Brasileiro da Qualidade
ABNT/CEE	Comissões de Estudo Especiais
ABNT/ONS	Organismos de Normalização Setorial
CE	Comissões de Estudo
CE-025:000.001	Comissão de Estudo de Terminologia
CE-025:000.002	Comissão de Estudo de Sistemas da Qualidade
CE-025:000.003	Comissão de Estudo de Tecnologias de Suporte
CE-025:000.004	Comissão de Estudo de Avaliação da Conformidade
Cgcre	Coordenação Geral de Acreditação
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i>
LECA	Laboratórios de Ensaio e Calibração Acreditados
FCS	Fatores Críticos de Sucesso
GQT	Gestão da Qualidade Total
IAF	<i>International Accreditation Forum</i>
ILAC	<i>International Laboratory Accreditation Cooperation</i>
IES	Instituições de Ensino Superior
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISO/TC 176	<i>Technical Committee Quality management and quality assurance</i>
JIT	<i>Just-in-Time</i>
LSS	<i>Lean Six Sigma</i>
MCDM	Ferramentas de Decisão Multicritério
MCQ	Melhoria Contínua da Qualidade
NBR	Norma Brasileira
OAC	Organismos de Avaliação da Conformidade
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PUC-Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
RBC	Rede Brasileira de Calibração
RBLE	Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
VIM	Vocabulário Internacional de Metrologia

1

Introdução

No mundo atual, é cada vez mais importante que uma empresa se destaque das demais, garantindo maior competitividade no seu mercado. Independentemente do setor produtivo ou da área de atividade, ações que objetivem a melhoria dos serviços e ou produtos, garantem tanto melhores condições de competição quanto maior poder de penetração nos mercados, além de elevar seu potencial de renda. Essas ações, também tem aplicação fora do mundo empresarial, sendo utilizada do mesmo modo no âmbito de laboratórios de ensaios em diferentes centros de pesquisa e calibração.

É evidente que a qualidade laboratorial tem grande importância em procedimentos de acreditação, visto que asseguram a confiabilidade dos serviços prestados (Sierra, 2017). Desta forma, e com intuito de aperfeiçoar os diferentes processos, diferentes instituições preconizam a utilização de ferramentas que garantam a qualidade por meio de melhorias contínuas no processo organizacional (De Barros Ahrens, 2017). Neste sentido, diferentes ferramentas e ferramentas de garantia da qualidade são desenvolvidas e/ou modificadas para depois serem implementadas. De acordo com Silva (2008) e Taghizadegan (2010), as ferramentas *Lean Six Sigma* e *Kaizen* são alguns destas ferramentas que combinados abordam o referido problema, atuando para o melhoramento na qualidade.

A ferramenta *Lean Six Sigma* (LSS) é um termo formado pela junção das duas ferramentas de qualidade: *Lean* e *Six Sigma* (Antony *et al.*, 2017c). No ano de 2003 o *Lean Six Sigma* passou a ser usado e a aparecer na literatura como parte da evolução do *Six Sigma* (Buell *et al.*, 2003). A ferramenta *Lean* criada pelo engenheiro Taiichi Ohno (Silva, 2008), surgiu no Sistema Toyota de Produção (STP) com intuito de reduzir os custos, melhorar a produtividade e aumentar a qualidade como um todo (Antony, 2011a; Mendes *et al.*, 2018) da montadora japonesa Toyota (Silva, E. 2008). Já o método *Six Sigma* foi desenvolvido pelo engenheiro Bill Smith na empresa americana Motorola, durante a década de 1980 (Shah *et al.*, 2008), em um período de grande concorrência vinda especialmente do Japão (Antony, 2011a). Sua primeira finalidade era melhorar os negócios por meio da eliminação de erros nos processos de produção e defeitos nos produtos, realizando para isso, coleta de dados estatísticos o que se mostrou importante para se

solucionar os problemas de má qualidade e assim satisfazer os clientes (Taghizadegan, 2010; Antony, 2011a).

Kaizen é uma ferramenta criada pelo japonês Masaaki Imai. Ela é mundialmente conhecida e muito aplicada na indústria, em especial na automotiva. Quando desenvolvida o seu objetivo tinha o foco em aprimorar a qualidade fabril no Japão, e seu principal fundamento constituía a participação de todos os colaboradores da empresa nos processos de qualidade (Dinis, 2016). Hoje em dia, diferentes ferramentas, como *Lean Six Sigma* (Taghizadegan, 2010), podem ser associadas à ferramenta *Kaizen* objetivando a melhoria contínua da qualidade dos produtos, processos e serviços, auxiliando na resposta das exigências dos clientes (Oliani, 2016).

Tendo em vista este aspecto, Olivares (2006) atesta que para corresponder às expectativas dos clientes é primordial que se observe a qualidade do produto ou serviço prestado. Sendo assim, o produto deve ser confeccionado pelas empresas de maneira adequada, respeitando determinado critério de qualidade. Em outras palavras, o produto deve ser produzido dentro de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ). Ademais, no que se refere à laboratórios de ensaios, Garrido (2014) sustenta a importância de se implementar o SGQ para atender melhor os clientes, gerando resultados com alta precisão e credibilidade e com maior garantia de qualidade nas análises realizadas.

A melhoria contínua da qualidade laboratorial inclui ainda os processos de acreditação que asseguram a confiabilidade dos serviços prestados (Sierra, 2017). De acordo com Belezia (2019), a acreditação reduz a oscilação dos resultados apresentados pelos laboratórios de ensaios e calibrações, aumentando a competição por meio da credibilidade dos resultados (promovendo internacionalmente o laboratório), desenvolvendo o treinamento e qualificação dos colaboradores, aperfeiçoando a gestão dos processos dentro dos laboratórios e por fim, melhorando o atendimento aos clientes.

Apesar dos esforços de levantamento bibliográfico em diferentes bases de dados acadêmicos (tais como *Google Scholar* e *Scopus*), não foram encontrados nenhum trabalho que se relacionasse a aplicação das ferramentas combinadas (*Kaizen* e *Lean Six Sigma*) em laboratórios de ensaio e calibração acreditados.

Desta forma, a presente pesquisa tem por objetivo propor uma ferramenta de melhoria contínua da qualidade laboratorial, contribuindo para o aperfeiçoamento dos processos e as análises realizadas em laboratórios de ensaio e calibração acreditados, com a finalidade de reduzir custos e desperdícios, garantindo a qualidade pós acreditação (propiciando a manutenção da acreditação) e evidenciando a importância da participação dos colaboradores em todo o

desenvolvimento organizacional por meio da combinação das ferramentas *Lean Six Sigma* e *Kaizen*.

Esta dissertação insere-se na linha de pesquisa “Gestão Estratégica da Inovação e Sustentabilidade” do Programa de Pós-graduação em Metrologia (PósMQI) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

1.1.

Definição do problema de pesquisa

Considerando a constante necessidade observada nos laboratórios de ensaio e/ou calibração em manter a qualidade que lhes garantam satisfação e reconhecimento por parte dos seus clientes, definiu-se a seguinte questão principal a ser respondida ao longo da pesquisa: “Como aplicar a ferramenta *Lean Six Sigma* e a ferramenta *Kaizen* de forma a contribuir para a melhoria contínua da qualidade dos laboratórios de ensaio e calibração?”

1.2.

Objetivos: geral e específicos

Buscando dar uma contribuição metodológica para a melhoria contínua da qualidade de laboratórios de ensaio e/ou calibração, o objetivo geral da dissertação é avaliar critérios de qualidade de laboratórios de ensaio e calibração submetidos às abordagens *Lean Six Sigma* e *Kaizen*.

Em termos específicos, a dissertação busca:

- Levantar o estado-da-arte sobre avaliação de sistemas de gestão da qualidade de laboratórios de ensaio e/ou calibração;
- Selecionar o referencial normativo aplicável à avaliação de sistemas de gestão da qualidade de laboratórios de ensaio e calibração;
- Identificar e analisar as ferramentas de gestão da qualidade que deverão ser investigadas para a fase de modelagem, na perspectiva da aplicação da ferramenta *Lean Six Sigma* e da ferramenta *Kaizen* no contexto de laboratórios de ensaio e calibração acreditados (LECA);
- Propor e implementar uma pesquisa *Survey* para levantar as principais características e desafios encontrados nos laboratórios de ensaio e/ou calibração.
- Desenvolver um modelo de avaliação de sistemas de gestão da qualidade de laboratórios de ensaio e calibração com o uso da ferramenta *Lean Six Sigma* e a

ferramenta *Kaizen*;

- Descrever as ferramentas de gestão da qualidade que estão sendo empregadas nos estudos empíricos e que poderão integrar a sistemática a ser desenvolvida com base na ferramenta *Lean Six Sigma* e na ferramenta *Kaizen* ;
- Discutir as recomendações endereçadas a todos os laboratórios acreditados para aplicação futura da sistemática baseada na ferramenta *Lean Six Sigma* e na ferramenta *Kaizen* .

1.3. Ferramenta

Segundo a taxonomia proposta por Vergara (2002), a pesquisa pode ser considerada descritiva, explicativa, metodológica e aplicada (quanto aos fins).

Quanto aos meios de investigação, a ferramenta compreende:

- Pesquisa bibliográfica e documental sobre os temas centrais da pesquisa, como indicado na fase exploratória e descritiva da figura 1.1;
- Identificação e análise das ferramentas de gestão da qualidade para fase de modelagem na aplicação da ferramenta *Lean Six Sigma* em conjunto com a ferramenta *Kaizen*;
- Formulação das conclusões sobre discussão das recomendações endereçadas a todos os laboratórios da RBC e da RBLE para aplicação futura da sistemática baseada na ferramenta *Lean Six Sigma* combinada com a ferramenta *Kaizen*;
- Ferramenta *Lean Six Sigma* combinada com a ferramenta *Kaizen* e recomendações de trabalhos futuros, indicado na fase conclusiva propositiva.

Quanto ao enfoque, a pesquisa é classificada como mista.

1.3.1. Fase exploratória e descritiva

A fase exploratória e descritiva inicia com pesquisa bibliográfica e documental, com o objetivo de levantar tanto os trabalhos conceituais e empíricos como os documentos de referência normativa para delimitação do tema central da pesquisa. Primeiramente, busca conceituar as características da ferramenta *Kaizen* simultaneamente da ferramenta *Lean Six Sigma* para melhoria contínua da qualidade, dando destaque aos seus princípios e ferramentas de ação.

Em seguida buscou-se os principais documentos normativos que dizem sobre qualidade, em especial, quando relacionada a laboratórios de ensaio e calibração. Isto gerou subsídios para

efetuar uma pesquisa bibliográfica mais assertiva quanto ao emprego da ferramenta *Kaizen* juntamente com a ferramenta *Lean Six Sigma* na elaboração de uma ferramenta para se chegar a uma melhoria contínua da qualidade em laboratórios de ensaio e calibração.

A lacuna encontrada para a realização deste trabalho é obtida a partir da pesquisa de estudos empíricos e documentos normativos sobre o tema proposto. Identificaram-se artigos, dissertações e teses voltadas para a qualidade laboratorial, mas nenhuma que citasse o uso da ferramenta *Kaizen* isolada ou em conjunto com a ferramenta *Lean Six Sigma*. A ênfase dos trabalhos anteriores recaiu sobre iniciativas de mensuração e avaliação do capital intelectual de universidades de países europeus (Portugal, Reino Unido, Espanha, Itália, dentre outros) e de países de outros continentes (Japão, Índia, México e Brasil). Além disso, não foi possível identificar as ferramentas adotados para a seleção e validação dos indicadores e métricas¹ do capital intelectual das instituições alvo desses trabalhos. Confirmou-se, portanto, a inexistência de estudos acadêmicos tendo como foco no tema “avaliação a melhoria contínua da qualidade dos laboratórios de ensaio e calibração” usando as ferramentas citadas.

O referencial teórico constituiu uma orientação conceitual para a pesquisa, ao compor o vocabulário especializado e organizar o conhecimento sobre as diferentes ferramentas empregadas na melhoria contínua da qualidade em laboratórios de ensaio e calibração.

Apresenta-se na figura 1 uma visão geral e esquemática dos resultados desta primeira fase, no formato de um mapa conceitual da pesquisa.

1.3.2. Fase de pesquisa aplicada

Desenvolveu-se a fase da pesquisa aplicada, a partir dos resultados da revisão bibliográfica e documental, que nortearam a definição dos objetivos da pesquisa e o desenvolvimento da ferramenta para a melhoria contínua da qualidade, reduzir os custos e desperdícios.

Nesta fase, foram realizados (i) os contatos com diferentes laboratórios de ensaio e calibração para a participação na pesquisa; (ii) desenvolvimento de questionários para serem aplicados junto aos profissionais que trabalham nos laboratórios de ensaio e calibração (profissionais de bancada, mestres e/ou doutores responsáveis por diferentes análises e gerência); (iii) avaliação dos marcadores observados (antes e durante a implementação da ferramenta proposta na pesquisa)

¹ Indicador é uma representação de forma simples ou intuitiva de uma métrica ou medida para facilitar sua interpretação quando comparada a uma referência ou alvo.

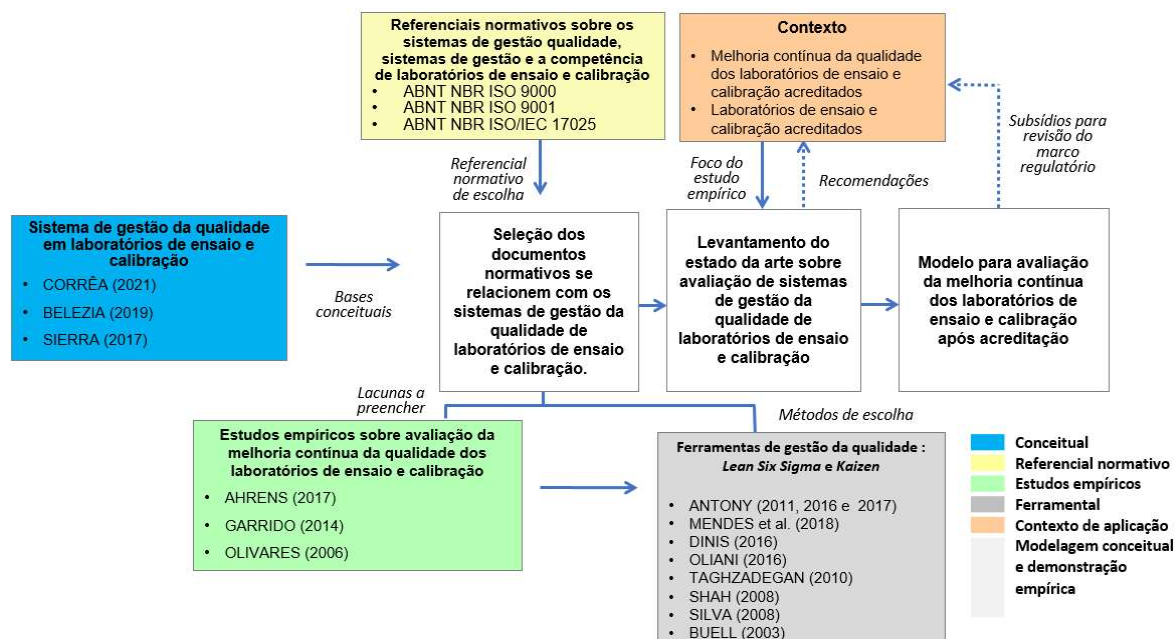


Figura 1 - Mapa conceitual da pesquisa

1.3.3. Fase conclusiva

Na terceira fase, elaboraram-se a conclusão geral e as específicas em relação a cada um dos objetivos enunciados na seção 1.2, formularam-se um conjunto de recomendações aos diversos atores interessados na aplicação da ferramenta proposta e/ou descrição tanto das limitações da pesquisa quanto dos trabalhos futuros.

1.4. Estrutura da dissertação

A dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos, incluindo esta introdução.

O capítulo dois apresenta o referencial teórico das principais ferramentas e/ou ferramentas associadas à garantia da qualidade, sendo abordados os estudos empíricos associados ao tema de interesse. O capítulo está dividido em duas seções. Na primeira, abordam-se as principais ferramentas utilizadas para a qualidade em laboratórios de ensaio, em especial, em ensaio e calibração. Na segunda seção, é apresentado o estado da arte a respeito da ferramenta *Kaizen* combinada com a ferramenta *Lean Six Sigma*, seus principais aspectos e aplicações.

O capítulo três aborda, na primeira seção e na segunda seção, as normas ABNT NBR ISO 9000 e ABNT NBR ISO 9001, e suas principais implicações. A terceira seção aborda a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, levantando os principais pontos de atenção a serem perseguidos para a obtenção do certificado de acreditação. Este capítulo busca identificar os critérios que devem ser monitorados para se obter a melhoria contínua da qualidade.

No capítulo quatro está descrita a avaliação de cenário da melhoria contínua da qualidade (MCQ) de laboratórios de ensaio e calibração. O capítulo está dividido em quatro seções. Na primeira, é definido o laboratório de ensaio e calibração. A segunda seção descreve a pesquisa para análise do cenário da qualidade contínua em laboratórios de ensaio e calibração acreditados e números *fuzzy* como ferramenta na pesquisa. A terceira seção apresenta aplicabilidade do modelo de números *fuzzy* triangulares e a análise dos dados coletados a partir dos questionários realizados, assim como o tratamento dos dados. A quarta seção, descrita a pesquisa *survey* e a análise dos dados coletados.

O capítulo cinco apresenta a demonstração da aplicabilidade da nova ferramenta proposta, estruturado em uma seção na qual, é apresentado o modelo proposto para a melhoria contínua da qualidade dos laboratórios de ensaio e calibração acreditados combinando as ferramentas *Lean Six Sigma* e *Kaizen*.

O capítulo seis apresenta as conclusões e recomendações para os trabalhos futuros considerando a melhoria contínua da qualidade em laboratórios de ensaio e calibração.

2

Referencial teórico das principais ferramentas associadas a qualidade

Neste capítulo, será apresentado a revisão bibliográfica que foi realizada com vista a mapear as principais ferramentas e ferramentas utilizadas no âmbito de estudos na manutenção da qualidade em laboratórios de ensaio e calibração.

2.1.

Principais ferramentas aplicadas para a qualidade

De acordo com Ishikawa (1993) e Andrade (2003), qualidade é uma revolução do conceito administrativo e exige um novo pensamento de todos os colaboradores da empresa, principalmente da alta direção, por se tratar de processos de melhoria contínua.

Nos processos de melhoria contínua são utilizadas as ferramentas da qualidade que são técnicas e mecanismos práticos que ajudam a identificar e resolver problemas, por meio de coletas informações e documentação de processos para uma melhoria da qualidade nas instituições (Alexandre, 2008). Diante disso, nesta sessão serão apresentadas as principais ferramentas da qualidade aplicadas nas organizações.

2.1.1.

Ciclo Plan-Do-Check-Act

Idealizado por Walter Shewhart, na década de 1920, e semeado para o mundo por William Edward Deming na década de 1950, o ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) ou ciclo de Deming, é uma ferramenta de melhoria contínua utilizada para alcançar processos, produtos e serviços, divididas em quatro etapas: planejar (*plan*), executar (*do*), checar (*check*) e agir (*act*) (Brisot & Pastore, 2018; Realyvásquez-Vargas et al., 2018), conforme a figura 2.

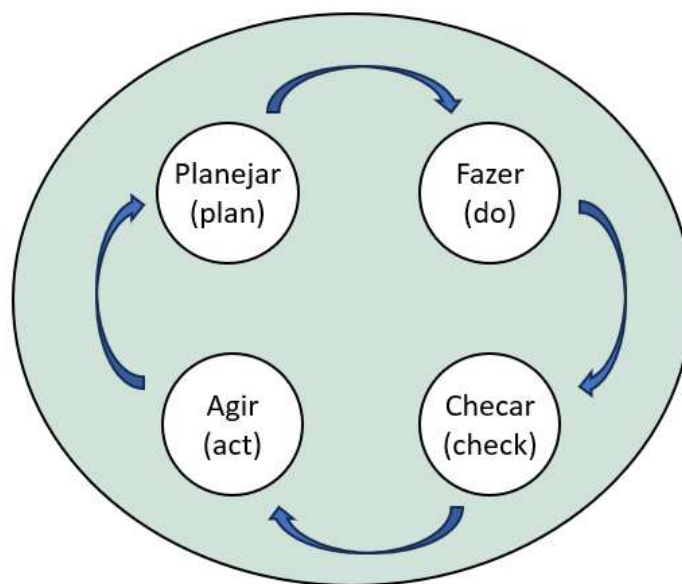


Figura 2 - Ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA). Figura editada de Andrade, 2003.

A primeira etapa é planejar, considerada a mais importante, onde as metas e os objetivos são idealizados pelos funcionários envolvidos no ciclo. A segunda etapa é executar todas as metas e os objetivos planejados na etapa anterior por meio de um plano de ação e de acordo com o perfil de cada organização. Nesta etapa, as ações são divulgadas para os colaboradores em reuniões participativas, nas quais os mesmos responsáveis saberão e deverão concordar com os seus afazeres (Andrade, 2003).

De acordo com Andrade (2003), na terceira etapa, ocorre a verificação da eficácia do plano de ação executado na etapa anterior, fazendo o uso de questionamentos para analisar criticamente as ações estabelecidas, como: Qual a eficácia das ações diante aos objetivos iniciais? qual o grau de desvio das ações estipuladas inicialmente? O(s) problema(s) detectado(s) pode(m) ser superado(s)? As ações tomadas foram eficazes o suficiente para se estabelecer um protocolo?

Segundo Andrade (2003), as questões descritas anteriormente nesta etapa são subdivididas em três fases para que sejam analisadas de maneira organizada:

- Comparação dos resultados: são usados os dados coletados antes e depois das ações estabelecidas e executadas na fase anterior para a verificação da efetividade das ações e o grau de redução dos resultados indesejáveis;
- Listagem dos efeitos secundários: as ações executadas na etapa anterior podem provocar efeitos secundários positivos ou negativos à organização, então, a mesma deve tomar as devidas providências com relação a esses efeitos;
- Verificação da continuidade ou não do problema: a organização deve certifica-se de que todas as ações planejadas foram implementadas de acordo com o plano

inicial, caso contrário, significa que a solução apresentada falhou e o ciclo PDCA deve ser reiniciado, para que novas ações possam ser discutidas e causas do problema solucionadas.

Comprovando-se a eficácia das ações estabelecidas, a equipe estará apta a realizar a última etapa do ciclo PDCA, a etapa agir. Esta última etapa se caracteriza pela padronização das ações executadas com resultados positivos na fase de verificação. No processo de padronização que acontece nesta quarta etapa, a organização deve elaborar um novo protocolo ou alterar o já existente, escrevendo-o em forma de texto ou fluxograma ou figuras, incluindo os seguintes itens fundamentais (Andrade, 2003):

- O que fazer?
- Quem deverá fazer a tarefa?
- Quando será executada a tarefa?
- Onde será executada a tarefa?
- Como será executada a tarefa?
- Por que será executada a tarefa?

Após a elaboração dos protocolos, os mesmos devem ser divulgados amplamente na instituição por meio de circulares, comunicados, reuniões e outros. A empresa também deve realizar treinamentos com os funcionários explicando com clareza as alterações, o novo protocolo e verificar se todos estão aptos a executar o novo protocolo. E, por fim, este novo processo de padronização deve ser acompanhado regularmente pela organização para evitar que um problema resolvido reapareça.

2.1.2. Diagrama de Causa e Efeito

Desenvolvido pelo químico Kaoru Ishikawa em 1943, o Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Espinha de Peixe, é uma ferramenta da qualidade para a compreensão entre o efeito (problema) e as possíveis causas (Brisot & Pastore, 2018), controlar e garantir a qualidade do produto final relacionando o defeito com suas causas e detectar as áreas de melhorias (Alexandre, 2008).

O Diagrama de Causa e Efeito utiliza o sistema 6M: mão de obra, materiais, máquina, método, meio ambiente e medição, para identificar as possíveis causas de um efeito (Galvão, 2016; Brisot & Pastore, 2018), conforme a figura 3.

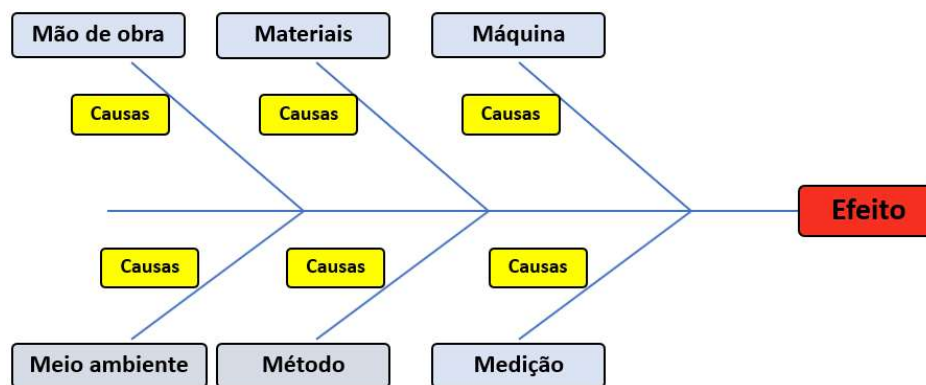


Figura 3- Diagrama de Causa e Efeito. Figura adaptada de Paulista & Alves, 2015.

De acordo com Paulista & Alves (2015), o sistema 6M pode ser classificado em tipos diferentes:

- Mão de obra: Causa que envolve atitudes do colaborador, como pressa, imprudência e outros;
- Materiais: Causa que envolve toda a matéria prima que foi usada no trabalho;
- Máquina: Causa que envolve a máquina ou o equipamento que está sendo operado, como defeito, falha e outros;
- Método: Causa que envolve o método que estava sendo executado no trabalho e talvez não ser o mais adequado;
- Meio ambiente: Causa que envolve o meio ambiente, como calor, poeira, poluição, ambiente de trabalho (falta de espaço, localização) e outros;
- Medição: Causa que envolve uma decisão tomada pelo colaborador que modificou a medida correta.

Para Galvão (2016), os 6M's descrevem as causas dos efeitos mais frequentes nas empresas e os mesmos podem ser substituídos por equipamentos, políticas, procedimentos e colaboradores.

Segundo Brisot & Pastore (2018), para se aplicar o Diagrama de Causa e Efeito, deve-se elaborar os 6M, reunir os colaboradores envolvidos com o efeito e pedir para cada um identificar o maior número de causas possíveis para o problema. Em seguida, as respostas são agrupadas de acordo com as categorias do 6M's, analisadas e definidas juntamente com os envolvidos para detectar a principal causa do efeito, e posteriormente decidir uma ação corretiva para sanar o problema.

2.1.3.

Diagrama de Dispersão ou Correlação

O Diagrama de Dispersão, também chamado de Diagrama de Correlação, é um gráfico que permite a visualização da correlação entre duas variáveis. No geral, os gráficos dispersão desta ferramenta, são usados para relacionar causa e efeito, e identificar alguns tipos de correlação: positiva, negativa ou sem correlação (Carpinetti, 2012; Paulista & Alves, 2015). De acordo com Paulista & Alves (2015), certas correlações são definidas como:

- Correlação positiva: O aumento de uma variável corresponde ao aumento da outra (figura 4a);
- Correlação negativa: O aumento de uma variável corresponde á diminuição da outra figura 4b);
- Correlação não-linear: Quando não é ajustada uma reta figura 4c).

Para elaborar um Diagrama de Dispersão, é necessário coletar no mínimo 30 pares de dados das variáveis (x, y) , registrar no eixo x a variável considerada preditora da variável no eixo y , observar a direção e a dispersão dos pontos para julgar a correlação (Carpinetti, 2012; Paulista & Alves, 2015), de acordo a figura 4.

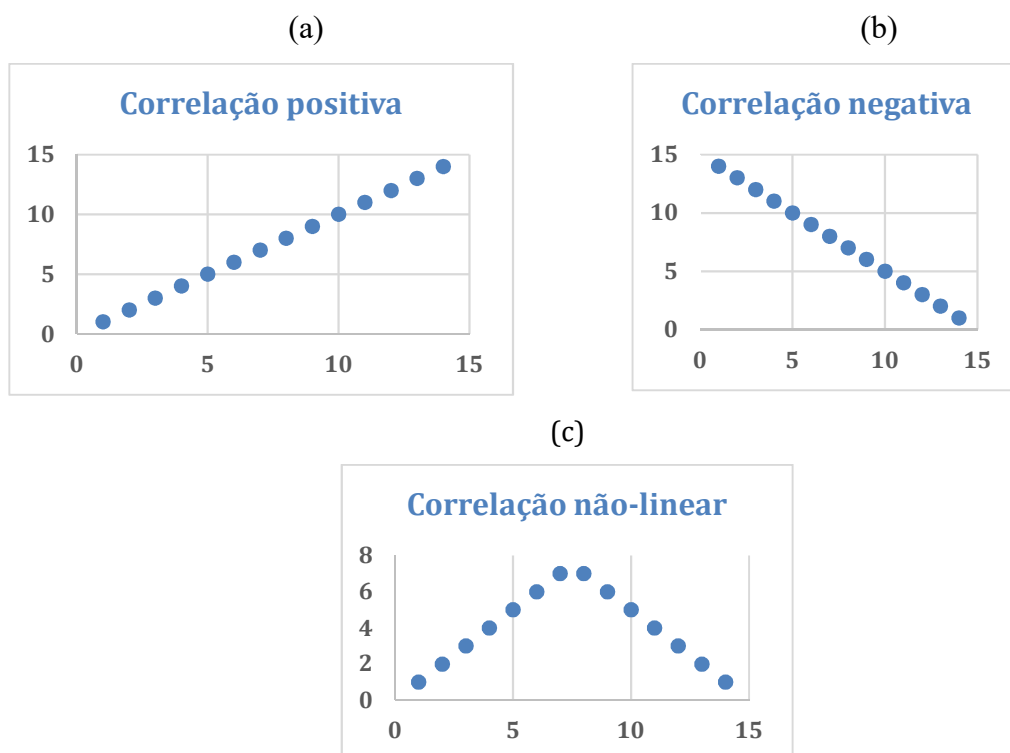


Figura 4 - Diagrama de Dispersão ou Diagrama de Correlação. Em (a) é apresentado uma correlação positiva, em (b) uma correlação negativa e em (c) uma correlação não linear.

Essa ferramenta, além de proporcionar uma visualização clara da relação entre variáveis, auxilia na identificação de padrões de comportamento e na formulação de hipóteses sobre possíveis causas e efeitos. Assim, o Diagrama de Dispersão se mostra essencial na análise de dados e na tomada de decisões fundamentadas em evidências.

2.1.4.

Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto, também conhecido como Princípio de Pareto ou regra 80/20, foi concebido pelo sociólogo e economista italiano Vilfredo Pareto em 1897. Originou-se de sua pesquisa sobre a desigualdade na distribuição de renda na Itália, na qual observou que 80 % da fortuna estava concentrada em apenas 20 % da população (Júnior et al., 2008a; Carpinetti, 2012; Paulista & Alves, 2015).

Na aplicação do Diagrama de Pareto em instituições, é revelado que 80 % das dificuldades decorrem de 20 % dos problemas. Por exemplo, é comum encontrar situações em que 80 % das reclamações provêm de apenas 20 % dos clientes e 80 % do faturamento bruto está relacionado a apenas 20 % dos produtos (Brisot & Pastore, 2018).

Essa ferramenta, adaptada por Joseph Juran para ser utilizada na gestão da qualidade, consiste em um gráfico de barras verticais ou histograma. No contexto da qualidade, o Diagrama de Pareto destaca o percentual dos problemas mais significativos, como acidentes de trabalho, atrasos na entrega de produtos, faturamentos incorretos, custos com reparos de produtos dentro do prazo de garantia, itens defeituosos, reclamações de clientes, retrabalho, sobras, entre outros (Carpinetti, 2012; Brisot & Pastore, 2018).

De acordo com Santos (2018), para elaborar o gráfico de Pareto é necessário:

- (i) Classificar os problemas ou as causas;
- (ii) Definir o período temporal da coleta de dados;
- (iii) Construir o gráfico listando os problemas ou as causas da esquerda para direita no eixo horizontal;
- (iv) Ordenar decrescentemente as ocorrências.

Em seguida, as barras do gráfico estarão em ordem decrescente, no qual o lado esquerdo do diagrama estará a frequência absoluta e no lado direito a frequência acumulada (Daniel & Murback, 2014), conforme o exemplo elaborado na figura 5.

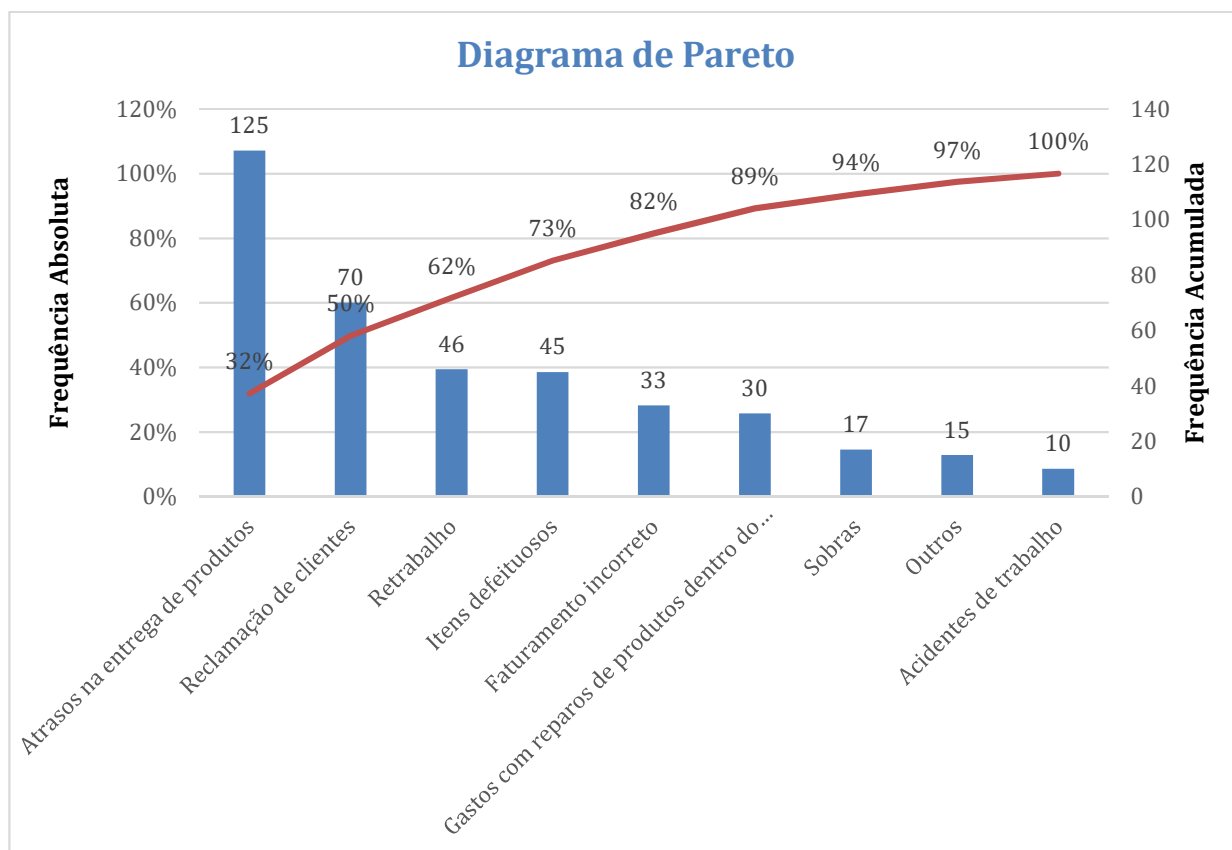


Figura 5 - Diagrama de Pareto. Figura editada de Daniel & Murback, 2014.

2.1.5.

5S (*Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu e Shitsuke*)

O 5S é um método surgido no final da década de 1960 no Japão no cenário pós guerra mundial voltado para mobilização dos colaboradores, por meio da implementação de mudanças no ambiente de trabalho: (i) arrumação de salas; (ii) limpeza; (iii) eliminação de desperdícios. Neste método é dividido em cinco fases (Junior, 2021b):

- *Seiri*: Organização, utilização e descarte;
- *Seiton*: Arrumação e ordenação;
- *Seisou*: Limpeza e higiene;
- *Seiketsu*: Padronização;
- *Shitsuke*: Disciplina.

Conforme mencionado por Junior (2021b), as cinco fases têm como objetivo modificar os pensamentos e comportamentos dos colaboradores tanto na vida profissional quanto pessoal. Isso é alcançado através da promoção da espontaneidade no trabalho e da utilização do potencial

individual de cada um para atividades de sensibilização (educação e treinamento para todos) e de perpetuação (padronização e disciplina).

Durante a atividade de sensibilização dos colaboradores, são disponibilizados cartazes com símbolos pela empresa para despertar curiosidade. Esses símbolos devem transmitir segurança, simpatia e conforto. Além disso, são escritas (no contracheque) frases de incentivo para limpeza e organização do local de trabalho, como por exemplo, “Você passa mais tempo na empresa do que em casa. Que tal arrumar seu ambiente de trabalho para torna-lo mais agradável?” (Junior, 2021b).

Após a apresentação inicial, todo o plano de ação é estruturado, incluindo uma reunião com todos os funcionários, onde são distribuídos brindes (como chapéus, camisetas e aventais) com o símbolo da campanha 5S. Durante esse momento, que busca ser o mais descontraído possível, os conceitos são transmitidos, indicando os passos para uma implementação eficaz do que se pretende alcançar (Junior, 2021b).

Na semana subsequente à apresentação, é realizada a “semana da limpeza” ou o “dia da limpeza”, coordenada por colaboradores designados pelas chefias de cada área para orientar os colegas sobre os principais pontos a serem observados. Neste processo de limpeza, os funcionários realizam a arrumação e a limpeza do local de trabalho por meio da eliminação dos equipamentos, móveis e outros artigos não mais usados. Em seguida, os colaboradores descartam estes artigos em áreas específicas, preparadas para o evento (Junior, 2021b).

Na entrada das áreas, uma balança é instalada para pesar e separar os itens por área de origem, visando avaliar o engajamento no processo. Para facilitar a avaliação, são registradas fotos ou vídeos de todas as áreas participantes, antes e depois do evento, para fins de comparação (Junior, 2021b).

Após a sensibilização, inicia-se a atividade de perpetuação, focada na sustentação do processo, que envolve a aplicação dos últimos 2S. A correta aplicação desses 2S fornece suporte formal para a continuidade do processo, incluindo a formação de um contexto de auditoria do 5S, o acompanhamento do processo e a autodisciplina, visando tornar a prática uma constante no dia a dia do funcionário, tanto no ambiente de trabalho quanto em casa (Junior, 2021b).

Existe uma abordagem alternativa à filosofia 5S é o *housekeeping*, com foco nos três primeiros S, buscando alcançar resultados mais rápidos do que o 5S em si. A principal diferença entre o 5S e o *housekeeping* reside na aplicação dos últimos 2S. No 5S todo o processo de perpetuação é formalizado e já no *housekeeping* isso é implícito, com eventos pontuais (periódicos) de limpeza e organização, e a inclusão de reuniões anuais, como a "semana da limpeza", no calendário da empresa (Junior, 2021b).

Os resultados esperados no programa 5S incluem (Junior, 2021b):

- Eliminação de estoques intermediários.
- Eliminação de documentos sem utilização.
- Melhoria nas comunicações internas.
- Melhoria nos controles e na organização de documentos.
- Maior aproveitamento dos espaços.
- Melhoria do layout.
- Maior conforto e comodidade.
- Melhoria do aspecto visual das áreas.
- Mais limpeza em todos os ambientes.
- Padronização dos procedimentos.
- Maior participação dos empregados.
- Maior envolvimento e *empowerment*.
- Economia de tempo e esforço.
- Melhoria geral do ambiente de trabalho.

O método 5S apresenta uma abordagem abrangente para a melhoria do ambiente de trabalho, concentrando-se na organização, limpeza e eliminação de desperdícios. Ao promover a sensibilização e a perpetuação desses princípios entre os colaboradores, busca-se não apenas uma transformação física dos espaços, mas também uma mudança nos pensamentos e comportamentos, tanto profissionais quanto pessoais. A implementação do 5S visa não apenas benefícios tangíveis, como a eliminação de estoques intermediários e melhorias na organização, mas também resultados intangíveis, como maior conforto, participação dos funcionários e melhoria geral do ambiente de trabalho. Com uma estratégia bem elaborada que inclui sensibilização, implementação e perpetuação, o 5S pode se tornar uma prática constante e benéfica para a empresa e seus colaboradores.

2.2.

Principais ferramentas aplicadas para a qualidade

O ambiente empresarial globalizado, com sua demanda por ações dinâmicas, destaca a importância da eficiência na prestação de serviços e na gestão da qualidade para manter a competitividade. Estratégias voltadas para a redução de desperdício e a manutenção da qualidade

têm um impacto significativo nas margens de lucro de diversos setores (Briales & Ferraz, 2006; Kumar, 2019; Yogeswary et al., 2021). A crescente exigência dos clientes por produtos e serviços de alta qualidade impulsiona a implementação de práticas de gestão da qualidade em diversas áreas, desde a assistência médica até a educação (Oliani, 2016; Yogeswary et al., 2021; Flug et al., 2022).

Ferramentas como *Lean e Six Sigma*, assim como a sua combinação na abordagem *Lean Six Sigma* (LSS), desempenham um papel crucial na manutenção da qualidade em diferentes setores (Antony et al., 2017c; Vetter et al., 2019; Yogeswary et al., 2021). Além disso, iniciativas desenvolvidas no Japão, inicialmente para a indústria automotiva, visam a redução de desperdício e o aumento da eficiência, sendo incorporadas em várias áreas, inclusive em laboratórios de ensaio e calibração (Brunet & New, 2003; Gumba et al., 2018; Flug et al., 2022).

Em laboratórios, onde a gestão da qualidade desempenha um papel crucial, o fator humano muitas vezes é subestimado, impactando negativamente na eficiência e aumentando custos. Ferramentas como *Kaizen e Lean Six Sigma* se destacam por promoverem a participação ativa dos colaboradores, incentivando a gestão da qualidade contínua. Essas abordagens buscam capacitar os colaboradores, promover a colaboração, implementar mecanismos científicos e organizacionais, e melhorar a eficiência operacional, contribuindo para uma gestão laboratorial eficaz (Loureiro, 2018; Guo et al., 2018; Yogeswary et al., 2021).

2.2.1

Lean Six Sigma

O termo ferramenta *Lean Six Sigma* (LSS) resulta da combinação das ferramentas *Lean* e *Six Sigma*, amplamente reconhecidas por impulsionarem o sucesso de muitas empresas em escala global (Simões, 2022; Salah et al., 2010). A aplicação dessa abordagem nas indústrias visa reduzir os custos de produção, aprimorar a capacidade organizacional, melhorar a qualidade dos produtos e serviços, além de diminuir o tempo de espera dos clientes (Parmar & Desai, 2019; Antony et al., 2017c; Antony et al., 2016b; Cherrafi et al., 2016).

A ferramenta *Lean*, também conhecida como produção enxuta, teve origem no Sistema Toyota de Produção (TPS). Caracteriza-se por eliminar desperdícios, promover uma produção limpa e aplicar-se em diversos setores para aprimorar operações, processos e logística (Dinis, 2016; Schaffer, 2016). Mendes et al. (2018) destaca que a autodisciplina é crucial para a implementação do *Lean*, apresentando duas ferramentas para a mudança organizacional bem-sucedida: o primeiro, mais rápido mas menos recomendado, envolve a renovação total da equipe,

enquanto o segundo, mais demorado, foca na alteração gradual da cultura organizacional, despertando o interesse dos colaboradores de forma mais eficaz. A ferramenta *Lean* incorpora a ferramenta da qualidade *Kaizen*, que enfatiza a ideia de melhoria contínua, reforçando a filosofia de que sempre é possível aprimorar (Mendes *et al.*, 2018).

O *Six Sigma*, desenvolvido por Bill Smith na Motorola durante a década de 1980, surgiu em resposta à concorrência intensa, particularmente do Japão. Seu objetivo inicial era aprimorar negócios por meio da eliminação de erros nos processos de produção e defeitos nos produtos, utilizando coleta de dados estatísticos para solucionar problemas de qualidade (Antony, 2011a; Antony *et al.*, 2017c; Taghizadegan, 2010).

A vantagem do uso do *Lean* e *Six Sigma* reside na combinação da abordagem científica e quantitativa de qualidade oferecida pelo *Six Sigma* com as técnicas do *Lean*. Projetos do *Six Sigma* buscam reduzir custos, porém, por vezes, sem um foco adequado nas exigências do cliente. Portanto, a incorporação da visão de fluxo do *Lean* torna-se crucial (Regis, 2015).

Os objetivos fundamentais do *Six Sigma* e do *Lean* estão alinhados, ambos visando a melhoria do processo. O *Six Sigma* busca modificar a média do processo, reduzir variações, encontrar melhores condições de operação e fortalecer produtos e processos. Por outro lado, o *Lean* concentra-se na redução de desperdício, atividades desnecessárias e no tempo de ciclo. A integração dessas duas ferramentas resulta na diminuição de desperdício, mão de obra desnecessária, tempo de processo e instabilidade (Regis, 2015). Snee (2010), destaca os principais objetivos de cada uma dessas ferramentas e os benefícios primários do uso combinado das mesmas. Estão incluídos nos principais objetivos do *Lean* (Snee, 2010; Regis, 2015):

- Eliminar os desperdícios: O *Lean* identifica e elimina todas as formas de desperdícios que não agregam valor ao produto ou serviço final. Isso inclui desperdícios de tempo, material, movimento, transporte, inventário, entre outros.
- Eliminar atividades que não agregam valor ao produto: O foco está em identificar e eliminar todas as atividades que não contribuem diretamente para a criação de valor percebido pelo cliente. Isso envolve simplificar os processos e eliminar tarefas desnecessárias ou redundantes.
- Reduzir o tempo de ciclo: O *Lean* busca reduzir o tempo necessário para concluir um processo, desde o recebimento do pedido até a entrega do produto ou serviço ao cliente. Isso é feito através da eliminação de desperdícios, da otimização do fluxo de trabalho e da redução de tempos de espera e atrasos.

De acordo Snee (2010) e Regis (2015), os principais objetivos do *Six Sigma* incluem:

- Melhorar a média do processo: Isso envolve aumentar consistentemente o desempenho médio do processo, visando atender ou superar as expectativas do cliente em termos de qualidade e desempenho.
- Reduzir a variabilidade do processo: A variabilidade é uma fonte de ineficiência e inconsistência nos processos. O *Six Sigma* busca reduzir a variabilidade para garantir que os resultados do processo sejam mais previsíveis e consistentes.
- Encontrar a melhor condição operacional: Isso implica identificar e implementar as condições ideais de operação para maximizar a eficiência e a qualidade do processo. Isso pode envolver ajustes nos parâmetros do processo para otimizar o desempenho.
- Tornar o produto e o processo mais robusto: A robustez refere-se à capacidade do produto ou processo de manter um desempenho consistente e de alta qualidade mesmo diante de variações nas condições ambientais ou de operação. O *Six Sigma* busca tornar tanto o produto quanto o processo mais resilientes e menos sensíveis a mudanças ou perturbações.

Para os autores Snee (2010) e Regis (2015), os principais objetivos do *Lean Six Sigma* são:

- Eliminar desperdícios: O *Lean Six Sigma* visa identificar e eliminar todas as formas de desperdícios que não agregam valor ao produto ou serviço final. Isso é feito através da aplicação de técnicas Lean para otimizar o fluxo de trabalho e reduzir tempos de espera e atrasos.
- Eliminar atividades que não agregam valor ao produto: Assim como no Lean, o *Lean Six Sigma* concentra-se em identificar e eliminar atividades que não contribuem diretamente para a criação de valor percebido pelo cliente. Isso ajuda a simplificar os processos e a aumentar a eficiência.
- Reduzir o tempo de ciclo: Reduzir o tempo necessário para concluir um processo é uma meta fundamental do *Lean Six Sigma*. Isso é alcançado através da eliminação de desperdícios e da otimização do fluxo de trabalho para garantir uma produção mais rápida e eficiente.
- Reduzir a variabilidade do processo: O *Lean Six Sigma* concentra-se na redução da variabilidade nos processos, garantindo que os resultados estejam o mais próximo possível do desempenho ideal. Isso é feito através da aplicação de

ferramentas estatísticas para identificar e corrigir causas de variação indesejada nos processos.

De acordo com Simões (2022), o método *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) é frequentemente citado como uma abordagem amplamente empregada para instigar a melhoria contínua, especialmente em sistemas de Gestão da Qualidade, Meio Ambiente e Segurança. A aplicação do PDCA transcende essas áreas específicas, evoluindo para um modelo genérico de melhoria contínua na Gestão de Sistemas de Informação.

Diversos estudos também demonstram a adaptação da abordagem de ciclos PDCA na implementação de práticas enxutas, visando aprimorar o desempenho organizacional. Essa flexibilidade e eficácia fazem do PDCA uma estratégia valiosa, não apenas em contextos específicos, mas também como um guia abrangente para promover a excelência em diversos domínios empresariais (Simões, 2022).

Segundo Simões (2022), além do PDCA, destaca-se o uso de outras ferramentas, como o DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), que serve como base metodológica para o desenvolvimento de *frameworks* de melhoria iterativa. Thomas *et al.* (2017) desenvolveram um *framework* integrado no ensino superior, utilizando o ciclo DMAIC como principal motivador no processo de implementação do *Lean Six Sigma* (LSS) em Instituições de Ensino Superior (IES).

Apesar de o LSS ser reconhecido como uma ferramenta eficaz para a melhoria de processos organizacionais, sua aplicação em novos setores, como tecnologia e empresas de pequeno e médio porte, enfrenta desafios significativos. Antony *et al.* (2017c) destacam obstáculos como a incorporação de *Big Data*, a identificação e solução de problemas críticos, a integração de pensamento estratégico, a consideração da variação humana e o foco na melhoria holística e sustentabilidade dos ganhos.

Durante a implementação, surgiram estratégias na literatura que atuam como facilitadores ou barreiras. Entre elas, os Fatores Críticos de Sucesso (FCS), essenciais para o êxito de qualquer empreendimento, e os Modelos de Maturidade (MM), que indicam o nível de maturidade organizacional e áreas a serem desenvolvidas. A falta de conhecimento dos FCS e a imaturidade na aplicação de abordagens de melhoria contínua podem comprometer a implementação bem-sucedida do LSS (Simões, 2022).

2.2.1.1

Modelos de Maturidade

Os Modelos de Maturidade (MMs) são utilizados para avaliar situações atuais, orientar iniciativas de melhoria e monitorar o progresso das ações. Eles seguem uma sequência de níveis que formam um caminho lógico para atingir um determinado grau de maturidade a partir do estado inicial (Hamamoto *et al.*, 2014). Os MMs indicam a prontidão das organizações ao implementarem abordagens de melhoria contínua. Entretanto, ainda é observada uma lacuna em pesquisas que relacionem a avaliação da maturidade em programas de qualidade (Simões, 2022).

Existem três tipos de MMs, sendo a Grade de Maturidade o mais comum, apresentando descrições das atividades para cada nível de maturidade. Modelos Híbridos combinam definições de maturidade com o uso de questionários, enquanto os *Capability Maturity Models* (CMM) se organizam objetivos, recursos comuns e práticas institucionais por áreas de processo (Simões, 2022).

O CMM é um dos sistemas mais reconhecidos para avaliar a maturidade de um processo, inicialmente focado na capacidade de *softwares* em governos federais dos Estados Unidos da América (EUA). Com o sucesso, foi adaptado para outras áreas como construção, automação industrial e desenvolvimento de novos produtos. Após 22 anos de desenvolvimento, o Instituto de Engenharia de *Software* evoluiu o CMM para o *Capability Maturity Model Integrated* (CMMI), integrando dois *frameworks* para engenharia de sistemas e maturidade de desenvolvimento de produtos e processos (Simões, 2022). Este modelo de maturidade apresenta quatro níveis distintos (de 1 a 4), sendo o modelo utilizado nesta pesquisa.

Segundo Simões (2022), o Modelo de Maturidade (MM) é classificado em três tipos distintos:

1. Grade de Maturidade:

- Possui um grau de complexidade moderada.
- Consiste em descrições das atividades para cada nível de maturidade, seguindo uma lógica semelhante a uma grade de gerenciamento de qualidade.
- Cada célula na grade contém descrições qualitativas de desempenho esperado em diferentes níveis de maturidade.
- Melhores práticas em cada área de conhecimento do processo são descritas dentro de cada nível, desde o mais imaturo até o mais avançado.
- Este modelo é amplamente utilizado para a gestão de processos ou áreas de

conhecimento específicas.

2. Híbridos:

- Modelos que combinam definições de maturidade com a utilização de questionários.
- Utilizam questionários para avaliar o desempenho da organização em relação às melhores práticas descritas em cada nível.
- Fornece descrições de atividades e dimensões, semelhante às Grades de Maturidade.
- Avalia essas atividades por meio de critérios e classifica a organização em um nível específico de maturidade.

3. *Capability Maturity Model* (Modelo de Maturidade de Capacidade):

- Aborda objetivos específicos.
- Organiza recursos comuns, práticas institucionais e objetivos requeridos por áreas de processo.
- Pode não conter descrições individuais para cada atividade em cada nível de maturidade.
- Diferencia-se das Grades de Maturidade ao ir além da estratificação dos processos em áreas de conhecimento, definindo objetivos e práticas para cada nível em cada área.

Esses modelos de maturidade desempenham um papel crucial na avaliação, orientação e monitoramento do progresso das organizações em suas iniciativas de melhoria e implementação de práticas específicas. A escolha do modelo dependerá das necessidades e contextos específicos da organização (Simões, 2022).

Os MMs, conforme Simões (2022), possuem componentes como séries de níveis de qualidade, nomes dos níveis, breves descrições sobre cada nível, dimensões do tema, série de elementos que compõem essas dimensões e breves descrições desses elementos. Cada MM deve ter níveis de maturidade (contínuos ou discretos) e um conjunto de dimensões (ou processos), podendo desdobrar essas dimensões em elementos (ou atividades) em alguns casos.

Para Regis (2015), a Matriz Maturidade também é um Modelo de Maturidade que é realizada por meio de entrevistas ou questionários e apresenta quatro níveis de maturidade

descritos parecem representar uma escala progressiva de implementação e desenvolvimento de um princípio ou processo em uma organização:

- Nível 01: Nenhum dos atributos necessários para o desenvolvimento do princípio é colocado em prática na organização.
- Nível 02: Alguns poucos atributos necessários para o desenvolvimento do princípio são colocados em prática na organização. Ou muitos dos atributos necessários para o desenvolvimento do princípio são colocados em prática na organização, mas ainda estão em um estágio muito embrionário de desenvolvimento.
- Nível 03: Muitos dos atributos necessários para o desenvolvimento do princípio são colocados em prática na organização. Esses atributos se encontram em um estágio avançado de desenvolvimento.
- Nível 04: Todos os atributos necessários para o desenvolvimento do princípio são colocados em prática na organização. Esses atributos estão em um completo estágio de desenvolvimento.

Algumas organizações utilizam práticas enxutas em partes de seus processos, empregando técnicas simples de MMs (Anthony *et al.*, 2021). Esses modelos, denominados de Modelos de Maturidade Enxuta (MME) foram desenvolvidos com estruturas que avaliam o nível de maturidade de uma instituição para auxiliar seus gestores durante a implementação da abordagem enxuta (Simões, 2022). Contudo, essas propostas podem ser falhas ou excessivamente burocráticas comprometendo o sucesso das abordagens (Simões, 2022).

2.2.1.2

Fatores Críticos de Sucesso

A abordagem *Lean Six Sigma* representa não apenas um conjunto de ferramentas, mas uma filosofia sistêmica e um pensamento organizacional profundo. A implementação bem-sucedida dessa ferramenta requer uma estruturação cuidadosa, pois visa desencadear mudanças nos níveis culturais das empresas. Nesse contexto, são identificados diversos desafios, e um deles está relacionado à prontidão da organização para a adoção de programas de qualidade enxuta, conforme observado por Simões (2022).

Os Fatores Críticos de Sucesso desempenham um papel crucial nesse cenário, atuando como facilitadores ou barreiras determinantes para o êxito ou fracasso na implementação do

programa LSS. Barreiras podem incluir elementos como a "falta de engajamento da alta gerência", enquanto facilitadores englobam aspectos como o "engajamento da alta gerência" (Simões, 2022).

Simões (2022) destaca o "engajamento da alta gerência" como o fator mais relevante para o sucesso na implementação do LSS, conforme apontado por diversos estudiosos. Além disso, outros autores também mencionam a importância do "Processo de formação ou treinamento em LSS" e do uso de Ferramentas de Decisão Multicritério (MCDM) com a participação de especialistas no assunto. Os MCDM revelam-se particularmente úteis como ferramentas de ponderação para identificar a importância relativa dos FCS no processo de implementação, utilizando painéis ou questionários com especialistas em LSS.

2.2.2 Kaizen

Kaizen é uma ferramenta criada pelo japonês Masaaki Imai, que significa "melhoramento". Essa abordagem preconiza a busca contínua por melhorias na vida pessoal, social e no ambiente de trabalho. Quando aplicada no contexto profissional, o *Kaizen* implica em um processo de melhoria contínua que envolve todos os membros da hierarquia da empresa. Seu foco principal é aprimorar a qualidade das pessoas, promovendo a ideia de que deve haver algum tipo de melhoria em algum lugar da organização todos os dias (Imai, 1990).

Esta ferramenta pode ser aplicada em qualquer empresa, independentemente do tamanho, sendo adaptada à amplitude do escopo e à complexidade do processo, do fluxo ou do sistema. O *Kaizen* deve ser aplicado em áreas já padronizadas, ou seja, em áreas em que todos os colaboradores já saibam executar suas tarefas rotineiras, para que as melhorias sejam de fato identificadas. Quando essa ferramenta é praticada em locais não padronizados, tudo pode parecer uma melhoria, pois cada funcionário trabalha de uma maneira diferente (Nascimento & Fuzatto, 2020).

O *Kaizen* é baseado no ciclo PDCA (figura 6), portanto, a ferramenta na prática pode ser dividida em diferentes etapas (Nascimento & Fuzatto, 2020):

- Planejar: Definir o objetivo, escopo, o tipo de *Kaizen*, tamanho da equipe, liderança, tempo do evento *Kaizen* e cronograma;
- Executar: Preparar a equipe, levantar e implementar as ideias para aplicação;
- Checar: Verificar as ações de melhorias, acompanhar os seus resultados e o plano de ação;

- Agir: Garantir que os resultados sejam sustentados, por meio de padronização, treinamento e disciplina.

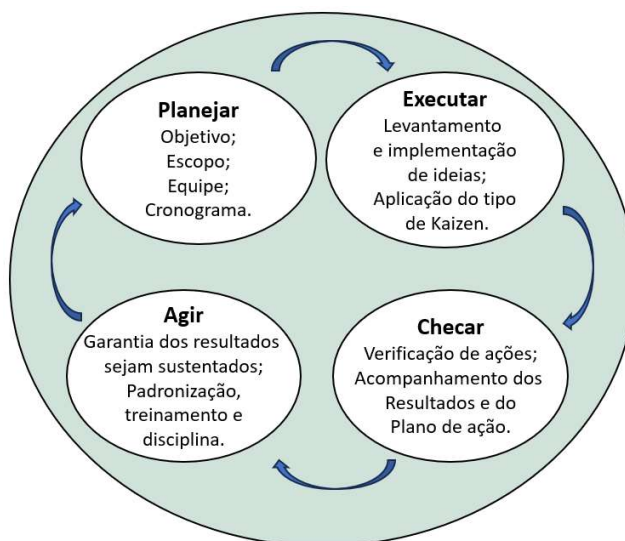


Figura 6 – Ciclo PDCA no *Kaizen* (Nascimento & Fuzatto, 2020)

Inicialmente, a ferramenta *Kaizen*, ao ser aplicada em países ocidentais, concentrava-se na inovação para o progresso. Um programa bem planejado poderia ser dividido em três tipos: *Kaizen* orientado para a Administração, *Kaizen* orientado para o Grupo e *Kaizen* orientado para a Pessoa (Imai, 1990). Atualmente, essa ferramenta é classificada em quatro tipos: *Kaizen* Administrativo, *Kaizen* Produtivo, *Kaizen* de Troca e *Kaizen* Logístico (Nascimento & Fuzatto, 2020), conforme o quadro 1.

Quadro 1 - Tipos de *Kaizen* (Nascimento & Fuzatto, 2020)

Tipo de <i>Kaizen</i>	Aplicação	Exemplos
<i>Kaizen</i> Administrativo	Qualquer fluxo administrativo de uma organização, seja ele diretamente ligado ou indiretamente relacionado à área de produção (se existir).	Aprovação de projetos, Desenvolvimento de Softwares, Emissão de nota fiscal, Processo de vendas, Folha de pagamento.
<i>Kaizen</i> Produtivo	Processos que envolvem transformação física podem incluir tanto operações manuais quanto automatizadas	Impressão e Encadernação, Montagem Automotiva, Fabricação de Produtos Plásticos, Processamento de Alimentos, Produção de Vestuário, Produção de Equipamentos, Produção de Componentes Eletrônico.
<i>Kaizen</i> de Troca	Para qualquer troca ou mudança de atividade que ocorre regularmente como parte da rotina de um processo.	Ajustes, Limpezas, Mudanças de projetos, Troca de ferramentas e Troca de turno.
<i>Kaizen</i> Logístico	Envolve o transporte do produto	Abastecimento de matéria-prima e Entrega do produto ao cliente.

A categorização do *Kaizen* por tipos é uma abordagem para estruturar quais ferramentas da qualidade podem ser integradas ao *Kaizen*, dependendo do contexto, do objetivo e do processo específico. Ferramentas como as *Lean*, *Kanban*, 5S e Fluxograma são exemplos de instrumentos de qualidade que podem ser incorporados ao processo de melhoria contínua da realização dos eventos *Kaizen*.

Para a realização dos eventos *Kaizen*, é fundamental formar equipes compostas por indivíduos de diversas áreas, visando criar grupos multidisciplinares, conforme indicado no quadro 2. Este quadro sugere que a equipe deve incluir membros que são responsáveis pela gestão ou que trabalham em áreas relacionadas, bem como pessoas que não possuem ou têm uma mínima relação com a área em questão.

Quadro 2 - Participação da equipe nos eventos *Kaizen* (Nascimento & Fuzatto, 2020)

Categoria	Participação na equipe
Pessoas da área	40 %
Pessoas das áreas correlacionadas	40 %
Pessoas de outras áreas	20 %

O tamanho da empresa e da equipe, assim como a disponibilidade das pessoas, terá uma relação direta com o objetivo e o escopo do evento. Portanto, a equipe deverá ser composta por no mínimo duas pessoas e no máximo doze pessoas. Isso se deve ao fato de que um maior número de participantes no evento pode resultar em uma maior quantidade de problemas relacionados à dispersão da atenção e à efetividade das discussões (Nascimento & Fuzatto, 2020).

Assim, surgirão ideias e discussões baseadas no aprendizado do processo, e pessoas de outras áreas trarão novas percepções, gerando impactos indiretos, ideias inovadoras e quebra de paradigmas. Portanto, os colaboradores integrantes da equipe devem contribuir com sugestões e participar ativamente das mudanças ao longo do tempo.

Na equipe, além dos integrantes, deve haver o líder *Kaizen*, responsável por preparar e participar das reuniões programadas, manter o foco da equipe para atingir os objetivos planejados durante o evento, liderar as reuniões de acompanhamento do plano de ação e verificar os resultados das ações após o evento. Caso não haja uma pessoa preparada para assumir a função de líder, a empresa pode contratar um consultor para dar suporte aos membros do evento *Kaizen*, a fim de que alcancem os resultados desejados. O consultor também pode fornecer treinamento específico aos participantes, dependendo do nível de conhecimento deles.

O evento *Kaizen* não tem um tempo determinado para ocorrer, pois depende da amplitude do escopo e da complexidade do objetivo a ser alcançado. Um escopo mais amplo, que abranja um processo complexo, exigirá mais planejamento e tempo de execução. Isso também será influenciado pelo tamanho da equipe disponível. O tempo do evento pode ser classificado em *Blitz Kaizen*, *Semana Kaizen* e *Projeto Kaizen*, conforme descrito nos quadros 3, 4 e 5 abaixo:

Quadro 3 – *Blitz Kaizen* (Nascimento & Fuzatto, 2020)

Blitz Kaizen			
Descrição	Tamanho da equipe	Vantagens	Desvantagens
Eventos de curta duração, geralmente de 1 a 2 dias, com objetivos e escopos menores.	Geralmente, eventos <i>Kaizen</i> com equipes de 6 pessoas ou menos.	Resultados imediatos.	É necessário que os participantes estejam plenamente disponíveis para o evento.

Quadro 4– *Semana Kaizen*

Semana Kaizen			
Descrição	Tamanho da equipe	Vantagens	Desvantagens
Eventos <i>Kaizen</i> com duração de uma semana são designados para abordar objetivos e escopos de média amplitude.	Geralmente, eventos <i>Kaizen</i> com duração de uma semana envolvem equipes maiores, compreendendo entre 7 e 12 pessoas.	Resultados rápidos.	É necessário que os participantes estejam plenamente disponíveis para o evento.

Quadro 5– *Projeto Kaizen*

Projeto Kaizen			
Descrição	Tamanho da equipe	Vantagens	Desvantagens
Eventos <i>Kaizen</i> com uma duração mais extensa, entre 4 a 8 semanas, em dias alternados, são planejados para abordar objetivos e escopos mais amplos.	Esses eventos envolvem equipes compostas por 12 pessoas ou menos.	Os participantes têm a capacidade de conciliar suas atividades rotineiras com o evento.	Resultados a médio prazo.

De acordo com Imai (1990), é fundamental que a administração da empresa compreenda adequadamente todos os tipos de *Kaizen*, a função dos colaboradores nos eventos e que aproveite todas as oportunidades para apoiá-los. Existem três tipos de eventos, e dois deles podem ser executados de forma contínua, como é o caso da *Blitz Kaizen* e da *Semana Kaizen*. O Projeto *Kaizen*, por sua vez, pode ser praticado de maneira intermitente, duas vezes por semana, semanal ou quinzenalmente.

Em geral, para empresas com um quadro de funcionários pequeno ou aquelas sujeitas a uma legislação muito burocrática, como é comum na indústria farmacêutica, recomenda-se a implementação de melhorias por meio do Projeto *Kaizen*. Este modelo é praticado em dias alternados, permitindo uma abordagem mais flexível. Nesse contexto, é crucial que o líder seja experiente, garantindo que os participantes mantenham o foco e possam retomar facilmente o raciocínio e os planos de ação, uma vez que o evento *Kaizen* não é consecutivo. Essa abordagem visa superar desafios específicos relacionados ao tamanho da equipe e às restrições regulatórias, garantindo eficácia na implementação das melhorias propostas.

O evento *Kaizen* se adapta a qualquer estrutura organizacional, já que seu foco é a equipe. Portanto, é crucial um planejamento com base na agenda para garantir que seja cumprido corretamente em dias não consecutivos, com registro e acompanhamento eficaz das informações. Isso pode ser feito por meio de ferramentas como cavalete *flipchart* com bloco de notas, apostilas impressas dos slides de PowerPoint, planilhas em Excel, documentos em Word ou PowerPoint, Project, entre outros. Além disso, é importante ter um *Checklist* de Preparação do Evento *Kaizen* que descreva as informações mais relevantes para a execução do mesmo, incluindo objetivo, escopo, tipo de *Kaizen*, datas do evento (cronograma), tamanho da equipe, nomes dos participantes e liderança (Nascimento & Fuzatto, 2020).

Segundo Nascimento & Fuzatto (2020), após o planejamento é necessário executar o evento *Kaizen* em quatro etapas, para que os objetivos sejam alcançados:

- Preparação da equipe;
- Aplicação da ferramenta específica;
- Levantamento de ideias;
- Nível das ideias;
- Implementação das ideias.

A preparação da equipe envolve um treinamento nos conceitos *Lean*, sendo particularmente significativo quando os colaboradores da equipe possuem diferentes níveis de conhecimento sobre o tema. Nesta etapa, o evento inicia-se com uma apresentação de abertura, na qual o líder da equipe explica as atividades que agregam e não agregam valor, os tipos de

desperdícios, a ferramenta a ser aplicada (dependendo do tipo de *Kaizen* a ser implementado) e os itens planejados para o evento:

- Objetivo e sua importância para o negócio;
- Escopo;
- Tipo de *Kaizen*
- Apresentação da equipe;
- Papel da liderança;
- Tempo do evento;
- Cronograma.

A execução da aplicação da ferramenta específica e o levantamento de ideias ocorrem em conjunto durante a aplicação da ferramenta específica pela equipe, e as ideias geradas são registradas. A aplicação da ferramenta específica é fundamental em um evento *Kaizen*, pois facilita o aprendizado e a aplicação, permitindo que a equipe visualize as melhorias de maneira sistemática, efetiva e direta para o escopo e objetivos escolhidos. Além disso, essas ferramentas são fundamentadas nos conceitos *Lean*.

Em seguida, as ideias são classificadas pela equipe e seu líder, sendo posteriormente priorizadas para implementação durante o evento *Kaizen*. Com as ideias e ações selecionadas, um plano de ação é elaborado e as melhorias podem ser implementadas.

2.2.2.1 Kaizen Produtivo

O *Kaizen* Produtivo é aplicado em processos de fabricação, sejam eles automatizados ou artesanais, e em outros não administrativos. Este tipo de *Kaizen* pode ser dividido em quatro passos (Nascimento & Fuzatto, 2020):

1. Calcular a taxa *takt* (ritmo) ou o tempo *takt*;
2. Coletar os tempos de ciclo;
3. Fazer o mapa *spaghetti*;
4. Comparar os tempos de ciclo x tempo *takt*.

O principal conceito de um *Kaizen* Produtivo é o *takt*, derivado da palavra alemã *Taktzeit*, que significa ritmo. Ele é usado para estabelecer o ritmo do processo e alinhá-lo à demanda do cliente. Nesse contexto, o *takt* pode ser observado de duas maneiras, conforme descrito no quadro 6 (Nascimento & Fuzatto, 2020).

Quadro 6 – Cálculo da taxa *takt* ou tempo *takt*

	Taxa <i>takt</i>	Taxa <i>takt</i>
Descrição	A demanda <i>takt</i> é a quantidade de produto necessária para atender à demanda do cliente em um determinado processo.	O tempo <i>takt</i> é o período necessário entre a saída de um produto e outro para atender à demanda do cliente em um determinado processo.
Cálculo	Necessidade do cliente ÷ Tempo Operacional Líquido	Tempo Operacional ÷ Necessidade do cliente
Exemplo	760 unidades de produto ÷ 810 minutos = 0,93 unidades por minuto	810 minutos ÷ 760 unidades de produto = 1,06 minutos por unidade

De acordo com Nascimento & Fuzatto (2020), para realizar os cálculos, é recomendável usar um software como o Excel. Além disso, é necessário que todos os números estejam na mesma base de tempo. Para decidir se é melhor calcular a taxa *takt* ou o tempo *takt*, é fundamental identificar a nomenclatura usada pela organização, por exemplo:

1 kg/hora ou 1 peça/hora = Taxa

A cada 1 hora produzindo uma peça = Tempo

Segundo Nascimento & Fuzatto (2020), para coletar os tempos de ciclo, é necessário, após a análise do tempo e/ou taxa *takt*, descobrir a demanda do cliente para entender se o processo em questão atende à demanda. Isso pode ser feito por meio da análise de todos os postos de trabalho da área referente ao escopo do *Kaizen* quanto ao Tempo de Ciclo.

Para realizar essa coleta, participantes da equipe *Kaizen* devem ser escolhidos para acompanhar cada operador em pelo menos 10 repetições do processo, munidos de um cronômetro e uma folha padrão de coleta de tempo (quadro 7). Todas as tarefas executadas pelo operador devem ser registradas, assim como o tempo de execução de cada uma delas. Em processos muito longos (que ultrapassam 4 horas), o ideal é coletar pelo menos um tempo antes do *Kaizen* e outro durante o *Kaizen*. A folha padrão também contém o tempo da tarefa (média de todos os tempos observados) e o tempo total para produzir a peça.

Quadro 7 - Exemplo de folha padrão para coleta de tempo

Atividades	Observação 1 (minutos)	Observação 2 (minutos)	Tempo da tarefa
Fixar o ponto de injeção da peça frontal dos óculos			

Parafusar a haste junto ao frontal			
Encaixar as lentes nos óculos			
Tempo total			

Na etapa 3 do Kaizen Produtivo, é confeccionado o mapa *spaghetti*, uma ferramenta visual que auxilia os participantes a visualizarem o desperdício de movimento do operador. Para elaborar o mapa *spaghetti*, é criado um diagrama com o caminho percorrido por cada pessoa do processo, representado em uma planta baixa do local onde o processo é realizado (figura 7). Todos os movimentos realizados pela pessoa devem ser registrados nessa planta, indicando quantas vezes o movimento é executado.



Figura 7 – Exemplo simplificado do mapa *spaghetti*

Na etapa de comparação entre os tempos de ciclo e o tempo *takt*, os tempos de ciclo levantados (menor tempo que se repete) para cada operador devem ser confrontados com o tempo

takt (demanda do cliente). Essa análise possibilita a identificação de processos com dificuldades, a verificação de ociosidade ou sobrecarga em operadores e a avaliação de se o processo está equilibrado com as demandas de venda.

2.2.2.2

Kaizen Administrativo

O *Kaizen* Administrativo é aplicado com base nos mesmos princípios de melhoria contínua dos processos produtivos. No entanto, os processos administrativos, em comparação com os produtivos, são mais desafiadores de serem visualizados e controlados. Neste tipo de *Kaizen*, são utilizadas ferramentas versáteis e de fácil aplicação, como o fluxograma. O *Kaizen* Administrativo é dividido nas seguintes etapas (Nascimento & Fuzatto, 2020):

- Elaborar Macrofluxo: Utilize uma folha de *flipchart* ou um pedaço de papel pardo para criar um fluxograma das principais etapas envolvidas no escopo pré-determinado para o *Kaizen*.
- Elaborar Microfluxo: Escolha um local e fixe uma folha de *flipchart* ou papel pardo, criando um painel dividido em diferentes áreas responsáveis pelas etapas do macrofluxo no estudo *Kaizen*. Em seguida, divida as pessoas de acordo com as áreas em que trabalham e peça que descrevam cada uma das etapas do macrofluxo em passos.
- Analisar Fluxos: Com o microfluxo montado, analise os passos contabilizando-os, verificando aqueles que não agregam valor e buscando possíveis reduções. Todas as ideias priorizadas devem ser registradas em uma matriz de impacto, e as de maior impacto devem ser organizadas em um plano de ação.

2.2.2.3

Kaizen de Troca

O *Kaizen* de Troca, também conhecido como *Kaizen* de *Setup*, é aplicado durante a troca de um produto em um processo produtivo ou administrativo. Neste tipo de *Kaizen*, é utilizada a ferramenta *Single Minute Exchange of Die* (SMED), que significa "troca de ferramentas em menos de um dígito" ou "troca rápida de ferramentas". Essa ferramenta é aplicada na indústria para reduzir o tempo de preparação de máquinas, equipamentos e linhas de produção, limpeza, organização e trocas de produtos em geral. Após a coleta de tempo, é fundamental analisar os dados por meio da ferramenta Diagrama SMED.

O *Kaizen* de Troca é dividido em dois passos:

1. Coletar os Tempos de Troca (Setup): Verifique se o processo está padronizado, se as pessoas envolvidas no processo sabem o que fazer e se não há variação de tarefa entre elas. Após as verificações, escreva um procedimento, treine as pessoas e aguarde que algumas trocas sejam realizadas. O ideal é acompanhar pelo menos 5 repetições de troca.

2. Desenhar o Diagrama SMED: Escreva em uma folha padrão de coleta de tempo todas as etapas e respectivos tempos de troca, divididos por trabalhador. Escolha uma parede de área grande para fixar um painel de folha de papel ou *flipchart* ou papel pardo. Faça uma tabela na qual cada linha represente um operador, indicando a tarefa desempenhada por cada um deles. Monte o fluxograma com todas as tarefas levantadas, seguindo uma ordem temporal.

No *Kaizen* de Troca, o principal conceito a ser utilizado é a nível das operações em duas categorias:

- Internas: Atividades possíveis com a máquina parada ou o processo já concluído, como montagem e desmontagem.
- Externas: Atividades que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento ou o processo ainda em execução, como transporte entre as áreas de armazenamento das peças e a máquina.

Portanto, no *Kaizen* de Troca, é necessário entender quantas tarefas são possíveis de serem realizadas com a máquina ou o processo em funcionamento, visando reduzir efetivamente o tempo de troca nos processos. Isso resulta em melhorias, como o aumento do tempo disponível para produção ou a realização de um maior número de setups, gerando um aumento na produção no mesmo período.

2.2.2.4 Kaizen Logístico

O *Kaizen* Logístico tem como objetivo alcançar um sistema *Lean* de movimentação de materiais e informações dentro da empresa, controlando os tempos e as quantidades necessárias às linhas de produção. Isso proporciona diversas vantagens, conforme destacado por Nascimento & Fuzatto (2020):

- Atendimento contínuo a múltiplos clientes internos, minimizando o trabalho na movimentação de materiais, especialmente realizado pelo operador.
- Facilitação da entrega de materiais, retirada de embalagens vazias e movimentação de informações, muitas vezes auxiliada pelo movimentador de

materiais (abastecedor).

- Liberação de espaços para a produção.
- Maximização da eficiência de células de fluxo contínuo, garantindo que as quantidades certas de peças estejam sempre à disposição do operador.
- Redução e controle dos níveis de estoque.

A entrega *Lean* de materiais deve seguir um sistema similar a uma linha de ônibus em uma cidade, com uma rota e horários para o abastecedor de materiais deixar os materiais a serem abastecidos e pegar as embalagens de peças vazias e materiais de devolução em intervalos regulares. No entanto, é crucial compreender que, em um processo logístico *Lean*, os produtos acabados são "puxados" pelo cliente, seguindo o princípio fundamental do *Just-in-Time* (JIT).

No sistema puxado, os produtos fluem em pequenos lotes, seguindo o conceito de "fluxo de uma só peça". Os processos são puxados de acordo com o tempo *takt*, ou seja, conforme a demanda do cliente, evitando o excesso de produção. Um processo de abastecimento visual, como o *Kanban* ou outros dispositivos sinalizadores, autoriza ou instrui a produção ou retirada de materiais. O nivelamento da produção, por meio da redução de gargalos e estudos de mix de produtos, também é essencial para o sucesso do sistema puxado (Nascimento & Fuzatto, 2020).

O *Kaizen* Logístico começa pela compreensão de que a produção só ocorre se houver demanda do cliente. Para isso, é necessário parar a linha de produção quando não houver demanda, identificando possíveis problemas no dimensionamento do processo. O processo de *Kaizen* Logístico envolve:

- Levantar lista de materiais: Identificar a lista de materiais do escopo, separando os itens por demanda com base na frequência de uso e quantidade.
- Criar Supermercados: Estabelecer estoques em casos em que o armazém de materiais é distante do processo ou não há espaço para armazenagem total. Isso agiliza o processo e reduz o tempo de espera do operador pelo material.
- Criar um Sistema *Kanban*: Utilizar o *Kanban* como ferramenta essencial do JIT. O *Kanban* consiste em cartões informativos que trazem ordens de produção ou movimentação de materiais ao sistema produtivo.
- Materiais com requisição: Materiais com baixa frequência ou exclusivos podem ser solicitados por meio de uma ficha de requisição de materiais, preenchida pelo solicitante e enviada ao almoxarifado.
- Realizar o transporte dos materiais: Levantar todos os materiais a serem transportados e fazer uma lista. Determinar onde esses materiais precisam ser entregues ou retirados, identificando os pontos de parada e entrega para a rota.

Definir como o material será transportado e criar prateleiras, marcações ou recipientes nos pontos de uso desses materiais. Designar um responsável para o abastecimento dos materiais.

Essas etapas visam criar um sistema logístico *Lean* que atenda à demanda real do cliente, evitando excessos de produção e melhorando a eficiência do processo.

2.2.2.5

Levantamento de ideias

Para alcançar resultados efetivos em melhorias, é crucial embasar a implementação de ideias em dados concretos. Nesse sentido, a execução das ferramentas, a avaliação crítica e o envolvimento ativo da equipe desempenham papéis fundamentais na condução das mudanças. Durante a aplicação das ferramentas ou em momentos oportunos, todos os membros da equipe têm a oportunidade de contribuir com ideias para aprimorar a área do *Kaizen*, alinhadas ao escopo e aos objetivos do evento (Nascimento & Fuzatto, 2020).

Para facilitar o levantamento de ideias, é recomendável distribuir canetas e *post-its* de diferentes cores para todos os integrantes da equipe. Antes do início do evento *Kaizen* selecionado, realizar uma reunião com todas as pessoas que atuam na área, incluindo aquelas que não fazem parte da equipe *Kaizen*, para capturar ideias de melhoria. Todas as propostas devem ser devidamente registradas e incluídas no "estacionamento" de ideias durante o evento (Nascimento & Fuzatto, 2020). Este processo contribui para criar um ambiente colaborativo e enriquecer o repertório de soluções durante o evento *Kaizen*.

O objetivo é registrar cada ideia gerada e inseri-la no "estacionamento de ideias" (em um *flipchart* ou papel pardo). Esse processo visa aprimorar o levantamento de melhorias, reduzindo os sete tipos de desperdícios em qualquer processo (figura 8), com base na coleta de dados durante a aplicação das ferramentas. Os sete desperdícios a serem considerados estão enumerados a seguir:

1. Espera;
2. Estoque;
3. Excesso de movimentação de pessoas;
4. Excesso de transporte de materiais;
5. Excesso de produção;
6. Processamento inadequado;
7. Produto ou serviço defeituoso.

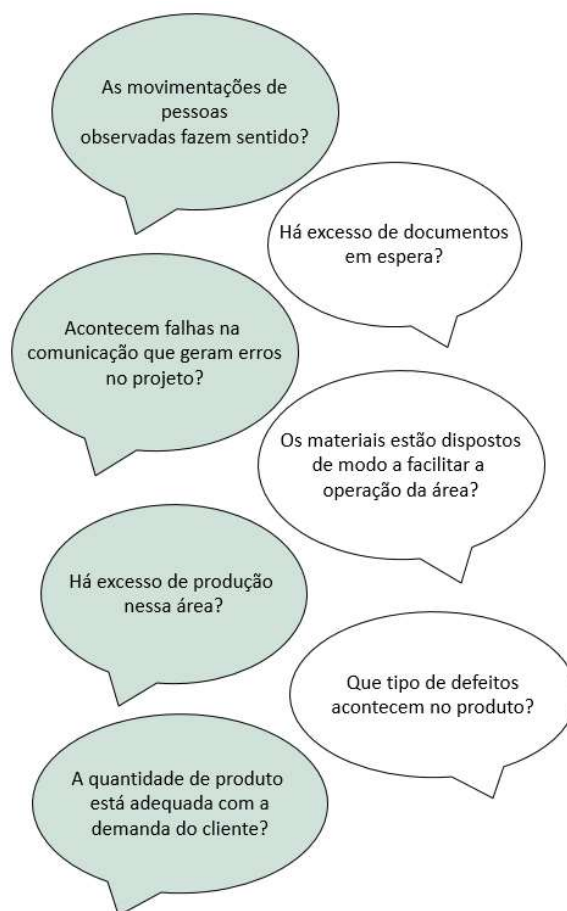


Figura 8 – Exemplo de perguntas dos sete desperdícios (adaptado de Nascimento & Fuzatto, 2020)

O líder *Kaizen* deve constantemente provocar a equipe com perguntas relacionadas a esses desperdícios para estimular a identificação de oportunidades de melhoria.

2.2.2.6 Nível das ideias

A partir das ideias levantadas no estacionamento de ideias, as mesmas devem ser classificadas com relação ao impacto para o objetivo do evento e a dificuldade de execução. Para isso, deve-se montar uma matriz de impacto em uma folha de *flipchart* ou papel pardo, conforme a descrição abaixo:

1. Desenho da Matriz:
 - Divida uma folha de *flipchart* ou papel pardo em quatro quadrantes.
 - O eixo horizontal representa a dificuldade de execução, com a extremidade esquerda indicando baixa dificuldade e a extremidade direita indicando alta dificuldade.

- O eixo vertical representa o impacto para o objetivo do evento, com a parte inferior indicando baixo impacto e a parte superior indicando alto impacto.

2. Nível das Ideias:

- Para cada ideia no estacionamento, coloque um adesivo ou marque a posição na matriz de acordo com a percepção da equipe sobre o impacto e a dificuldade de execução.

3. Quadrantes:

- Identifique cada quadrante com as categorias mencionadas:
- Quadrante I: Alto impacto e baixa dificuldade.
- Quadrante II: Alto impacto e alta dificuldade.
- Quadrante III: Baixo impacto e baixa dificuldade.
- Quadrante IV: Baixo impacto e alta dificuldade.

4. Priorização:

- Discuta e priorize as ideias com base na posição na matriz.
- Ideias no Quadrante I podem ser consideradas prioritárias, pois têm alto impacto e baixa dificuldade.
- Ideias no Quadrante II podem ser estratégicas, mas exigirão mais esforço.
- Ideias no Quadrante III podem ser implementadas mais facilmente, mas com menor impacto.
- Ideias no Quadrante IV podem exigir uma avaliação cuidadosa devido à baixa dificuldade, mas baixo impacto.

Isso permitirá que a equipe visualize e priorize as ideias de maneira eficaz com base no impacto e na dificuldade de execução durante o evento *Kaizen* (Nascimento & Fuzatto, 2020).

2.2.2.7

Implementação das ideias

As ideias identificadas no Quadrante I da matriz de impacto devem ser incorporadas a um plano de ação estruturado, atribuindo a cada ação um responsável designado. Esta medida é essencial para garantir a execução efetiva das ações dentro do cronograma predefinido do evento *Kaizen*. Com o plano de ação elaborado e as atividades distribuídas entre os membros da equipe, inicia-se a fase de execução.

Durante a implementação das ações, o líder *Kaizen* desempenha um papel crucial. Ele não apenas supervisiona de perto o progresso, fornecendo suporte contínuo aos responsáveis, mas também realiza pequenas reuniões regulares com a equipe. Essas reuniões são oportunidades para

abordar desafios emergentes, facilitar a tomada de decisões e manter todos atualizados sobre o *status* do projeto (Nascimento & Fuzatto, 2020).

A marca significativa de 90 % de conclusão do plano de ação em eventos *Kaizen* não apenas assegura a sustentabilidade do próprio evento, mas também indica uma performance excepcional da equipe e liderança, destacando a qualidade do plano de ação em si. À medida que as ações se aproximam da conclusão, o encerramento do evento torna-se iminente.

Recomenda-se que o líder da equipe, em colaboração com um consultor, se aplicável, conduza uma apresentação final abrangente para todas as partes interessadas. Esta apresentação deve resumir o objetivo do evento, destacar os principais pontos identificados durante a aplicação das ferramentas específicas, salientar as ações de maior impacto e apresentar os resultados observados.

Para uma abordagem mais envolvente, sugere-se que todos os membros da equipe participem do discurso durante a apresentação. Isso não apenas valoriza o trabalho colaborativo, mas também oferece a cada membro a oportunidade de comentar e explicar o seu contributo. Utilizar recursos visuais, como apresentações em *PowerPoint* ou demonstrações práticas na área de trabalho, é uma maneira eficaz de comunicar as mudanças físicas realizadas. Além disso, reservar um tempo para perguntas e respostas contribui para a valorização do trabalho da equipe (Nascimento & Fuzatto, 2020).

2.2.2.8

Resultados do evento Kaizen

Para avaliar os resultados do evento *Kaizen*, é fundamental que o líder acompanhe a execução das ações propostas no plano de ação e compreenda a necessidade de ajustes, se necessário, para garantir sua realização. A verificação pode ser realizada por meio de visitas ao local, consultando a opinião dos colaboradores envolvidos e registrando seus comentários para orientar a próxima etapa do ciclo PDCA *Kaizen*.

Após a verificação do processo, é crucial gerar dados e analisar os principais indicadores, acompanhando-os por alguns meses para avaliar se estão estabilizados e se atingiram o objetivo proposto. Enquanto o objetivo não for alcançado, é recomendável realizar verificações frequentes e ajustes necessários. Após o alcance do objetivo, são indicadas verificações trimestrais, escolhendo duas ou três ações de maior impacto.

Destaca-se a importância de realizar reuniões com a alta gestão durante o evento *Kaizen*, incluindo a verificação do status e dos resultados do evento na pauta das reuniões gerenciais ou da alta direção da empresa. Essa prática proporciona maior visibilidade ao acompanhamento,

conferindo-lhe um nível elevado de prioridade e comprometimento por parte da gestão. Isso contribui para assegurar que os resultados do *Kaizen* sejam integralmente compreendidos e apoiados pelos líderes da organização.

2.2.2.9

Desafios da Sustentação do evento Kaizen

Para consolidar o evento *Kaizen*, é imperativo agir, e essa ação demanda a elaboração e revisão de procedimentos para a gestão de mudanças. Além disso, é essencial treinar os colaboradores, garantindo que todos compreendam os procedimentos atualizados e aprovados. Pequenas adaptações ao processo também se mostram cruciais. As ações fundamentais para a sustentação, conforme definido por Nascimento & Fuzatto (2020), incluem:

- **Procedimentar:** Consiste na revisão e elaboração de procedimentos de forma a torná-los compreensíveis por qualquer pessoa, demandando o mínimo de explicações adicionais.
- **Treinar:** Após a revisão, elaboração, atualização e aprovação dos procedimentos, é crucial realizar um treinamento final com os colaboradores para informar sobre as mudanças a serem implementadas.
- **Realizar Pequenas Adequações:** No caso de as ações implementadas não apresentarem os resultados esperados ou efetivos, torna-se necessário efetuar ajustes, em colaboração com os envolvidos no processo. Esse processo envolve compreender as principais causas das falhas na implementação ou por que os resultados não alcançaram as metas desejadas.

A sustentação de melhorias implementadas é frequentemente considerada uma das fases mais desafiadoras do processo, pois os recursos já foram alocados e é crucial visualizar resultados positivos e duradouros das mudanças. Muitas empresas enfrentam dificuldades e falham nos programas de melhoria contínua, o que pode levar ao descrédito das ferramentas e da cultura *Lean*. Com base nisso, apresento alguns conceitos para o sucesso na sustentação das melhorias implementadas, conforme descrito por Nascimento & Fuzatto (2020):

- **Comprometimento da Alta Direção:** A alta direção deve se comprometer acompanhando os resultados, garantindo recursos, orientando a equipe envolvida no *Kaizen* e outros colaboradores da área focal. O interesse genuíno e o apoio da alta gerência demonstram que o programa é vital para a empresa e integra a sua cultura.
- **Comprometimento do Líder da Equipe:** O líder da equipe desempenha um papel

crucial, estando presente, demonstrando suporte e treinando a sua equipe. Um grupo treinado e motivado é mais propenso a executar as atividades com empenho e responsabilidade.

- Comprometimento dos Colaboradores na Área: Os colaboradores que atuam na área devem estar comprometidos, uma vez que são eles que executam o plano de ação. Para isso, é essencial que compreendam as mudanças realizadas e o impacto que podem ter na empresa. O treinamento e a orientação da liderança, bem como a consideração das opiniões desses funcionários, desempenham um papel crucial no comprometimento.
- Plano de ação com baixo grau de dificuldade para execução: A implementação de ações com baixo grau de dificuldade reduz a possibilidade de desistência da equipe, facilita o entendimento e comunicação, e aumenta as chances de sustentação das mudanças, pois todos compreendem o novo processo.
- Plano de ação com muitas ações resolvidas durante o evento Kaizen: Realizar a maioria das ações durante o evento Kaizen aumenta a eficiência de execução, proporciona credibilidade e visibilidade ao projeto, e facilita a percepção dos resultados do novo método.
- Escolha do objetivo relevante para a organização: A seleção do objetivo durante a fase de planejamento deve estar alinhada com a alta direção e as metas estratégicas da empresa, garantindo que a melhoria seja significativa e contribua para os objetivos gerais da organização.
- Gestão de mudanças: Todas as mudanças devem ser comunicadas, registradas e monitoradas para facilitar a adaptação da equipe ao novo ambiente de trabalho, aos novos procedimentos e às novas regras. Procedimentos atualizados e de fácil entendimento, juntamente com treinamentos adequados, são fundamentais para o sucesso da gestão de mudanças.

Com base nos conceitos e nas formas de aplicação da ferramenta *Kaizen*, é crucial ter disciplina para a execução e sustentação de qualquer evento *Kaizen*. A aplicação é um grande desafio, e manter a mesma lógica para a execução de um evento é fundamental. É importante lembrar que o PDCA é um ciclo que se repete continuamente. Toda mudança realizada hoje pode ser aprimorada amanhã, gerando novos ciclos PDCA, seja para a implementação de pequenas ações ou para a execução de eventos *Kaizen* mais abrangentes.

2.3.

Principais aspectos e aplicações da ferramenta Lean Six Sigma combinada com a ferramenta Kaizen

A tabela 1 abaixo ilustra os principais aspectos das ferramentas e suas aplicações de acordo com os autores e as revistas que os artigos citados foram publicados:

Tabela 1 - Principais aspectos e aplicações das ferramentas.

Ferramentas	Ano	Autores	Aplicação
Lean Six Sigma	2003	Buel	Operações em campos petrolíferos
	2008	Shah & Linderman	Indústria e Organizações
	2010	Salah <i>et al.</i>	Organizações
	2010	Snee	Organizações
	2010	Taghizadegan	Indústria e Organizações
	2015	Regis	Organizações
	2016b	Antony <i>et al.</i>	Educação
	2016	Cherrafit <i>et al.</i>	Indústria e Organizações
	2016	Schaffer	Indústria
	2017c	Antony <i>et al.</i>	Educação
	2018	Guo <i>et al.</i>	Saúde
	2018	Ahmed	Saúde
	2019	Parmar & Desai	Indústria
	2022	Simões	Organização de Engenheiro sob encomenda
Kaizen	1999	Ennis	Saúde
	1999	Richardson <i>et al.</i>	Saúde
	2003	Brunet e New	Indústria
	2006	Briales e Ferraz	Indústria
	2006	Rebechi	Indústria
	2016	Raiser <i>et al.</i>	Indústria
	2016	Oliani	Indústria e Organizações
	2016	Dinis	Indústria
	2018	Loureiro	Farmácia
	2018	Gumba	Saúde

Tabela 1 - Resultados dos principais aspectos e aplicações das ferramentas (cont.).

Ferramentas	Ano	Autores	Aplicação
<i>Kaizen</i>	2019	Kumar	Indústria
	2019	Sladen et al.	Saúde
	2019	Zocca et al.	Indústria
	2021	Yogeswary et al.	Indústria
	2022	Flug et al.	Saúde

2.4

Considerações finais

Neste capítulo foram apresentadas as principais ferramentas que são utilizadas no problema de qualidade, com um foco especial na qualidade contínua em laboratórios de ensaio e/ou calibração. Foi realizada uma análise bibliográfica evidenciando os trabalhos que geram base e justificativa para o modelo de avaliação da melhoria contínua, proposto nesta dissertação.

3

Referencial teórico das principais implicações dos referenciais normativos

Neste capítulo, apresentam-se as definições dos referenciais normativos associados às atividades de laboratório de ensaio e calibração, que formam a base para o desenvolvimento do modelo de avaliação desta pesquisa. Esses padrões normativos são desenvolvidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que desempenha o papel de Foro Nacional de Normalização desde setembro de 1940.

A ABNT é membro fundador da *International Organization for Standardization* (ISO). Ela é composta por Comitês Brasileiros (ABNT/CB), Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), que têm a responsabilidade de criar as Normas Brasileiras ISO.

3.1.

Norma ABNT NBR ISO 9000:2015

A ABNT NBR ISO 9000 é, de fato, uma norma brasileira que foi estabelecida em 1987. Sua elaboração ocorreu no Comitê Brasileiro da Qualidade (ABNT/CB-025), por meio da Comissão de Estudo de Terminologia (CE-025:000.001). Ela é considerada uma das normas pioneiras em sistemas de gestão da qualidade no Brasil. Essa norma desempenha um papel fundamental ao estabelecer diretrizes para a implementação de sistemas de gestão da qualidade nas organizações brasileiras (ABNT, 2015a; Júnior, 2021b).

Atualmente a norma ABNT NBR ISO 9000 (terceira edição) fornece os conceitos fundamentais, princípios e vocabulário essenciais para sistemas de gestão da qualidade (SGQ). Ela estabelece os fundamentos que servem de base para outras normas relacionadas a SGQ. Ao disponibilizar esses conceitos fundamentais, princípios e vocabulário de gestão da qualidade, a norma auxilia os leitores a compreenderem de maneira abrangente como implementar eficaz e eficientemente um SGQ. Além disso, ela capacita as organizações a obterem valor das outras normas de SGQ, proporcionando uma

abordagem integral para a gestão da qualidade em diversos contextos organizacionais (ABNT, 2015a).

A norma ABNT NBR ISO 9000 propõe a implementação de um SGQ claramente definido, fundamentado em uma estrutura que integra conceitos essenciais, princípios consolidados e processos estabelecidos, juntamente com os recursos relacionados à qualidade. Seu propósito é auxiliar organizações de todos os tamanhos, complexidades ou modelos de negócios a atingirem seus objetivos. A norma visa criar uma conscientização dentro da organização sobre suas responsabilidades e o comprometimento em satisfazer as necessidades e expectativas de clientes e partes interessadas, buscando a satisfação com seus produtos e serviços (ABNT, 2015a).

Em 1987, a ISO criou a série 9000 para estabelecer os critérios de implementação de Sistemas de Garantia da Qualidade. Essa primeira edição introduziu uma estrutura composta por três normas de certificação: ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003. A ISO 9000 fornecia as diretrizes para a seleção adequada das normas, levando em consideração o perfil específico da organização (Campos, 2015).

A ABNT NBR ISO 9000 descreve no item 2.2 os cinco conceitos fundamentais de gestão da qualidade:

- 2.2.1 – Qualidade;
- 2.2.2 – Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ);
- 2.2.3 – Contexto de uma organização;
- 2.2.4 – Partes interessadas;
- 2.2.5 – Suporte.

No item 2.3, a norma estabelece os sete princípios de gestão da qualidade:

- 2.3.1 – Foco no cliente;
- 2.3.2 – Liderança;
- 2.3.3 – Engajamento das pessoas;
- 2.3.4 – Abordagem de processos;
- 2.3.5 – Melhoria;
- 2.3.6 – Tomada de decisão baseada em evidência;
- 2.3.7 – Gestão de relacionamento (ABNT, 2015a; Júnior, 2021b).

Esta norma compreende termos e suas definições aplicáveis a todas as normas de gestão da qualidade e sistemas de gestão da qualidade desenvolvidas pelo *Technical Committee Quality management and quality assurance* (ISO/TC 176), bem como a outras normas de sistemas de gestão da qualidade para setores específicos que se baseiam nessas

normas, na época de sua publicação. Os termos e suas definições são organizados de acordo com uma lógica conceitual, sendo fornecido um índice alfabético ao final do documento para facilitar a busca (ABNT, 2015a).

O Anexo A desta norma apresenta uma série de diagramas representando os conceitos do sistema em uma estrutura ordenada. Essa abordagem visa proporcionar uma compreensão clara e consistente dos termos utilizados em contextos relacionados à gestão da qualidade (ABNT, 2015a).

3.2.

Norma ABNT NBR ISO 9001:2015

ABNT NBR ISO 9001:2015 refere-se à adoção brasileira da norma ISO 9001:2015, reconhecida internacionalmente para sistemas de gestão da qualidade. Elaborada no ABNT/CB-025 pela Comissão de Estudo de Sistemas da Qualidade (CE-025:000.002). Atualmente, na sua terceira versão, esta norma é a principal referência para certificação de sistemas de gestão da qualidade. As demais normas (ABNT NBR ISO 9002 e ABNT NBR ISO 9003) foram integradas nesse padrão da ABNT NBR ISO 9001, proporcionando uma abordagem mais unificada e abrangente para sistemas de gestão da qualidade (ABNT, 2015b; Júnior, 2021b).

Esta norma (ABNT NBR ISO 9001) compõe-se das normas da "série 9000", que englobava outras normas relacionadas à gestão da qualidade:

- ABNT NBR ISO 9000;
- ABNT NBR ISO 9001;
- ABNT NBR ISO 9002;
- ABNT NBR ISO 9003.

Em 2000, as normas ABNT NBR ISO 9002 e ABNT NBR ISO 9003 passaram por revisões e foram incorporadas à ABNT NBR ISO 9001, eliminando assim a distinção entre essas normas. Isso consolidou a norma brasileira 9001 como o principal referencial que estabelece os requisitos para um SGQ em uma organização (Júnior, 2021b).

Com o cancelamento e a substituição das normas ABNT NBR ISO 9002 e ABNT NBR ISO 9003, houve uma modificação no título da norma. Em sua primeira edição de 1994, a norma era intitulada "Sistemas da qualidade - Modelo para garantia da qualidade".

Posteriormente, na versão de 2000, o título foi alterado para "Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos". Essa mudança reflete uma maior ênfase na garantia da qualidade para o cliente, exigindo um maior comprometimento por parte da administração organizacional (ABNT, 2000; Júnior, 2021b).

Em 2008, a ABNT NBR ISO 9001 passou por sua segunda edição, mantendo o mesmo título da primeira versão, o que reflete um consenso mundial sobre a especificação de sistemas de gestão da qualidade. Nessa atualização, houve uma ênfase na coleta sistemática e contínua de dados sobre a satisfação dos clientes. Além disso, a essa versão (segunda) tornou-se mais acessível e fácil de usar, sendo mais adaptada à realidade das organizações e dos negócios. Essas melhorias foram implementadas para facilitar a implementação da norma, proporcionar uma abordagem mais eficaz para atender aos requisitos de qualidade e a satisfazer o cliente (ABNT, 2008; Júnior, 2021b).

Desde 2015, esta norma está em sua terceira edição, com ajustes nos termos utilizados, como produtos, exclusões, representante da direção, fornecedor, entre outros. Uma atualização significativa que essa versão trouxe modificou a sua estrutura, incorporando os sete princípios de gestão da qualidade para as organizações (ABNT, 2015a; ABNT, 2015b; Júnior, 2021b):

- (i) Foco no cliente: Garantir o atendimento aos requisitos do cliente, requisitos estatutários e regulamentares, a conformidade dos produtos e serviços, bem como a capacidade de aumentar a satisfação do cliente.
- (ii) Liderança: Demonstrar comprometimento em relação ao sistema de gestão da qualidade. Isso inclui prestar contas, estabelecer a política e os objetivos da qualidade, integrar recursos, adotar uma abordagem de processo, ter uma mentalidade de risco, assegurar os recursos necessários, alcançar os resultados desejados, promover a melhoria e fornecer apoio às pessoas e a outros papéis relevantes na gestão.
- (iii) Engajamento das pessoas: Garantir a presença de pessoas competentes, com autoridade e comprometimento em todos os níveis da organização é fundamental. Isso visa promover maior envolvimento, desenvolvimento, criatividade e satisfação entre os colaboradores, contribuindo para a melhoria da confiança e a promoção de uma colaboração eficaz em toda a organização.
- (iv) Abordagem de processos: Determinar os processos necessários para o SGQ, determinar as entradas requeridas e as saídas esperadas, determinar a

sequência e a interação, determinar e aplicar os critérios e ferramentas, determinar os recursos, atribuir as responsabilidades e autoridades, abordar os riscos e oportunidades, avaliar os processos, planejar e melhorar os processos.

- (v) Melhoria: Determinar e selecionar oportunidades para melhoria e implementar quaisquer ações necessárias para atender aos requisitos do cliente e aumentar sua satisfação. Isso inclui melhorar produtos e serviços, corrigir, prevenir ou reduzir efeitos indesejados e melhorar o desempenho e a eficácia do SGQ.
- (vi) Tomada de decisão baseada em evidência: Analisar e avaliar os dados e as informações para gerar os resultados desejados na melhoria dos processos, na melhoria da avaliação do desempenho do processo, melhoria da eficácia e eficiência operacionais, na melhoria da análise crítica e aumento da capacidade de demonstrar a eficácia de decisões anteriores.
- (vii) Gestão de relacionamento: Gerenciar os relacionamentos com as partes interessadas pertinentes que influenciam o desempenho da organização, como a melhoria na capacidade de agregar valor dos provedores e um fluxo estável de produtos e serviços.

A ABNT (2015b) destaca que a adoção de um sistema de qualidade por uma organização representa um plano estratégico capaz de aprimorar sua competência global e estabelecer uma base sólida para o desenvolvimento sustentável. Essa abordagem visa promover de maneira consistente os produtos e serviços, garantir a satisfação do cliente e demonstrar conformidade com os requisitos específicos do SGQ. Utilizando a abordagem de processo por meio do ciclo PDCA, a organização assegura o planejamento eficaz de seus processos.

A terceira edição da norma ABNT NBR ISO 9001 apresenta dois anexos informativos. No Anexo A, são fornecidos esclarecimentos sobre a nova estrutura, terminologia e conceitos alterados para aprimorar o alinhamento com outras normas de sistemas de gestão. Já no Anexo B, são descritas as outras normas relacionadas à gestão de qualidade e sistemas de gestão da qualidade desenvolvidas pelo ISO/TC 176 (ABNT, 2015b).

3.3.

Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017

A ABNT NBR ISO/IEC 17025 é uma Norma brasileira criada em 1999 para o entendimento da integração de sistemas de gestão da qualidade de laboratórios com o sistema descrito na ISO 9001:1994. Posteriormente foram criadas mais duas edições nos anos de 2005 e de 2017 (De Almeida Maia *et al.*, 2023).

Em 2017, foi desenvolvida a terceira edição da ABNT NBR ISO/IEC 17025, com o intuito focar mais nos resultados e de substituir os “requisitos prescritivos” por “requisitos de desempenho” para alinhar-se com a ISO 9001:2015 (De Almeida Maia *et al.*, 2023).

A atual edição da Norma foi elaborada no Comitê Brasileiro da Qualidade (ABNT/CB-025) pela Comissão de Estudo de Avaliação da Conformidade (CE-025:000.004) e é uma tradução idêntica, em conteúdo técnico, estrutura e redação da Norma internacional ISO/IEC 17025:2017 (ABNT, 2017).

A Norma tem por objetivo estabelecer a confiança na operação de laboratórios de ensaio e calibração, de modo a garantir a competência e a validade dos resultados dos mesmos. Por meio deste documento os laboratórios também planejam e implementam ações para eliminar os riscos e oportunidades, aumentando assim a eficácia do sistema de gestão, conforme os princípios e requisitos gerais da Norma ABNT NBR ISO 9001 (ABNT, 2017).

A ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 “adota uma abordagem por processo com ênfase na competência técnica e se divide em cinco seções principais: “Requisitos gerais” (4), “Requisitos de estrutura” (5), “Requisitos de recursos” (6), “Requisitos de processo” (7) e “Requisitos do sistema de gestão” (8)” (Cgcre, 2018).

A Norma caracteriza os seguintes requisitos para a competência, imparcialidade e consistência operacional de laboratórios de ensaio e calibração (ABNT, 2017; Belezia, 2019; Corrêa, 2021):

- (i) Requisitos gerais: imparcialidade de ação e confidencialidade com relação à gestão das informações pelo laboratório;
- (ii) Requisitos de estrutura: legalidade, estrutura organizacional e gerencial do laboratório, incluindo a documentação das atividades e as responsabilidades dentro do mesmo;
- (iii) Requisitos de recursos: pessoal, instalações e condições ambientais,

equipamentos, rastreabilidade metrológica, sistemas, produtos e serviços adequados para gerenciar e realizar as atividades de laboratório;

- (iv) Requisitos de processo: procedimentos adequados para (1) análise crítica dos pedidos, propostas e contratos, (2) ferramenta de seleção, verificação e validação dos ferramentas utilizados no laboratório, (3) amostragem de substâncias, materiais ou produtos para ensaio ou calibração subsequente, (4) manuseio de itens de ensaio ou calibração, (5) registros técnicos das atividades de laboratório, (6) avaliação da incerteza de medição, (7) garantia da validade dos resultados, (8) análise crítica dos resultados, (9) reclamações, (10) trabalho não conforme e (11) controle de dados da informação;
- (v) Requisitos do sistema de gestão: o laboratório deve implementar e manter um sistema de gestão mínimo ou um sistema de gestão de acordo com os requisitos da Norma ABNT NBR ISO 9001.

Além dos requisitos, a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017, também apresenta os anexos A e B com informações adicionais sobre a rastreabilidade metrológica e opções para o sistema de gestão (ABNT NBR ISO/IEC 17025, 2017; Belezia, 2019).

De acordo com a Cgcre (2018), “o sistema de gestão deve ser capaz de apoiar e demonstrar o atendimento consistente aos requisitos desta Norma e assegurar a qualidade dos resultados do laboratório (8.1.1)”.

Da mesma forma, a Norma determina os requisitos para que os laboratórios comprovem competência, imparcialidade e consistência operacional, conforme definidos a seguir (ABNT NBR ISO 9001, 2015; ABNT NBR ISO/IEC 17025, 2017; Belezia, 2019):

- (i) Competência: capacidade da aplicação de conhecimento e de habilidades para o alcance de resultados pretendidos, ou seja, nos laboratórios a competência técnica ocorre pelo processo de avaliação da conformidade denominado acreditação;
- (ii) Imparcialidade: presença de objetividade, ou seja, ausência de conflitos de interesse, ou a sua resolução, de modo a não influenciar de forma adversa as atividades subsequentes do laboratório;
- (iii) Consistência operacional: capacidade do laboratório em executar

adequadamente as atividade e reproduzir os resultados de seus ensaios ou calibração.

A ISO/IEC 17025 é reconhecida mundialmente como a referência para acreditação de laboratórios de ensaio e calibração e o laboratório que estiver em acordo com os requisitos desta norma garante a confiança nas suas atividades técnicas, sendo capaz de demonstrar sua competência para gerar resultados válidos (De Almeida Maia *et al.*, 2023).

De acordo com a ABNT (2019) a *atividade de acreditação é uma “atestação realizada por terceira parte relativa a um organismo de avaliação da conformidade, exprimindo demonstração formal de sua competência para realizar tarefas específicas de avaliação da conformidade”*.

A acreditação desempenha um papel crucial ao tomar decisões informadas na seleção de um laboratório, uma vez que evidencia competência, imparcialidade e capacidade. Além disso, contribui significativamente para reforçar a credibilidade e o desempenho dos bens e serviços oferecidos (ILAC, 2013). No contexto do comércio internacional, os organismos de acreditação desempenham um papel vital na remoção de barreiras, especialmente quando passam por avaliações de pares e são reconhecidos como competentes (ILAC, 2011).

O ILAC, ou *International Laboratory Accreditation Cooperation*, é uma organização internacional composta por organismos de acreditação de diversos países, com a função de facilitar a cooperação e o reconhecimento mútuo entre esses organismos, garantindo competência e confiabilidade dos laboratórios de calibração e ensaio em todo o mundo. Entende que *“a acreditação consiste na avaliação independente dos Organismos de Avaliação da Conformidade (OAC), face as normas reconhecidas para se realizarem atividades específicas, de forma a assegurar a imparcialidade e competência desses organismos”*.

Ele promove a harmonização de práticas de acreditação, estabelecendo diretrizes e padrões internacionais, baseado nas normas ISO/IEC 17011 (que trata da avaliação da conformidade), ISO/IEC 17025 (que trata de laboratórios de ensaio e calibração), ISO 15189 (trata de laboratórios de exames médicos) e a norma ISO/IEC 17020 (que trata de organismos de inspeção), (ILAC, 2013). Ela trabalha para melhorar a aceitação global de resultados de testes e calibrações, sendo essencial tanto para facilitar o comércio internacional quanto para garantir a qualidade e a segurança dos produtos e serviços.

O ILAC, o *International Organization for Standardization* (ISO) e o *Internacional Accreditation Forum* (IAF), em abril de 2017, assinaram um comunicado conjunto sobre os Requisitos de Sistemas de Gestão da Norma ISO/IEC 17025, no qual confirmam que os laboratórios acreditados na ISO/IEC 17025 operam conforme os sistemas de gestão da Norma ISO 9001 e possuem competência técnica para a realização de ensaio e calibração (ISO et al., 2017)

3.4

Considerações finais

Neste capítulo foram apresentadas as definições dos referenciais normativos relacionados às atividades de laboratório de ensaio e calibração, que baseiam o desenvolvimento do modelo de avaliação desta pesquisa.

4

Avaliação de cenário da melhoria contínua da qualidade de laboratórios de ensaio e calibração

Neste capítulo, será feita uma contextualização a respeito do cenário de qualidade dos laboratórios de ensaio e calibração acreditados no Estado do Rio de Janeiro. Para tanto foi idealizada uma pesquisa *survey* com 134 laboratórios a qual serviu de base para a elaboração do modelo para a melhoria contínua da qualidade.

4.1.

Laboratórios de ensaio e calibração acreditados

A definição de laboratório de ensaio e calibração está estabelecida na terceira edição da Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017, que o descreve como uma organização responsável por realizar atividades de ensaio, calibração e amostragem, relacionadas ao subsequente ensaio e/ou calibração, comumente referidas como "atividades de laboratório" (Belezia, 2019; Corrêa 2021).

De acordo com a ABNT (2017), “o laboratório deve ser uma entidade legal, ou uma parte definida de uma entidade legal, que seja legalmente responsável por suas atividades de laboratório”.

Para conduzir as atividades de laboratório de maneira eficaz, é imperativo gerenciar e controlar os dados obtidos pela organização. Esse controle é essencial para que a competência, integridade, consistência e desempenho do laboratório sejam reconhecidos, como destacado por Corrêa (2021).

As atividades de ensaio e/ou calibração podem ser categorizadas com base nos procedimentos realizados pelo laboratório e no perfil dos clientes atendidos. Em relação aos procedimentos, o laboratório pode realizar ensaios, calibrações ou ambos. Quanto ao perfil do cliente, os laboratórios podem atender clientes internos, externos ou ambos. Além disso, existem laboratórios que empregam uma abordagem proativa, enquanto outros atuam de maneira mais reativa em relação às atividades de ensaio e/ou calibração (Molinéro-Demilly et al., 2018; Belezia, 2019; Corrêa, 2021).

Os laboratórios que atuam de forma reativa, a busca por acreditação (prestação de serviços acreditados) só é considerada quando desempenham atividades compulsórias de acordo com as regulamentações de agências governamentais (Molinéro-Demilly *et al.*, 2018).

Por outro lado, os laboratórios que apresentam um comportamento associado a uma abordagem proativa, buscam a acreditação mesmo para atividades não compulsórias. Essa decisão é motivada por diversos benefícios, conforme apontado por Molinéro-Demilly *et al.* (2018). Entre esses benefícios estão o aumento da qualidade dos serviços prestados, a melhoria da confiabilidade dos resultados obtidos e a capacidade de diferenciar-se da concorrência comercial. Em resumo, enquanto a ação reativa está associada ao cumprimento de requisitos obrigatórios, a ação proativa reflete uma busca voluntária pela acreditação, impulsionada pelos benefícios percebidos em termos de qualidade, confiabilidade e posição competitiva no mercado (Molinéro-Demilly *et al.*, 2018).

Entretanto, existe um entendimento do que as funções dos laboratórios ultrapassam as preocupações com as atividades. Segundo Corrêa (2021), elas se estendem a atuação no:

- (i) Auxílio da especificação da instrumentação para a medição dos processos nas empresas;
- (ii) Avaliação do impacto das incertezas das grandezas que interferem nos processos;
- (iii) Conscientização dos segmentos da indústria aos conceitos de metrologia, normalização e qualidade.

4.2

Pesquisa para análise do cenário da qualidade contínua em laboratórios de ensaio e calibração acreditados

Foi concebida uma pesquisa do tipo *Survey* com o propósito de coletar e analisar informações (dados) das opiniões /características relacionados às principais dificuldades encontradas em laboratórios de ensaio e calibração (no que diz respeito à avaliação da qualidade), sob o ponto de vista de diferentes profissionais que atuam nestes laboratórios. O processo de pesquisa foi dividido em quatro etapas bem definidas: (i) Planejamento da pesquisa; (ii) Criação do instrumento de avaliação; (iii) Implementação da pesquisa em um ambiente online; e (iv) Análise dos resultados.

O planejamento da pesquisa teve como base o referencial normativo associado ao tema da pesquisa, com foco nos requisitos estabelecidos pela norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017. Essa norma aborda os requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Foram selecionados cinco requisitos para serem objeto de análise e discussão, a saber: (1) Pessoal; (2) Instalações e condições ambientais; (3) Equipamentos; (4) Ensaio e/ou Calibração e (5) Sistema de Gestão. Cada uma destas dimensões foi desdobrada em elementos detalhados que foram investigados durante o processo da pesquisa (conforme demonstrado no quadro 8).

Quadro 8– Requisitos e Dimensões

Requisitos	Dimensões
Pessoal	Comunicação
	Competência
	Motivação
Instalações e Condições Ambientais	Qualidade das instalações
	Qualidade das condições ambientais
Equipamentos	Adequação às atividades
Ensaio e/ou Calibração	Segurança dos resultados
Sistema de Gestão	Auditorias internas
	Aquisição de insumos
	Administração de recursos
	Avaliação da qualidade
	Comprometimento da gerência
	Condições financeiras
	Envolvimento de todos os colaboradores após acreditação
	Qualidade dos insumos
	Qualidade dos laboratórios após acreditação
	Retrabalho após acreditação
	Treinamento após acreditação

Com base no planejamento ou *layout* proposto e à luz da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017, foram realizadas reuniões entre os orientadores, a mestrande e pesquisadores do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), onde foram discutidas por *brainstorming* propostas de questões de pesquisa. Foi ainda identificada a necessidade de se definir uma escala de avaliação, composta de sete níveis (quadro 9) e de uma ferramenta de avaliação dos resultados baseada em números *fuzzy* triangulares. Desta forma, a avaliação consegue representar de forma mais assertiva, as incertezas das respostas do questionário.

Quadro 9- Escalas e atributos da resposta proposta.

Escalas	Atributos
1	Péssimo
2	Muito ruim
3	Ruim
4	Indiferente
5	Bom
6	Muito bom
7	Ótimo

De acordo com o *layout* definido nas reuniões, um instrumento de avaliação foi criado no formato Word, contendo trinta perguntas. Em seguida, esse instrumento foi submetido a pesquisadores com vasta experiência e expertise no campo, buscando críticas e sugestões para aprimoramento. Com base na avaliação recebida, foram feitas (i) alterações em algumas perguntas, tornando-as mais claras e alinhadas aos objetivos da pesquisa, (ii) redefinição e harmonização das escalas de resposta e (iii) retirada do questionário qualquer pergunta que pudesse ser usada para identificar tanto o laboratório quanto o funcionário respondente.

Após a validação pelos pesquisadores, o questionário foi transformado em um formulário online hospedado na plataforma *Google Forms* (<https://bit.ly/3FCEYlt>), sendo enviado por meio de mensagens no *whatsapp* e por e-mail a profissionais que trabalham em laboratórios acreditados no Estado do Rio de Janeiro e que constam nas redes RBLE (Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio) e RBC (Rede Brasileira de Calibração).

Era possível que o respondente se recusasse a participar sem ser identificado e sem se sentir em risco de prejuízo. Além disso, a identificação dos respondentes por parte da pesquisadora não era possível, garantindo o anonimato. Esse processo evidencia uma avaliação por meio estratégia psicométricas para o planejamento e a execução do levantamento de dados para a pesquisa.

Foi definido que a amostra deveria apresentar determinado valor de erro amostral máximo (E_0^2). Para tanto, foi calculado a primeira aproximação do tamanho da amostra (n_0) segundo a equação 4.1. Em seguida, foi calculado o tamanho da amostra (n) mínima necessária para o erro amostral de 5 % (equação 2).

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2} \quad (4.1)$$

$$n = \frac{n_0 \cdot N}{n + N} \quad (4.2)$$

Para esse trabalho foi obtido um total de 107 respostas, indicando que a pesquisa apresenta representatividade estatística.

Tendo se iniciado em setembro de 2022 e terminando em dezembro de 2023 a divulgação da pesquisa por e-mail certamente contribuiu para obter uma amostra representativa e rica em informações para a pesquisa.

É importante ressaltar que durante o período de coleta de dados, enfrentou-se desafios consideráveis na obtenção de respostas em quantidade suficiente para uma análise adequada. Por esse motivo, o instrumento de avaliação foi reenviado, no mínimo, três vezes aos mesmos laboratórios identificados nas redes RBLE e RBC, bem como compartilhado novamente nos aplicativos. Essa abordagem demonstra um esforço significativo em busca de uma amostra representativa e robusta, e é um procedimento comum para maximizar a participação e a qualidade dos dados em pesquisas acadêmicas.

4.2.1. Números fuzzy como ferramenta na pesquisa

Os números *fuzzy* triangulares (NFT), são definidos como um caso especial conjunto *fuzzy* caracterizado por seu formato triangular (outros tipos de números *fuzzy* são os trapezoidais e gaussianos). Diferentemente de um número tradicional o NFT consegue representar incerteza e imprecisão e podem ser expressos pelas abscissas de seus vértices (eg. NFT A = (a₁, a₂, a₃)). Importante observar que a ordenada dos vértices do NFT representa o grau de pertencimento de qualquer valor numérico na faixa entre a₁ e a₃ possui para com esse NFT. Essa característica também pode ser descrita por uma função de pertinência (no caso triangular) descrita na equação 4.3 (Rentería, 2006; Duarte Júnior, 2017).

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, x < a_1 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3-x}{a_3-a_2}, a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, x > a_3 \end{cases} \quad (4.3)$$

De acordo com Rentería (2006), “o número *fuzzy* triangular é utilizado quando o parâmetro em análise possui uma faixa de variação e um número dentro desta faixa possui uma possibilidade de ocorrência num único pico maior do que os outros”. A figura 9 representa graficamente um número *fuzzy* triangular, sendo possível observar que entre os limites definidos por a_1 e a_3 , qualquer valor pode ser declarado pertencente a esse número *fuzzy* com diferentes graus de pertencimento (μ_A), sendo esse grau nulo ou zero para valores iguais a a_1 e a_3 e máximo ou 1 para valores iguais a a_2 . (Rentería, 2006; Duarte Júnior, 2017).

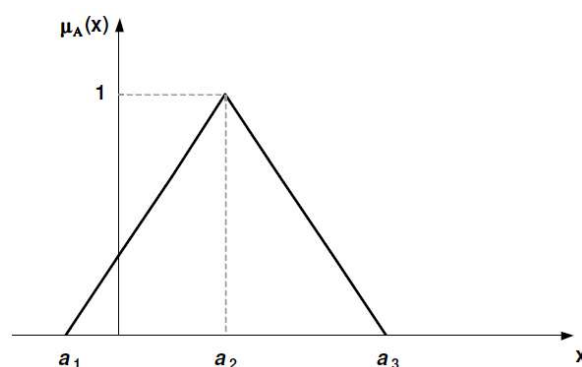


Figura 9 – Representação gráfica de um número *fuzzy* triangular (Rentería (2006))

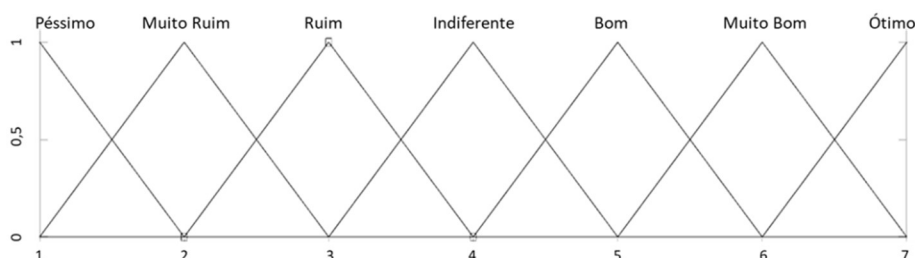
Diante disto, o modelo *fuzzy* aplicado nesta pesquisa tem como objetivo captar para a pesquisa a imprecisão das respostas dadas pelos profissionais colaboradores dos laboratórios pesquisados.

Assim, os dados numéricos coletados pela pesquisa *survey* (respostas correspondentes a um número na escala definida no quadro 9 foram convertidos em números *fuzzy* triangulares, a fim de representar as incertezas inerentes à pesquisa. Na tabela 2 estão representados os NFT associados a cada uma das opções de resposta numérica obtidas na pesquisa *survey*. A escolha dos valores que definem os NFT considerou a necessidade de interseção entre ao menos dois números *fuzzy*. Assim, cada resposta dada por um colaborador de um laboratório pesquisado pode apresentar simultaneamente diferentes classificações (como bom e muito bom), permitindo discussão dos resultados encontrados e a formulação de propostas de ajustes destinadas a melhorar as condições da incerteza do colaborador na sua resposta.

Tabela 2 - Análise dos números *fuzzy* triangulares

Atributos	Escala	Números <i>fuzzy</i> triangulares		
Péssimo	1	1	1	2
Muito ruim	2	1	2	3
Ruim	3	2	3	4
Indiferente	4	3	4	5
Bom	5	4	5	6
Muito bom	6	5	6	7
Ótimo	7	6	7	7

Essa característica fica mais evidente ao se observar graficamente os NFT propostos (Figura 10). Essa ferramenta contribui para uma análise mais completa e robusta dos dados, levando em consideração as nuances e variações inerentes ao tópico de pesquisa.

Figura 10 – Representação gráfica dos números *fuzzy* representativos das respostas obtidas.

4.2.2.

Laboratórios de ensaio e calibração acreditados participantes da pesquisa

Os laboratórios de ensaio e calibração acreditados (lista completa dos laboratórios no apêndice 1 e 2 desta dissertação) foram selecionados de acordo com suas modalidades de acreditação nos sistemas de consulta dos sites das redes RBLE e RBC respectivamente, seguindo os critérios: estado (Rio de Janeiro), classe de ensaio, áreas de atividade e grupo de serviço de calibração. Foram feitas perguntas (sempre garantindo o anonimato de cada respondente) de forma a que pudéssemos identificar características gerais dos laboratórios e das atribuições do respondente. A figura 11 ilustra o percentual da participação (associada aos laboratórios) de acordo com as modalidades de acreditação. Essa informação foi obtida ao se pedir que cada respondente, indicasse a modalidade de laboratório o qual ele trabalha. Dessa forma, pode-se observar (figura 11) que a maioria dos laboratórios pesquisados (65,7 %) representam laboratórios de ensaio,

somente 13,3 % se identificam como laboratórios somente de calibração e uma quantidade intermediária, equivalente a 21 % são de laboratórios de ensaio e calibração.

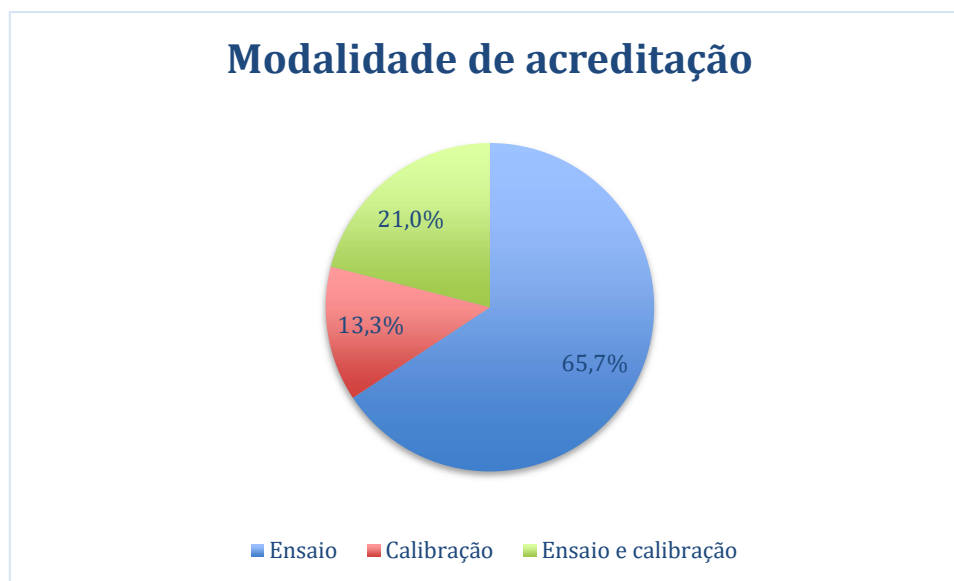


Figura 11 - Modalidade de acreditação

Com relação aos cargos ocupados pelos respondentes da pesquisa, observou-se uma variedade de funções, as quais foram classificadas em nove categorias, a saber: responsável técnico, gerente de qualidade, técnico de laboratório, gerente de laboratório, supervisor de laboratório, analista de qualidade, recepcionista de amostras, responsável jurídico e estagiário. Desses, mais de 75 % dos respondentes se identificaram como sendo pertencentes as classes de responsável técnico, gerente de qualidade, técnico de laboratório e gerente de laboratório. Na figura 12, pode-se observar as relações percentuais dos respondentes e seus enquadramentos nos laboratórios.

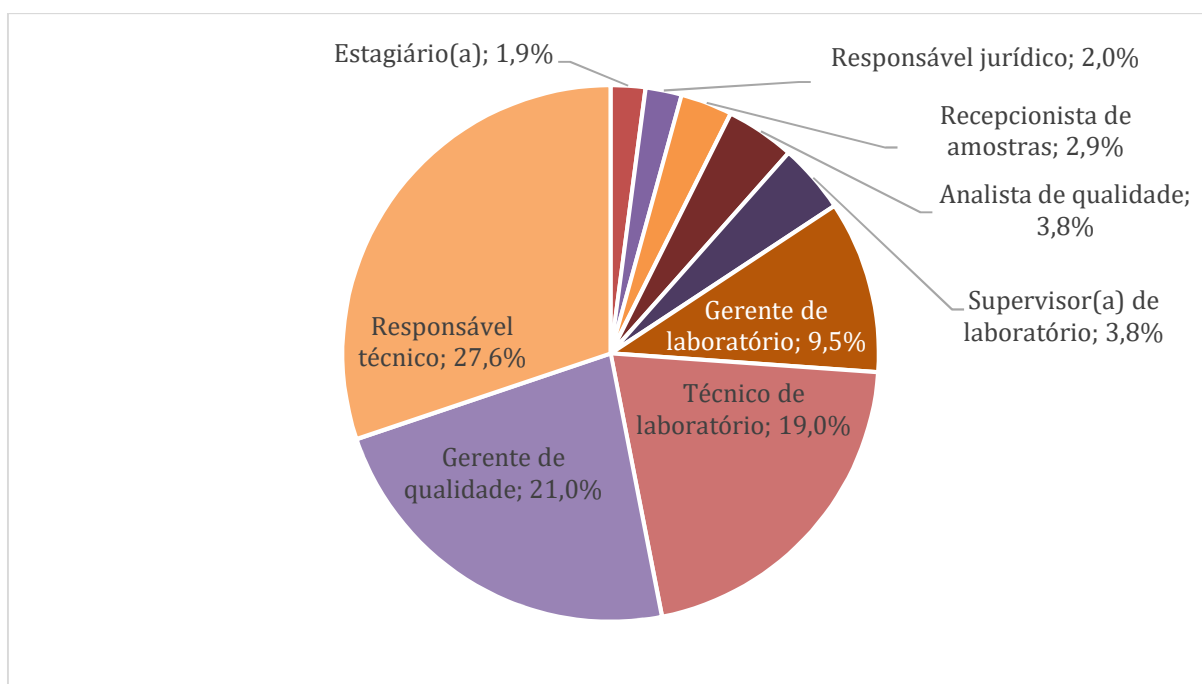


Figura 12 - Modalidade de função dentro dos laboratórios.

Foi perguntado também sobre o tempo de vínculo de cada colaborador com o laboratório com o qual ele está atualmente empregado. O objetivo deste questionamento era identificar se uma parcela significativa dos entrevistados conhecia as condições e/ou dificuldades dos seus laboratórios a curto ou longo prazo. Observado o gráfico apresentado na figura 13 pode-se concluir que quase 90 % descreveram vínculos superiores a 1 ano, sendo que destes 71,4 % atestam que trabalham a um tempo superior a 36 meses ou 3 anos.

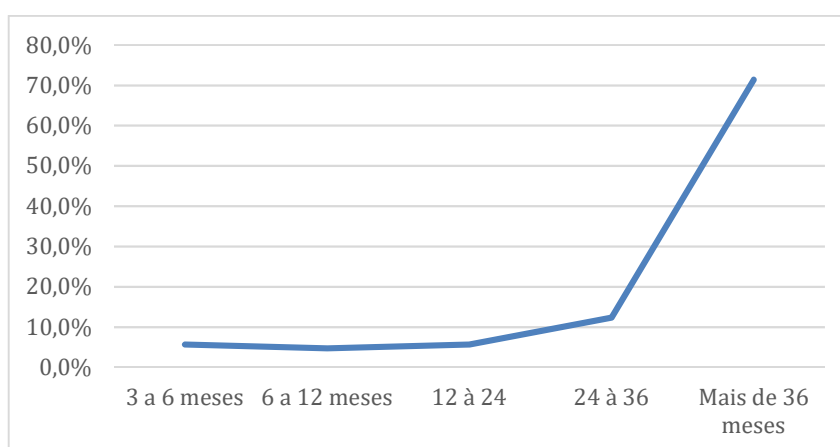


Figura 13 – Tempo de vínculo dos colaboradores em seus respectivos laboratórios.

Esse achado proveu confiança de que as respostas coletadas são representativas das condições dos laboratórios pesquisados, uma vez que os respondentes sinalizaram

tempo de vínculo suficiente para conhecimento profundo das condições dos laboratórios com o qual colaboram.

Também foi questionado qual o nível de comprometimento com treinamentos tanto antes quanto após processos de acreditação (tabela 3).

Tabela 3– Frequência de treinamento dos colaboradores pesquisados.

Ocorrência	Qual a frequência de treinamentos dos colaboradores antes da acreditação?	Qual a frequência de treinamentos dos colaboradores após a acreditação?
A cada um mês	2,6 %	2,6 %
A cada três meses	2,6 %	2,6 %
A cada seis meses	7,9 %	7,9 %
Sempre que necessário	76,3 %	76,3 %
Somente quando mudava os procedimentos	2,6 %	2,6 %
Raramente acontecia	5,3 %	5,3 %
Não havia treinamentos	2,6 %	2,6 %

Os resultados obtidos mostraram que tanto antes quando após acreditação, a maioria dos treinamentos eram promovidos à medida que se observava uma necessidade. Em poucos casos se constatou um planejamento de treinamento preventivo.

Outra questão que foi levantada na pesquisa foi, uma vez que houve um processo de acreditação, como essas melhorias foram percebidas e/ou onde geraram maior impacto? As respostas obtidas estão descritas na tabela 4 e elas sinalizam que o maior impacto foi observado nos treinamentos, seguido por uma melhor comunicação entre os diferentes colaboradores do laboratório (em especial os técnicos de bancada e o setor de Controle da Qualidade). Foram ainda citados impactos no recebimento das amostras e um aumento de produtividade. Em contrapartida impactos reduzidos foram observados nas atividades de ensaios e calibração, na qualidade dos serviços prestados e em método de análises fora da especificação.

Tabela 4 – Melhoria após acreditação.

Em que setores ocorreram as melhorias da qualidade após a acreditação?	
Ensaio e calibrações	1,3 %
Qualidade do serviço prestado	1,3 %
Método de análises fora da especificação	1,3 %
Aumento da produtividade	15,0 %
Recebimento de amostras e/ou equipamentos	22,5 %
Comunicação entre os colaboradores de bancada e o setor de Controle da Qualidade	23,8 %
Treinamentos adequados	26,3 %
Outros	11,3 %

4.3

Pesquisa Survey

Foi realizada uma pesquisa para traçar o perfil de cada colaborador do laboratório e, com base nos requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017, foram elaboradas vinte e sete perguntas (quadro 10) para entender a rotina do laboratório com foco na gestão da qualidade. Nessas perguntas, a escala 4 (indiferente) indicava que o colaborador não sabia como responder.

Quadro 10– Perguntas de pesquisa

Perguntas	
1	Na sua percepção, como você avalia a comunicação entre a gerência da qualidade e os técnicos de bancada deste laboratório?
2	Como você avalia a adequação das atribuições de tarefas com a formação profissional de cada colaborador?
3	Qual o grau da sua motivação no trabalho?
4	Como estão ajustadas as instalações para realização das atividades de acordo com os procedimentos documentados?
5	Como estão ajustadas às condições ambientais para realização das atividades de acordo com os procedimentos documentados?
6	Como estão ajustados os equipamentos para uso nas atividades de acordo com os procedimentos documentados?

7	Qual o nível de confiabilidade dos resultados obtidos nos ensaios e/ou calibrações?
8	Quão adequados são os critérios para aquisição de insumos que abastecem o laboratório?
9	Em que medida as auditorias internas identificam problemas nos ensaios e/ou calibrações?
10	Em que medida os colaboradores absorveram as orientações da consultoria técnica?
11	Qual o comprometimento da gerência do laboratório com a gestão da qualidade?
12	O laboratório tem condições financeiras (equipamentos, pessoal suficiente para realização das atividades?
13	Em que medida os recursos estão sendo utilizados pela gestão da qualidade?
14	De que forma você avalia a qualidade deste laboratório antes da acreditação?
15	Havia algum mecanismo para avaliação da qualidade antes da acreditação?
16	Em que medida são realizados procedimentos de monitoramento de calibração dos equipamentos e controle dos procedimentos antes da acreditação?
17	Em que medida havia a necessidade de retrabalho nos ensaios e/ou calibrações antes da acreditação?
18	Qual o nível de envolvimento de todos os colaboradores (gerência, gestores e técnicos de bancada) na qualidade antes da acreditação?
19	Qual o nível de comunicação entre os técnicos de bancada e o setor de Controle da Qualidade antes da acreditação?
20	Como você avalia a qualidade dos treinamentos dos colaboradores antes da acreditação?
21	Em que medida havia a necessidade de retrabalho nos ensaios e/ou calibrações após a acreditação?
22	Qual o nível de envolvimento de todos os colaboradores (gerência, gestores e técnicos de bancada) na qualidade após a acreditação?
23	Qual o nível de comunicação entre os técnicos de bancada e o setor de Controle da Qualidade após a acreditação?
24	Os treinamentos dos colaboradores são adequados após a acreditação?
25	Como a qualidade se apresenta hoje em relação antes da acreditação?
26	Na sua percepção, qual o grau de esforço de todos para manter a acreditação?
27	As suas sugestões são consideradas para resolução dos problemas do laboratório?

Cada respondente foi orientado a indicar a sua opinião em uma escala numérica de 1 à 7, como descrito na tabela 2.

Na tabela de 5 encontram-se todas as respostas coletadas durante a pesquisa

Tabela 5 – Respostas dos representantes dos laboratórios pesquisados.

	Av 1	Av 2	Av 3	Av 4	Av 5	Av 6	Av 7	Av 8	Av 9	Av 10	Av 11	Av 12	Av 13	Av 14
Questão 1	7	6	7	6	5	6	6	7	7	6	5	6	7	7
Questão 2	7	5	6	6	6	4	6	7	4	6	6	6	7	7
Questão 3	7	6	7	6	6	4	6	7	6	7	6	5	7	6
Questão 4	6	6	7	6	7	7	7	7	7	6	6	5	7	5
Questão 5	6	6	7	6	7	7	7	6	6	6	6	6	7	5
Questão 6	6	6	7	6	7	6	7	7	7	6	6	5	7	6
Questão 7	7	7	7	6	7	5	7	7	7	7	6	6	5	7
Questão 8	5	7	7	6	6	3	6	7	7	6	6	5	7	6
Questão 9	6	6	7	6	7	7	7	6	2	5	6	4	5	2
Questão 10	6	6	NA	NA	6	NA	NA	7	4	6	NA	5	6	NA
Questão 11	7	7	7	5	5	3	7	7	7	6	6	6	7	7
Questão 12	7	5	7	5	7	5	7	7	7	6	6	5	7	5
Questão 13	7	5	7	5	7	5	7	7	7	6	6	7	7	6
Questão 14	5	7	4	5	4	3	7	4	5	5	6	6	7	5
Questão 15	5	7	7	1	1	3	7	4	2	7	7	5	7	7
Questão 16	5	7	5	6	6	3	7	6	4	6	7	7	7	7
Questão 17	3	5	6	4	4	7	6	3	2	2	7	5	1	3
Questão 18	7	7	7	3	4	3	7	6	3	5	7	7	7	7
Questão 19	7	7	7	2	4	1	7	7	1	6	7	5	7	7
Questão 20	3	7	6	4	4	2	4	6	2	6	7	5	7	7
Questão 21	2	4	1	6	2	2	4	2	2	2	7	6	1	3
Questão 22	7	5	7	6	6	6	7	7	7	6	7	5	7	7
Questão 23	7	7	7	6	6	7	7	7	7	6	7	4	7	7
Questão 24	6	6	7	4	6	7	7	6	7	7	7	6	7	7
Questão 25	7	7	7	6	6	6	7	7	7	5	7	6	7	7
Questão 26	7	7	7	6	7	6	7	7	6	5	5	6	7	7
Questão 27	7	7	7	6	6	7	7	7	7	5	6	6	1	5

Tabela 5 – Respostas dos representantes dos laboratórios pesquisados (cont.)

	Av 15	Av 16	Av 17	Av 18	Av 19	Av 20	Av 21	Av 22	Av 23	Av 24	Av 25	Av 26	Av 27	Av 28
Questão 1	7	7	4	6	7	7	7	7	1	5	7	5	7	7
Questão 2	7	7	7	5	7	7	6	7	4	5	6	4	6	6
Questão 3	7	4	6	5	7	7	7	7	1	6	6	3	4	7
Questão 4	7	7	7	5	7	7	6	7	3	7	6	6	6	6
Questão 5	7	7	7	6	7	7	7	7	3	7	6	7	7	6
Questão 6	7	7	6	6	7	7	6	7	3	7	6	6	7	5
Questão 7	7	7	6	6	7	7	7	7	4	7	6	6	7	6
Questão 8	7	4	6	5	6	7	7	7	4	6	6	7	7	5
Questão 9	7	4	5	5	3	7	6	3	5	6	5	7	6	7
Questão 10	NA	NA	NA	NA	6	7	7	7	NA	NA	5	NA	6	6
Questão 11	7	7	6	6	7	7	7	7	2	4	6	3	5	6
Questão 12	7	7	5	4	7	7	6	7	5	6	6	4	7	5
Questão 13	7	4	7	5	5	7	6	7	4	6	5	3	7	6
Questão 14	7	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	5	6	NA	NA	NA	NA
Questão 15	7	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	5	7	NA	NA	NA	NA
Questão 16	7	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	5	6	NA	NA	NA	NA
Questão 17	7	NA	NA	2	NA	NA	NA	NA	3	5	NA	NA	NA	NA
Questão 18	7	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	4	6	NA	NA	NA	NA
Questão 19	7	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	2	6	NA	NA	NA	NA
Questão 20	7	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	3	6	NA	NA	NA	NA
Questão 21	7	NA	NA	2	NA	NA	NA	NA	4	2	NA	NA	NA	NA
Questão 22	7	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	4	6	NA	NA	NA	NA
Questão 23	7	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	2	6	NA	NA	NA	NA
Questão 24	7	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	4	6	NA	NA	NA	NA
Questão 25	7	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	4	6	NA	NA	NA	NA
Questão 26	7	7	5	6	6	7	7	7	5	2	7	6	7	6
Questão 27	7	6	5	6	6	7	7	7	4	5	6	4	7	7

Tabela 5 – Respostas dos representantes dos laboratórios pesquisados (cont.)

	Av 29	Av 30	Av 31	Av 32	Av 33	Av 34	Av 35	Av 36	Av 37	Av 38	Av 39	Av 40	Av 41	Av 42
Questão 1	6	6	4	6	6	5	7	6	5	6	6	4	6	4
Questão 2	6	5	6	6	6	6	6	5	4	7	5	5	7	5
Questão 3	4	4	4	5	7	7	7	6	5	4	6	1	6	6
Questão 4	5	7	6	6	7	6	7	6	5	6	6	1	7	6
Questão 5	7	7	7	5	7	6	7	6	4	7	6	2	7	6
Questão 6	6	7	7	6	7	6	7	6	6	7	6	4	7	5
Questão 7	7	7	6	7	7	7	7	6	7	6	6	5	7	6
Questão 8	4	6	6	6	7	6	6	7	6	7	6	7	7	6
Questão 9	7	6	7	7	7	7	7	2	7	7	4	3	6	6
Questão 10	NA	6	6	6	NA	NA	5	NA	NA	6	NA	NA	5	NA
Questão 11	7	6	7	7	7	7	7	7	4	7	7	2	7	4
Questão 12	4	7	6	7	6	7	6	5	5	5	6	5	7	4
Questão 13	7	6	5	6	7	7	7	6	5	6	6	4	7	4
Questão 14	5	NA	NA	NA	NA	7	NA	5	7	NA	NA	3	NA	NA
Questão 15	2	NA	NA	NA	NA	6	NA	5	7	NA	NA	3	NA	NA
Questão 16	2	NA	NA	NA	NA	6	NA	5	7	NA	NA	3	NA	NA
Questão 17	2	NA	NA	NA	NA	2	NA	3	1	NA	NA	3	NA	NA
Questão 18	4	NA	NA	NA	NA	6	NA	6	5	NA	NA	3	NA	NA
Questão 19	4	NA	NA	NA	NA	6	NA	6	5	NA	NA	3	NA	NA
Questão 20	5	NA	NA	NA	NA	6	NA	6	5	NA	NA	1	NA	NA
Questão 21	2	NA	NA	NA	NA	1	NA	2	1	NA	NA	7	NA	NA
Questão 22	6	NA	NA	NA	NA	6	NA	6	5	NA	NA	1	NA	NA
Questão 23	6	NA	NA	NA	NA	6	NA	6	6	NA	NA	1	NA	NA
Questão 24	6	NA	NA	NA	NA	6	NA	6	7	NA	NA	1	NA	NA
Questão 25	6	NA	NA	NA	NA	7	NA	6	7	NA	NA	1	NA	NA
Questão 26	6	6	7	6	7	6	7	6	6	7	6	4	6	5
Questão 27	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	6	1	7	4

Tabela 5 – Respostas dos representantes dos laboratórios pesquisados (cont.)

	Av 43	Av 44	Av 45	Av 46	Av 47	Av 48	Av 49	Av 50	Av 51	Av 52	Av 53	Av 54	Av 55	Av 56
Questão 1	3	4	5	7	2	7	6	7	5	7	7	6	5	7
Questão 2	6	7	7	7	7	7	6	7	6	7	7	7	5	6
Questão 3	5	4	7	5	7	6	6	7	6	7	7	7	6	7
Questão 4	7	6	6	5	6	7	6	7	6	7	7	7	6	7
Questão 5	5	6	7	5	6	7	7	7	5	7	7	7	6	7
Questão 6	6	5	5	5	7	6	6	7	6	7	7	7	6	7
Questão 7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6	7
Questão 8	6	5	5	4	6	6	6	7	5	7	7	7	6	7
Questão 9	7	5	7	5	6	4	7	5	4	2	7	7	6	5
Questão 10	NA	NA	5	6	6	NA	NA	NA	6	7	NA	7	NA	NA
Questão 11	5	6	5	6	6	7	7	7	6	7	7	7	6	7
Questão 12	2	5	7	5	6	6	7	7	6	7	7	7	6	7
Questão 13	2	4	5	6	6	6	6	7	5	7	7	7	6	7
Questão 14	NA	2	NA	NA	NA	7	6	NA	NA	NA	NA	NA	4	NA
Questão 15	NA	2	NA	NA	NA	7	6	NA	NA	NA	NA	NA	4	NA
Questão 16	NA	2	NA	NA	NA	7	7	NA	NA	NA	NA	NA	4	NA
Questão 17	NA	2	NA	NA	NA	2	2	NA	NA	NA	NA	NA	5	NA
Questão 18	NA	2	NA	NA	NA	7	6	NA	NA	NA	NA	NA	5	NA
Questão 19	NA	2	NA	NA	NA	7	6	NA	NA	NA	NA	NA	5	NA
Questão 20	NA	2	NA	NA	NA	7	6	NA	NA	NA	NA	NA	5	NA
Questão 21	NA	5	NA	NA	NA	2	2	NA	NA	NA	NA	NA	5	NA
Questão 22	NA	5	NA	NA	NA	7	6	NA	NA	NA	NA	NA	6	NA
Questão 23	NA	5	NA	NA	NA	7	6	NA	NA	NA	NA	NA	6	NA
Questão 24	NA	4	NA	NA	NA	7	6	NA	NA	NA	NA	NA	6	NA
Questão 25	NA	5	NA	NA	NA	7	6	NA	NA	NA	NA	NA	6	NA
Questão 26	2	5	4	6	7	6	6	7	6	7		7	6	7
Questão 27	6	5	7	7	7	6	6	7	6	7	7	7	6	7

Tabela 5 – Respostas dos representantes dos laboratórios pesquisados (cont.)

	Av 71	Av 72	Av 73	Av 74	Av 75	Av 76	Av 77	Av 78	Av 79	Av 80	Av 81	Av 82	Av 83	Av 84
Questão 1	5	7	6	5	6	7	4	5	2	3	3	7	7	6
Questão 2	7	7	7	6	6	7	3	4	2	4	4	7	7	7
Questão 3	4	7	7	6	5	6	4	6	2	4	4	7	4	6
Questão 4	7	6	6	6	6	7	4	6	6	4	4	7	5	6
Questão 5	6	7	6	6	6	6	4	7	6	5	5	7	5	7
Questão 6	6	7	6	7	4	6	5	7	6	5	5	7	4	6
Questão 7	6	7	7	7	7	6	5	7	5	5	5	7	6	7
Questão 8	6	7	5	7	5	6	3	6	6	6	6	6	5	7
Questão 9	3	6	1	7	6	6	5	6	4	6	6	7	7	7
Questão 10	NA	NA	2	7	NA	NA	3	NA	NA	5	5	7	7	6
Questão 11	7	7	1	7	6	5	6	6	1	4	4	7	7	7
Questão 12	5	6	3	7	5	6	7	4	6	4	4	5	5	6
Questão 13	6	5	2	6	5	6	6	5	4	6	6	6	4	7
Questão 14	NA	NA	NA	NA	NA	5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Questão 15	NA	NA	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Questão 16	NA	NA	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Questão 17	NA	NA	NA	NA	NA	4	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Questão 18	NA	NA	NA	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Questão 19	NA	NA	NA	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Questão 20	NA	NA	NA	NA	NA	5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Questão 21	NA	NA	NA	NA	NA	2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Questão 22	NA	NA	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Questão 23	NA	NA	NA	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Questão 24	NA	NA	NA	NA	NA	6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Questão 25	NA	NA	NA	NA	NA	5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Questão 26	7	7	1	7	6	6	7	6	4	2	2	7	6	7
Questão 27	5	7	1	7	5	5	3	6	1	3	3	7	6	6

Tabela 5 – Respostas dos representantes dos laboratórios pesquisados (cont.)

	Av 85	Av 86	Av 87	Av 88	Av 89	Av 90	Av 91	Av 92	Av 93	Av 94	Av 95	Av 96	Av 97	Av 98
Questão 1	3	7	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	5	6
Questão 2	4	6	7	6	7	5	5	7	7	7	7	7	5	6
Questão 3	7	7	6	7	5	4	6	6	7	7	7	7	6	6
Questão 4	7	6	7	5	7	7	5	7	7	7	7	7	7	6
Questão 5	7	6	7	5	7	7	6	7	7	7	7	6	7	6
Questão 6	7	7	7	5	7	7	6	7	7	7	7	7	6	5
Questão 7	6	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6	7
Questão 8	7	7	7	5	7	6	6	7	7	7	7	6	6	6
Questão 9	7	2	2	6	7	5	5	7	5	2	3	2	6	2
Questão 10	NA	NA	6	NA	NA	5	6	NA	NA	NA	5	3	NA	NA
Questão 11	6	7	7	6	7	6	6	7	7	7	7	7	6	7
Questão 12	6	7	7	4	7	6	5	6	7	5	7	7	7	6
Questão 13	5	7	6	6	7	4	5	7	7	7	7	7	6	6
Questão 14	6	4	NA	6	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	7	6
Questão 15	5	1	NA	5	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	7	6
Questão 16	6	7	NA	6	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	6	6
Questão 17	1	4	NA	5	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	NA	6	2
Questão 18	5	4	NA	6	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	6	6
Questão 19	4	4	NA	6	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	6	6
Questão 20	4	5	NA	6	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	5	6
Questão 21	1	2	NA	6	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	NA	6	2
Questão 22	4	7	NA	6	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	6	6
Questão 23	3	7	NA	5	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	6	6
Questão 24	7	7	NA	6	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	5	6
Questão 25	4	7	NA	6	NA	NA	NA	7	NA	NA	NA	NA	6	6
Questão 26	3	7	7	6	7	6	5	7	7	7	7	6	5	5
Questão 27	4	7	7	5	3	6	6	7	7	7	7	7	6	6

Tabela 5 – Respostas dos representantes dos laboratórios pesquisados (cont.)

	Av 99	Av 100	Av 101	Av 102	Av 103	Av 104	Av 105
Questão 1	7	4	7	6	7	7	7
Questão 2	7	6	7	6	7	5	7
Questão 3	7	4	7	7	7	6	7
Questão 4	6	6	7	7	6	7	7
Questão 5	7	6	7	7	6	7	7
Questão 6	6	6	7	7	6	7	7
Questão 7	6	6	7	7	6	7	7
Questão 8	4	6	7	7	4	6	7
Questão 9	6	6	2	6	5	5	3
Questão 10	6	NA	7	NA	NA	NA	NA
Questão 11	6	4	7	6	7	7	7
Questão 12	6	6	7	6	6	6	7
Questão 13	7	6	7	5	5	6	7
Questão 14	NA	NA	NA	6	2	5	NA
Questão 15	NA	NA	NA	1	2	2	NA
Questão 16	NA	NA	NA	3	1	6	NA
Questão 17	NA	NA	NA	4	7	2	NA
Questão 18	NA	NA	NA	2	1	4	NA
Questão 19	NA	NA	NA	4	2	5	NA
Questão 20	NA	NA	NA	2	5	5	NA
Questão 21	NA	NA	NA	4	3	5	NA
Questão 22	NA	NA	NA	6	5	6	NA
Questão 23	NA	NA	NA	5	6	6	NA
Questão 24	NA	NA	NA	6	7	7	NA
Questão 25	NA	NA	NA	6	6	5	NA
Questão 26	7	6	7	5	4	6	7
Questão 27	6	6	7	5	7	7	7

NA Não se aplica

Os resultados descritos na tabela 5 foram convertidos em números NFT segundo a seguinte lógica:

- Resposta 1 (Péssimo) - Grupo *Fuzzy* 1 definido pelo limite inferior igual a 1, ponto central igual a 1 e limite superior igual a 2.
- Resposta 2 (Muito Ruim) - Grupo *Fuzzy* 1 definido pelo limite inferior igual a 1, ponto central igual a 1 e limite superior igual a 2
- Resposta 3 (Ruim) - Grupo *Fuzzy* 1 definido pelo limite inferior igual a 1, ponto central igual a 1 e limite superior igual a 2.
- Resposta 4 (Indiferente) - Grupo *Fuzzy* 1 definido pelo limite inferior igual a 1, ponto central igual a 1 e limite superior igual a 2.
- Resposta 5 (Bom) - Grupo *Fuzzy* 1 definido pelo limite inferior igual a 1, ponto central igual a 1 e limite superior igual a 2.
- Resposta 6 (Muito Bom) - Grupo *Fuzzy* 1 definido pelo limite inferior igual a 1, ponto central igual a 1 e limite superior igual a 2.
- Resposta 7 (Ótimo) - Grupo *Fuzzy* 1 definido pelo limite inferior igual a 1, ponto central igual a 1 e limite superior igual a 2.

Uma vez realizada a conversão das respostas obtidas na pesquisa (tabela 4) para números *fuzzy* triangulares, foi calculada a média de cada uma das 105 avaliações obtidas para as 27 perguntas realizadas. Na tabela 6 é apresentado os resultados das 27 médias obtidas.

Tabela 6 - Média dos 105 números *fuzzy* para as perguntas realizadas.

Perguntas	Limite Inferior	Ponto Central	Limite Superior
Pergunta 1	5,1	6,1	6,6
Pergunta 2	4,9	5,9	6,6
Pergunta 3	4,8	5,8	6,4
Pergunta 4	5,3	6,3	6,8
Pergunta 5	5,4	6,4	6,9
Pergunta 6	5,3	6,3	6,9
Pergunta 7	5,5	6,5	6,9

Pergunta 8	5,0	6,0	6,6
Pergunta 9	4,6	5,6	6,2
Pergunta 10	2,1	3,1	4,0
Pergunta 11	5,2	6,2	6,6
Pergunta 12	5,0	6,0	6,6
Pergunta 13	5,1	6,1	6,6
Pergunta 14	2,2	3,2	4,0
Pergunta 15	2,1	3,0	3,8
Pergunta 16	2,3	3,3	4,1
Pergunta 17	1,3	2,3	3,2
Pergunta 18	2,3	3,3	4,1
Pergunta 19	2,2	3,1	3,9
Pergunta 20	2,0	3,0	3,9
Pergunta 21	0,9	1,8	2,7
Pergunta 22	2,6	3,6	4,4
Pergunta 23	2,6	3,6	4,3
Pergunta 24	2,6	3,6	4,4
Pergunta 25	2,7	3,7	4,4
Pergunta 26	5,3	6,3	6,8
Pergunta 27	5,2	6,2	6,6

Com base nas informações descritas na tabela 2 é possível converter os números *fuzzy* da tabela 6 novamente em atributos de qualidade. Assim, na opinião dos pesquisados pode-se fazer as seguintes afirmações.

São consideradas muito boas:

- A comunicação entre a gerência da qualidade e os técnicos de bancada.
- A adequação das atribuições de tarefas com a formação profissional.
- A motivação no trabalho.
- As instalações para realização das atividades de acordo com os procedimentos documentados.

- As condições ambientais para realização das atividades de acordo com os procedimentos documentados.
- Os equipamentos para uso nas atividades de acordo com os procedimentos documentados.
- O nível de confiabilidade dos resultados obtidos nos ensaios e/ou calibrações.
- Os critérios para aquisição de insumos que abastecem o laboratório.
- O comprometimento da gerência do laboratório com a gestão da qualidade.
- As condições financeiras para realização das atividades.
- Os recursos utilizados pela gestão da qualidade.
- O grau de esforço de todos para manter a acreditação.
- As opiniões de cada colaborador para resolução dos problemas do laboratório.

São considerados de bom para muito bom

- As auditorias internas na identificação de problemas nos ensaios e/ou calibrações.

São considerados ruins

- A incorporação das orientações de consultorias técnicas.
- A qualidade do laboratório antes da acreditação.
- Os mecanismos para avaliação da qualidade antes da acreditação.
- Os procedimentos de monitoramento de calibração dos equipamentos e controle dos procedimentos antes da acreditação.
- O nível de envolvimento de todos os colaboradores (gerência, gestores e técnicos de bancada) na qualidade antes da acreditação.
- O nível de comunicação entre os técnicos de bancada e o setor de Controle da Qualidade antes da acreditação.
- A qualidade dos treinamentos dos colaboradores antes da acreditação.

São considerados de ruim para muito ruim

- O nível de envolvimento de todos os colaboradores (gerência, gestores e técnicos de bancada) na qualidade após a acreditação.
- O nível de comunicação entre os técnicos de bancada e o setor de Controle da Qualidade após a acreditação.
- A adequação dos treinamentos com os colaboradores após a acreditação.
- A relação da qualidade presente em relação antes da acreditação.

São considerados muito ruins

- A necessidade de retrabalho nos ensaios e/ou calibrações antes da acreditação.
- A necessidade de retrabalho nos ensaios e/ou calibrações após a acreditação.

4.4. Considerações finais

Neste capítulo foi descrito o planejamento da pesquisa que foi realizada junto a colaboradores dos laboratórios de ensaio e/ou calibração pesquisados. Os resultados obtidos são aplicados ao modelo para melhoria contínua da qualidade de laboratórios de ensaio e calibração que será apresentado no próximo capítulo.

5

Orientações para a melhoria contínua da qualidade de laboratórios de ensaio e calibração

Um Procedimento Operacional Padrão (POP) é um documento essencial em qualquer empresa que busca padronizar e otimizar suas operações. Funcionando como um manual descritivo, ele oferece um roteiro detalhado das tarefas a serem executadas, seguindo um passo a passo padronizado. A implementação do POP segue três etapas cruciais: elaboração, treinamento e supervisão, cada uma delas desempenhando um papel fundamental no estabelecimento e manutenção dos procedimentos.

Uma característica importante a ser incluída no POP são os itens "Resultados Esperados" e "Ações Corretivas", que ajudam a garantir que as operações estejam alinhadas com os objetivos da empresa e que medidas corretivas sejam tomadas quando necessário. As vantagens de adotar o POP são diversas e abrangentes. Além de minimizar erros e variações nos processos, ele também contribui para a identificação de problemas e otimização das operações, reduzindo desperdícios e custos.

Outro aspecto relevante é a segurança, tanto dos colaboradores quanto do meio ambiente, que é assegurada através da padronização e documentação dos procedimentos. Além disso, o POP facilita o treinamento de novos profissionais e equipes, garantindo uma transição suave em caso de substituição de funcionários.

A necessidade de um POP pode surgir de diversas situações, desde a observação de falhas durante a execução de processos até a busca por uma maior eficiência e qualidade nos resultados da empresa. Processos realizados sem um POP tendem a demandar supervisão constante e estão mais suscetíveis a erros, tornando a padronização e documentação essenciais para o bom funcionamento das operações.

Existem diferentes tipos de POP, desde os fundamentais que servem como modelos para outros procedimentos, até os específicos da área de segurança, que descrevem as

ações a serem tomadas em situações de emergência. Independentemente do tipo, o objetivo é o mesmo: garantir a consistência e qualidade das operações.

A elaboração de um POP segue um processo bem definido, que inclui a determinação dos processos e atividades a serem documentadas, a descrição detalhada das etapas da tarefa, a aprovação e emissão do documento, o treinamento dos colaboradores e a garantia da operação, além da necessidade de revisão e atualização periódica do POP.

O SGQ desempenha um papel fundamental na implementação e manutenção dos POPs, garantindo que todas as atividades estejam alinhadas com os objetivos e padrões de qualidade da empresa. É importante destacar que os POPs não devem ser simplesmente copiados de livros ou outras organizações, mas sim adaptados e personalizados de acordo com as necessidades e características específicas de cada empresa.

Em suma, os Procedimentos Operacionais Padronizados são uma ferramenta essencial para garantir a consistência, qualidade e segurança das operações de uma empresa. Ao padronizar e documentar os processos, as empresas podem minimizar erros, reduzir custos e garantir a eficiência e eficácia de suas operações.

5.1.

Modelo proposto

O modelo (POP) para a melhoria contínua da qualidade dos laboratórios de ensaio e calibração acreditados combinando as ferramentas *Lean Six Sigma* e *Kaizen*, visando alcançar maior eficiência e qualidade nos processos. Esse procedimento começa com a identificação da maturidade dos mesmos, por meio de processos de autoavaliações conduzidas no formato de entrevistas ou questionários e baseados nas dimensões definidas à luz dos requisitos da ABNT NBR ISO 17025:2017 e apresentadas no quadro 8, capítulo 4.

O procedimento operacional padrão (POP) proposto nessa dissertação será detalhado nas seções a seguir, e pode ser compreendido como uma sequência de ações apresentadas na figura 14.

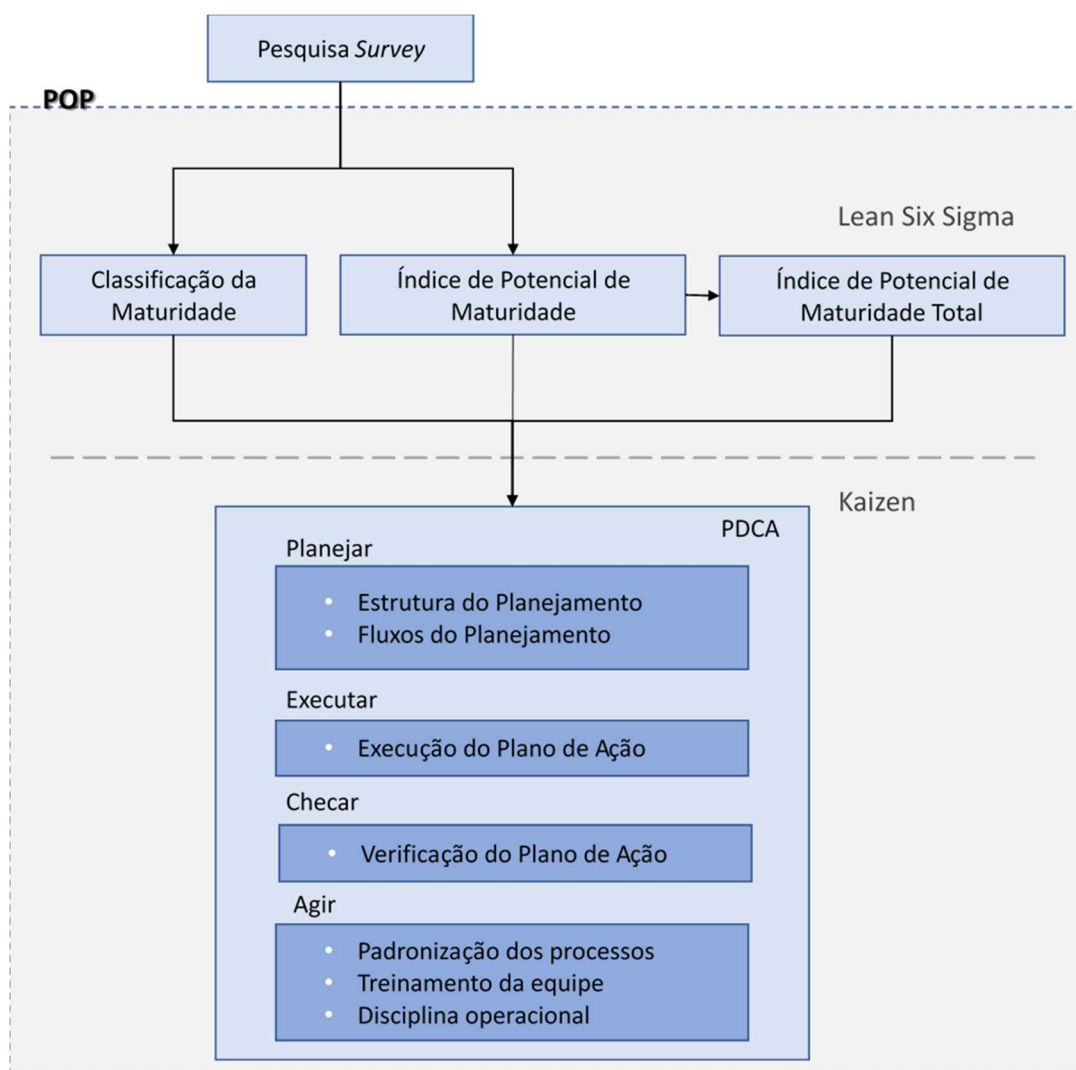


Figura 14 – Diagrama do procedimento operacional padrão desenvolvido.

5.1.1 Maturidade

A maturidade de um processo ou de uma empresa é uma avaliação do desempenho organizacional, que examina se a estratégia, estrutura, sistemas, processos e outros componentes funcionais estão alinhados ou próximos o suficiente para alcançar os objetivos institucionais. Esse conceito tem suas raízes na Gestão da Qualidade Total (GQT) e é aplicado em diversas áreas, com diferentes definições e modelos, incluindo maturidade individual, profissional, do mercado, da equipe, do processo, do projeto e a maturidade organizacional (Regis, 2015).

Neste trabalho, foram avaliadas a maturidade associada ao requisito pessoal (maturidade individual, profissional e da equipe), ao requisito Instalações e condições ambientais (maturidade organizacional), ao requisito Equipamentos (maturidade do

processo), requisito Ensaio e/ou Calibração (maturidade de processo) e por fim o requisito Sistema de gestão (maturidade organizacional, de instalações e condições ambientais).

Ao realizar uma análise de maturidade, os laboratórios podem avaliar seu atual estágio de desenvolvimento em relação aos requisitos de qualidade, eficiência e desempenho. Com base nessa avaliação, podem ser identificadas as áreas de melhoria e oportunidades para implementar uma ferramenta que auxilie na melhoria contínua da qualidade.

Normalmente uma análise de maturidade utiliza o modelo de CMMI (*Capability Maturity Model Integration*). Este normalmente é representado com 5 níveis de maturidade. Entretanto, não é incomum que escalas com um número menor de níveis sejam apresentadas. Essa redução nos níveis é feita visando a simplificação do modelo, permitindo maior facilidade na compreensão e implementação dos conceitos de maturidade nos processos. Nesta dissertação foram utilizados 4 níveis de maturidade distribuídos entre 1 a 4, como mostrado a seguir.

Nível 1 - Não implementada: Se caracteriza por ter processos não estruturado e mal controlados. Neste estágio, as organizações são inconsistentes e raramente oferecem serviços de qualidade.

Nível 2 - Parcialmente implementada: Começa a apresentar uma preocupação com uma estrutura básica de gestão (planejamento e rastreamento), de forma a garantir maior estabilidade e controle aos processos. Estágio caracterizado por ser um estágio inicial de maturidade.

Nível 3 - Largamente implementada: Neste nível os processos são bem definidos e documentados, apresentando um compromisso organizacional, padronizado e repetível. Propostas de melhorias contínuas são incentivadas, encontrando-se assim, em um estágio avançado de maturidade.

Nível 4 - Plenamente implementada: Nível caracterizado por uma capacidade de quantificar e medir a performance dos processos, através de métricas de avaliação e controle da qualidade. Gestão fortemente baseada em dados.

Em alguns casos, o nível de maturidade de um processo é dependente da conclusão satisfatória de níveis anteriores, o que acaba não impactando na determinação do seu nível, mas sim no alcance dos patamares mais elevados de maturidade como todo. Outra questão que pode influenciar é a sua complexidade, ou seja, quanto mais complexo é um processo, maior é o desafio para se atingir níveis mais altos do construto.

Na avaliação da maturidade é necessário considerar tanto os requisitos do processo em questão, quanto as dimensões relativas aos requisitos (quadro 8). Dessa forma, a maturidade pode ser definida globalmente (considerando todas os requisitos) ou parcialmente, ou seja, maturidade de cada requisito segundo as suas diferentes dimensões. De maneira geral, as dimensões de um processo podem ser classificadas como: (i) dimensão de estratégia, (ii) de estrutura, (iii) de decisões, (iv) de equipe, (v) de sistema, (vi) de controle, (vii) de remuneração e (viii) recursos humanos. Essas dimensões abrangem tanto o ambiente externo (concorrência e clientes) quanto o ambiente interno (estrutura, sistema, processos e outros). Uma vantagem significativa dessa abordagem é a capacidade de avaliar individualmente cada área do processo, atribuindo-lhes um nível de maturidade específico. Isso possibilita o reconhecimento de que determinadas áreas do processo podem alcançar um nível mais elevado de maturidade, mesmo que a organização como um todo esteja em um nível global de maturidade mais baixo (Regis, 2015).

A avaliação da maturidade é então determinada por meio de três etapas. A primeira etapa envolve a mensuração da **Classificação de Maturidade (CM)**. Em seguida, o **Índice Potencial de Maturidade (IPM)**, fundamentado no modelo de Follmann (2012), pode ser calculado. Por fim, é calculado o **Índice Potencial de Maturidade Total (IPM Total)** do processo.

De acordo com Jesus & Torres (2014) a Classificação de Maturidade (CM) da organização é determinada com base nas respostas fornecidas, sendo derivado da moda das respostas obtidas.

Neste trabalho analisou-se os principais pilares para promover a confiança na operação de laboratórios de ensaio e calibração acreditados, estabelecendo cinco requisitos do processo. Em seguida, foi realizado um estudo detalhado de cada requisito, descrito no item 4.4, para identificar as dimensões necessárias que indicam seu total desenvolvimento. Essa abordagem permitiu uma análise mais pragmática de cada requisito, tornando a avaliação mais estruturada e objetiva. O resultado da classificação de Maturidade (obtida através da análise das respostas referente a pesquisa *survey* apresentada no capítulo 4) pode ser vista na tabela 7.

Tabela 7 – Avaliação do atendimento aos requisitos dos LECA

Requisitos	Dimensões	Nível de Maturidade			
		Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Pessoal	Comunicação	3	13	42	47
	Competência	1	9	49	46
	Motivação	4	19	43	39
Instalações e Condições Ambientais	Qualidade das instalações	1	4	47	53
	Qualidade das condições ambientais	1	4	42	58
Equipamentos	Adequação às atividades	0	6	47	52
Ensaio e/ou Calibração	Segurança dos resultados	0	4	31	70
Sistema de Gestão	Auditorias internas	13	14	44	34
	Aquisição de insumos	0	12	49	44
	Administração de recursos	2	12	52	39
	Avaliação da qualidade	9	4	10	15
	Comprometimento da gerência	4	8	33	60
	Condições financeiras	1	12	52	40
	Envolvimento de todos os colaboradores após a acreditação	1	2	21	14
	Qualidade dos insumos	0	12	49	44
	Qualidade dos laboratórios após acreditação	2	7	20	9
	Retrabalho após acreditação	8	6	17	7
	Treinamento após acreditação	1	3	17	17

Para os cálculos dos índices de maturidade, são utilizadas apenas as avaliações do atendimento aos requisitos, ou seja, os valores das dimensões de cada requisitos foram somados de acordo com o nível simplificando o processo e garantindo sua fácil replicabilidade, como pode ser visto na tabela 8.

Tabela 8– Soma das avaliações por dimensão

Requisitos	Níveis de Maturidade			
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Pessoal	8	41	134	132
Instalações e condições ambientais	2	8	89	111
Equipamentos	0	6	47	52
Ensaio e/ou Calibração	0	4	31	70
Sistema de Gestão	28	92	364	323

Assim o Nível de Maturidade (CM) fica definido ao se fazer a moda, por requisito, sendo apresentado no quadro 11.

Quadro 11 – Classificação de Maturidade dos laboratórios de ensaio e calibração analisados.

Requisitos	Níveis de Maturidade			
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Pessoal			x	
Instalações e condições ambientais				x
Equipamentos				x
Ensaio e/ou Calibração				x
Sistema de Gestão			x	

Já Índice de Potencial de Maturidade (IPM), fundamentado nos estudos de Follmann (2012), avalia quantos níveis ainda precisam ser alcançados até que a maturidade máxima seja atingida (Nível 4 neste trabalho). Se N é a soma de todas as avaliações conferidas aos níveis de 1 até o 3 (pesquisa *survey*), então o IPM fica definido pela equação 1:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{npm3 \cdot 3 + npm2 \cdot 2 + npm1 \cdot 1}{3 \cdot N} \right) \right] \times 100 \quad (1)$$

onde:

- $npm3 = 3$ níveis para a maturidade 4;
- $npm2 = 2$ níveis para a maturidade 4;
- $npm1 = 1$ nível para a maturidade 4.

Para o requisito 1 (“Pessoal”), o cálculo do IPM ficaria da seguinte forma:

$$IPM_{Pessoal} = \left[1 - \left(\frac{8 \cdot 3 + 41 \cdot 2 + 134 \cdot 1}{3 \cdot 183} \right) \right] \times 100$$

$$IPM_{Pessoal} = \left[1 - \left(\frac{240}{549} \right) \right] \cdot 100$$

$$IPM_{Pessoal} = 56,2 \%$$

Os IPMs dos demais requisitos do processo foram analogamente calculados e estão descritos na tabela 9.

Tabela 9 – Cálculo do IPM obtido com a avaliação da pesquisa *survey*.

Requisitos	Distância ao Nível 4			Soma das avaliações	IPM [%]
	3	2	1		
Pessoal	8	41	134	183	56,2
Instalações e condições ambientais	2	8	89	99	62,6
Equipamentos	0	6	47	53	62,8
Ensaio e/ou Calibração	0	4	31	35	62,8
Sistema de Gestão	28	92	364	484	56,4

O IPM é o índice que indica o percentual associado a maturidade máxima (nível 4) que cada requisito apresenta. Em outras palavras, o resultado do IPM ajuda a identificar quais requisitos do processo precisam de melhorias ou atenção adicional. Assim, o requisito 1 (“Pessoal”), por ter uma pontuação mais baixa, é o que apresenta maior distanciamento ao Nível 4, e consequentemente necessita de um maior tempo e esforço financeiro. Em contrapartida, os requisitos 3 e 4 (“Equipamentos” e “Ensaio e/ou Calibração”) aparecem mais próximos à maturidade, ambos com 62,8 %. É interessante observar que o IPM complementa a informação obtida do CM visto que requisitos que obtiveram mesma classificação de maturidade podem apresentar diferente distanciamentos da maturidade máxima.

Após calcular os IPM para cada requisito, é possível determinar o Índice do Potencial de Maturidade Total por meio de uma média, conforme a equação 2:

$$IPM\ Total = \frac{\sum IPM}{\sum requisitos} = 60,2\ \% \quad (2)$$

Caso algum requisito tenha maior importância sobre os outros, pode-se ainda atribuir pesos e, nesse caso, o IPM Total seria calculado por uma média ponderada.

A partir dessa análise de maturidade e da identificação do requisito com menor IPM, a aplicação do Kaizen será direcionada para o requisito número 1 ou requisito Pessoal.

5.1.2

Aplicação do Kaizen Administrativo

Após a identificação do Nível de Maturidade (por requisitos) do laboratório, é aplicado a ferramenta Kaizen. Como foi visto anteriormente (capítulo 2), existem 4 tipos de Kaizen: Kaizen Administrativo, Kaizen Produtivo, Kaizen de Troca e Kaizen

Logístico. Entretanto, uma vez que o interesse da presente pesquisa se pauta na melhoria contínua da qualidade, o Kaizen que será empregado é o Kaizen Administrativo. Dessa forma são realizadas as 4 fases do ciclo PDCA: em português “Planejar”, “Executar”, “Checar” e “Agir” (Nascimento & Fuzatto, 2020).

A fase de “Planejamento” é composta de duas partes: estrutura do planejamento e fluxos do planejamento. Na estrutura do planejamento são definidos os objetivos do evento Kaizen, priorizando o atendimento aos requisitos que obtiveram menor ranqueamento durante a avaliação do grau de maturidade (escopo das atividades). Nessa fase também é definida a equipe envolvida, a liderança designada, tempo de duração e o cronograma das atividades. Um exemplo da estrutura do planejamento de um laboratório de ensaio e calibração poderia ser representada como apresentado no quadro 12.

Quadro 12– Exemplo da estrutura do planejamento Kaizen aplicado a um LECA

Kaizen "Laboratório de ensaio e calibração"	Objetivo: Aumentar a motivação e satisfação no trabalho
	Escopo: Elevar o nível de maturidade do requisito Pessoal
	Tamanho da equipe: de 3 a 6 pessoas
	Liderança: Gerente de laboratório
	Tempo de evento: 2 dias
	Cronograma: data de início e fim do evento Kaizen

Cada uma dessas escolhas (quadro 12) deve ser tomada com base na análise detalhada dos processos realizados no laboratório, e que precisam de melhoramentos (e.g. recepção de amostras, análise físico-química entre outros). É recomendável compor a equipe garantindo uma formação multidisciplinar, incluindo membros de todas as etapas dos processos do laboratório.

Já o fluxo do planejamento é construído com o desenvolvimento de fluxogramas denominados macrofluxos e microfluxos e sua posterior análise (análise dos fluxos). O macrofluxo serve para identificar os passos que não agregam valor, enquanto os

microfluxos detalham os diferentes processos do laboratório. No presente trabalho são avaliados somente os microfluxos que são impactados negativamente pelos requisitos avaliados com menor maturidade, como será visto mais adiante nesta seção.

A seguir é detalhado a construção de um macrofluxo com o planejamento de todas as atividades relativas aos processos do laboratório.

Inicialmente, são conduzidas uma série de reuniões (pelo “Líder Kaizen”) com membros da equipe Kaizen formada, de forma a permitir que todos tenham uma visão completa das diferentes etapas envolvidas nos processos do laboratório de ensaio e calibração. Essas reuniões tem o objetivo de aprimorar a comunicação entre os colaboradores e a alta gerência auxiliando a execução das atividades de rotina.

A seguir são identificadas as 9 etapas comumente relacionadas aos processos de um laboratório de ensaio e calibração (Referência):

Etapa 1 (contato inicial do cliente): O cliente entra em contato pessoalmente, por meio do site, telefone ou internet.

Etapa 2 (recepção da solicitação): O recepcionista administrativo analisa a solicitação, elabora e encaminha o orçamento ao cliente.

Etapa 3 (análise do orçamento): O cliente aceita ou não o orçamento proposto.

Etapa 4 (envio ou coleta de amostras e/ou equipamentos): O cliente envia as amostras e/ou equipamentos ou o coletor do laboratório recolhe os mesmos.

Etapa 5 (recepção de amostras e/ou equipamentos): O laboratório recebe as amostras e/ou equipamentos enviados pelo cliente. Em seguida o(a) recepcionista de amostras confere o material recebido e as amostras são descritas e registradas no sistema do laboratório, recebendo um código específico.

Etapa 6 (separação por atividade e distribuição interna): As amostras e/ou equipamentos são separados de acordo com a atividade a ser realizada (ensaio, calibração ou amostragem) e as amostras são distribuídas para os setores responsáveis por cada atividade.

Etapa 7 (realização das atividades): As atividades de ensaio e/ou calibração são realizadas.

Etapa 8 (inclusão de resultados no sistema): O colaborador responsável pela realização da atividade incluirá os resultados no sistema.

Etapa 9 (emissão de relatório e envio ao cliente): É emitido o relatório correspondente à atividade realizada e o mesmo é enviado ao cliente para sua avaliação.

Essas etapas são usadas para representar o macrofluxo relativo ao requisito do laboratório com avaliação de nível de maturidade ruim (figura 15).

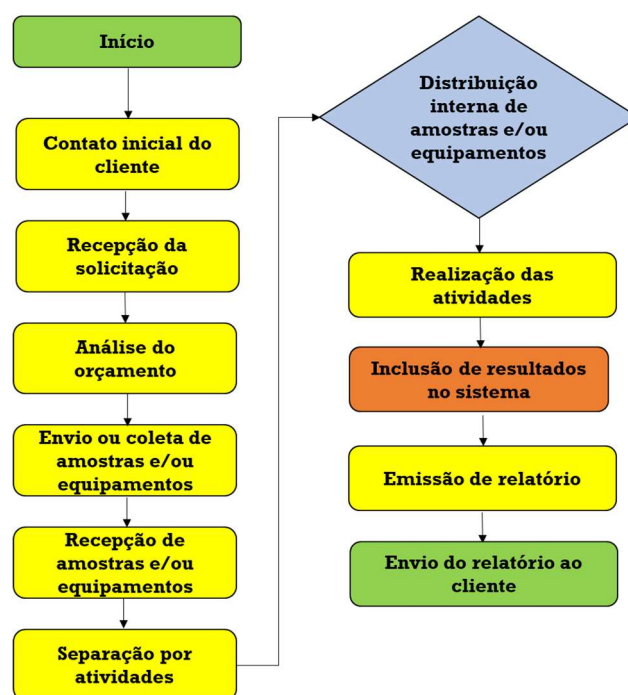


Figura 15 – Macrofluxo padrão das 9 etapas comumente relacionadas aos processos de um laboratório de ensaio e calibração.

Uma vez construído o macrofluxo, é realizado um detalhamento da análise através do desenvolvimento do microfluxo, o qual ajuda a registrar minuciosamente as etapas de um processo, tornando as melhorias nos processos administrativos mais visíveis e compreensíveis.

É importante observar que nem todas as etapas são influenciadas pelos 5 requisitos. A relação de etapas que são impactadas por cada um dos requisitos pode ser observada no quadro 13.

Quadro 13 – Relação de impacto entre requisitos e etapas.

Etapas impactadas por requisito	
Requisito 1 - Pessoal	Todas as etapas
Requisito 2 - Instalações e condições ambientais	Etapas 5 e 7
Requisito 3 - Equipamentos	Etapas 5 e 7
Requisito 4 - Ensaio e/ou calibração	Etapa 7
Requisito 5 - Sistema de Gestão	Todas as etapas

Uma vez que cada microfluxo está relacionada a uma ou mais das 9 etapas (quadro 13), e considerando que o requisito “pessoal” foi identificado sendo o menor nível de maturidade, os microfluxos de 1 a 9 serão detalhados nas figuras de 16 à 24.

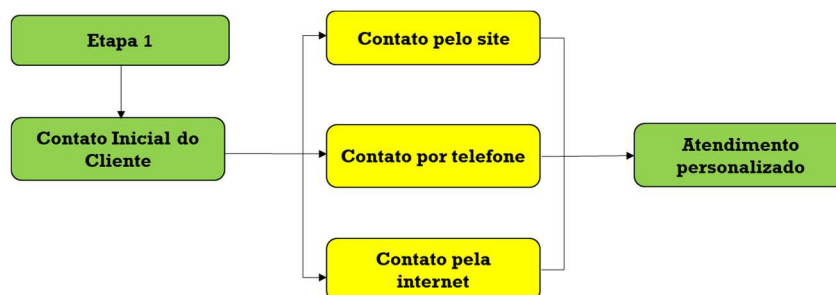


Figura 16 – Microfluxo do “Contato Inicial do Cliente”

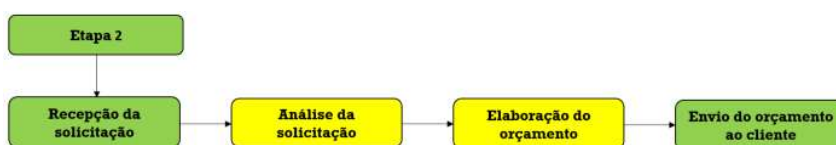


Figura 17– Microfluxo do “Recepção da solicitação”

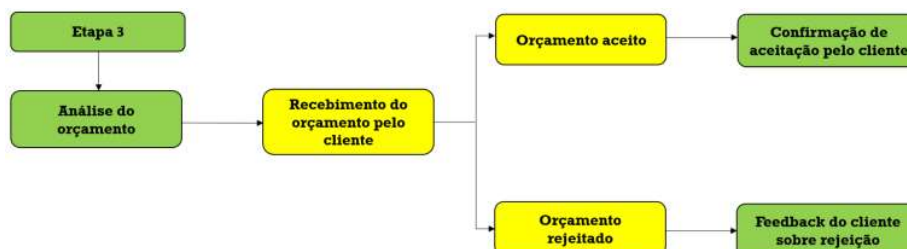


Figura 18 – Microfluxo do “Análise do orçamento”

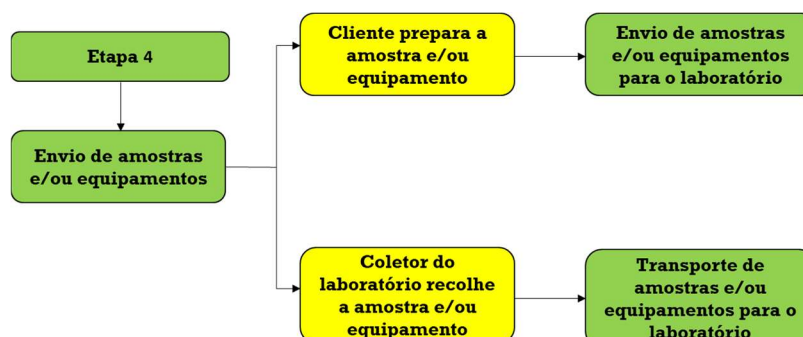


Figura 19 – Microfluxo do “Envio de amostras e/ou equipamentos”

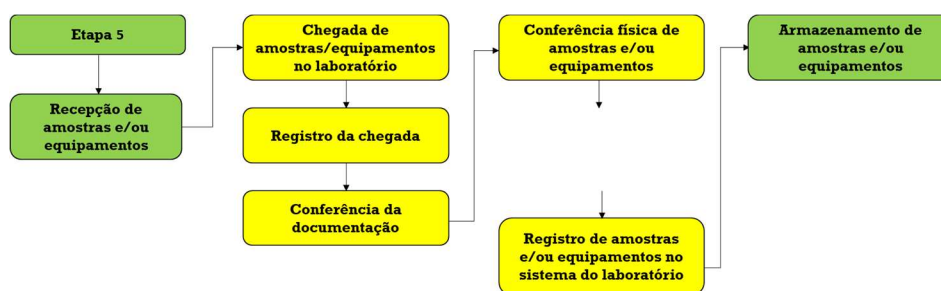


Figura 20 – Microfluxo do “Recepção de amostras e/ou equipamentos”

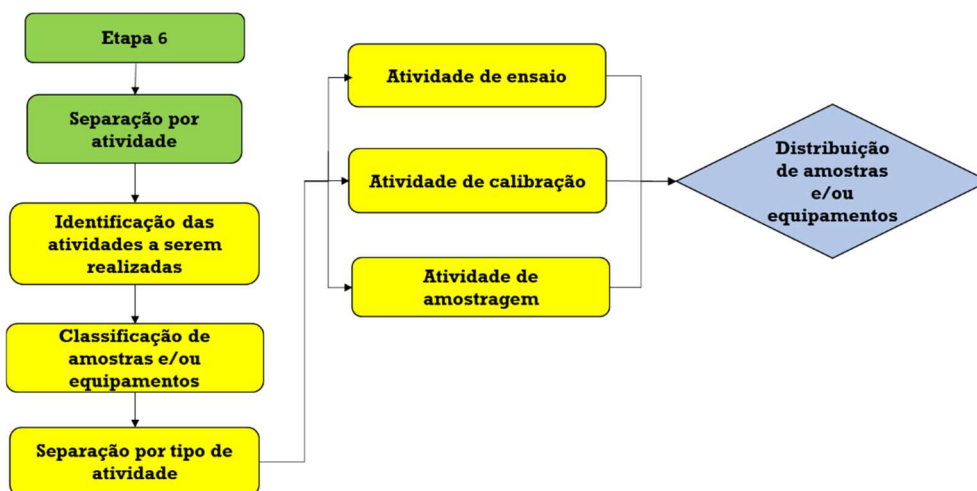


Figura 21 – Microfluxo do “Separação por atividade”

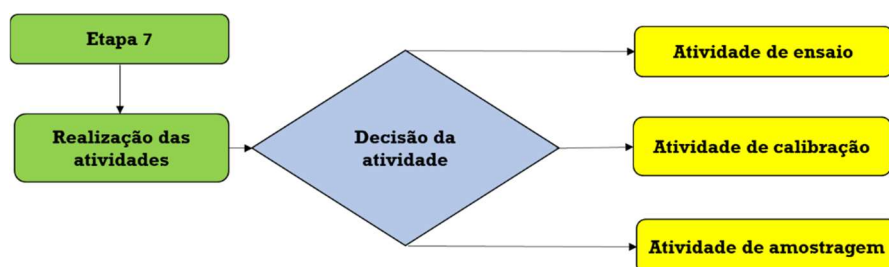


Figura 22 – Microfluxo do “Realização das atividades”



Figura 23 – Microfluxo do “Inclusão de resultados no sistema”



Figura 24 – Microfluxo do “Emissão de relatório”

Por fim é realizada a análise dos microfluxos, examinando todos os passos organizados e suas interações à luz do requisito do laboratório identificado (nível de maturidade que precisa melhorar). Essa análise leva em consideração informações como a quantidade total de passos (dentro de cada microfluxo), a quantidade de passos que agregam valor, a quantidade de passos que não agregam valor mas são necessários, e a quantidade de decisões que transformam o produto ou o serviço. Nesta análise, é importante questionar (Nascimento & Fuzatto, 2020):

- Existem espaços que não agregam valor e podem ser eliminados sem comprometer a qualidade?

Essa análise profunda é fundamental para identificar melhorias no processo. No entanto, se houver atividades que agregam valor, elas não devem ser o foco da análise, pois são importantes para o cliente e não podem ser eliminadas.

A partir das observações feitas durante a elaboração dos microfluxos, diversas melhorias podem ser identificadas. Essas ideias devem ser priorizadas usando uma matriz de impacto, tendo as ideias com maior impacto, organizadas em um plano de ação.

Após a fase de planejamento ser realizado é implementa a fase de Execução (do ciclo PDCA). Nessa fase, a equipe *Kaizen* se ocupa em levantar e implementar ideias de melhoria do plano de ação obtidas com base nas observações feitas durante a elaboração do microfluxo. Neste trabalho também foram consideradas os comentários das respostas das perguntas objetivas realizadas com os colaboradores dos laboratórios de ensaio e /ou calibração. Essas respostas, juntamente com a análise do microfluxo, permitiram a descrição de 12 propostas de melhorias a serem avaliadas.

1. Melhoria no planejamento do programa de calibração.
2. Planejamento financeiro para calibração de equipamentos.

3. Revisão dos procedimentos.
4. Treinamento dos colaboradores.
5. Planejamento de compra dos insumos de acordo com o estoque mínimo.
6. Reuniões para melhorar comunicação técnica.
7. Direcionamento de recursos para modernização.
8. Manutenção dos equipamentos.
9. Implementar a digitalização dos procedimentos.
10. Promover melhorias no espaço físico.
11. Avaliar o preço e a qualidade dos insumos para compra.
12. Melhorar o controle de rastreabilidade dos insumos.

Em um momento posterior as mesmas foram priorizadas usando uma matriz de impacto, classificando cada proposta de acordo com o seu impacto positivo na qualidade dos laboratórios e sua dificuldade de implementação.

Na figura 25, é apresentada a Matriz de Impacto das propostas levantadas anteriormente.

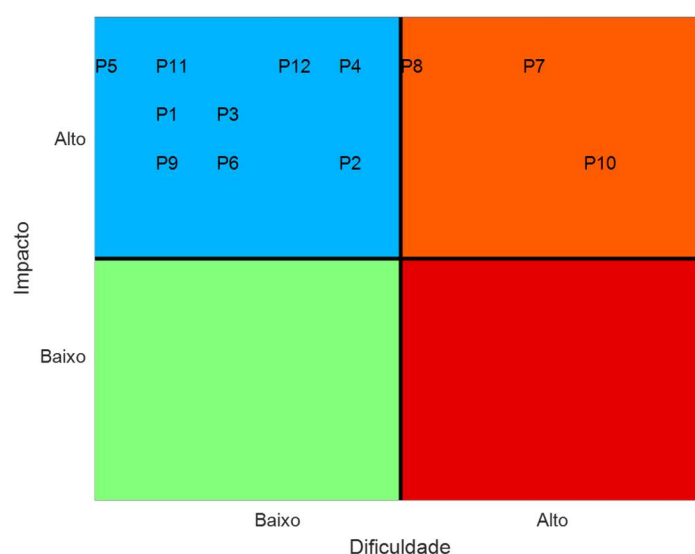


Figura 25 – Matriz de impacto das 12 propostas (de P1 até P12) de melhorias apresentadas.

Beth comentou: P8 está quase saindo do nível alto de dificuldade e pode ser uma demanda convencional de auditoria (não sei) que precisa ser atendida. Ou caso não seja, é um aspecto relevante para garantia do fluxo de trabalho que, se não considerada pode impactar no andamento dos processos ou na confiabilidade dos resultados fornecidos pelo laboratório...

As propostas 7 e 10 foram classificadas de baixa prioridade, visto que mesmo representando um alto impacto na melhoria da qualidade, elas foram consideradas de alta dificuldade de implementação. Em situação ligeiramente diferente a proposta 8, está no limite entre baixa e alta dificuldade, podendo ser considerada a sua implementação. Já as demais propostas (1 a 6, 9, 11 e 12) foram claramente classificadas como alta prioridade já que são de fácil implementação e podem proporcionar uma melhoria nos processos, garantindo um aumento na qualidade.

Nesse processo, é importante envolver todos os membros da equipe para a identificação de oportunidades de melhoria e na implementação das soluções propostas (Nascimento & Fuzatto, 2020).

Após a execução dessas ações de melhoria (plano de ação), cada microfluxo deve ser reestruturado, removendo as tarefas que foram eliminadas para facilitar a visualização das melhorias realizadas.

Já na fase de “Checagem”, é crucial verificar se as ações de melhoria estão produzindo os resultados desejados, acompanhando o plano de ação realizado na fase anterior. Isso envolve monitorar o progresso das ações ao longo de alguns meses para avaliar se estão estabilizados e se atingiram o objetivo proposto. Essa avaliação deve ser feita por meio da coleta de dados, proporcionarão que ajustes possam ser feitos conforme necessário, para garantir que as melhorias sejam eficazes (Nascimento & Fuzatto, 2020).

Avaliar os resultados de um evento *Kaizen* demanda acompanhamento constante por parte do líder, que deve supervisionar a execução das ações propostas no plano de ação e estar aberto a ajustes conforme necessário, a fim de garantir sua realização efetiva. Essa verificação pode ocorrer por meio de visitas ao local, consulta à opinião dos colaboradores envolvidos e registro de seus comentários para orientar a próxima etapa do ciclo PDCA *Kaizen*.

Uma vez atingido o objetivo, sugere-se que as inspeções sejam repetidas de forma trimestral, priorizando duas ou três ações de maior impacto. A inclusão de colaboradores de diferentes perfis, como gerencial e operacional, agrega visibilidade e comprometimento, auxiliando na melhoria contínua da qualidade.

Por fim, na fase de “Agir”, é fundamental garantir que os resultados alcançados sejam sustentados ao longo do tempo. Isso pode ser feito (i) com a padronização dos novos processos, (ii) com o treinamento da equipe e (iii) com a manutenção de uma disciplina operacional rigorosa (Nascimento & Fuzatto, 2020).

Isso envolve a elaboração e revisão de procedimentos para a gestão de mudanças, além do treinamento dos colaboradores para garantir que compreendam os procedimentos atualizados e aprovados. Pequenas adaptações no processo também são cruciais.

As ações fundamentais para sustentar as melhorias, conforme definido por Nascimento & Fuzatto (2020), incluem:

- Procedimentar: Revisar e elaborar procedimentos de forma a torná-los compreensíveis para todos, exigindo o mínimo de explicações adicionais.
- Treinar: Após revisar, elaborar, atualizar e aprovar os procedimentos, é crucial realizar um treinamento final com os colaboradores para informá-los sobre as mudanças a serem implementadas.
- Realizar Pequenas Adequações: Caso as ações implementadas não apresentem os resultados esperados, ou efetivos, é necessário efetuar ajustes, em colaboração com os envolvidos no processo, compreendendo as principais causas das falhas na implementação ou por que os resultados não alcançaram as metas desejadas.

Sustentar as melhorias implementadas é frequentemente considerado um dos estágios mais desafiadores do processo, pois os recursos já foram alocados e é crucial visualizar resultados positivos e duradouros das mudanças. Para isso, é importante observar alguns conceitos para o sucesso na sustentação das melhorias implementadas são, conforme descrito por Nascimento & Fuzatto (2020):

- Comprometimento da Alta Direção: A alta direção deve se comprometer acompanhando os resultados, garantindo recursos, orientando a equipe envolvida no *Kaizen* e outros colaboradores da área focal. O interesse genuíno e o apoio da alta gerência demonstram que o programa é vital para a empresa e integra a sua cultura.
- Comprometimento do Líder da Equipe: O líder da equipe desempenha um papel crucial, estando presente, demonstrando suporte e treinando a sua equipe. Um grupo treinado e motivado é mais propenso a executar as atividades com empenho e responsabilidade.
- Comprometimento dos Colaboradores na Área: Os colaboradores que atuam na área devem estar comprometidos, uma vez que são eles que executam o plano de ação. Para isso, é essencial que compreendam as mudanças realizadas e o impacto que podem ter na empresa. O treinamento e a

orientação da liderança, bem como a consideração das opiniões desses funcionários, desempenham um papel crucial no comprometimento.

- Plano de ação com baixo grau de dificuldade para execução: A implementação de ações com baixo grau de dificuldade reduz a possibilidade de desistência da equipe, facilita o entendimento e comunicação, e aumenta as chances de sustentação das mudanças, pois todos compreendem o novo processo.
- Plano de ação com muitas ações resolvidas durante o evento *Kaizen*: Realizar a maioria das ações durante o evento *Kaizen* aumenta a eficiência de execução, proporciona credibilidade e visibilidade ao projeto, e facilita a percepção dos resultados do novo método.
- Escolha do objetivo relevante para a organização: A seleção do objetivo durante a fase de planejamento deve estar alinhada com a alta direção e as metas estratégicas da empresa, garantindo que a melhoria seja significativa e contribua para os objetivos gerais da organização.
- Gestão de Mudanças: Todas as mudanças devem ser comunicadas, registradas e monitoradas para facilitar a adaptação da equipe ao novo ambiente de trabalho, aos novos procedimentos e às novas regras. Procedimentos atualizados e de fácil entendimento, juntamente com treinamentos adequados, são fundamentais para o sucesso da gestão de mudanças.

5.2

Considerações finais

É importante ressaltar que a fase de planejamento é muito importante na aplicação do *Kaizen*. Outro fator importante é o uso de ferramentas de apoio. Normalmente o *checklist* de preparação do evento é utilizado como ferramenta que ajuda a garantir que todas as fases sejam seguidas de maneira organizada e eficiente.

Com base nos conceitos e formas de aplicação da ferramenta *Kaizen*, é crucial manter a disciplina para a execução e sustentação de qualquer evento *Kaizen*. A aplicação é um grande desafio, e manter a mesma lógica para a execução de um evento é fundamental. É importante lembrar que o PDCA é um ciclo que se repete continuamente. Toda mudança realizada hoje pode ser aprimorada amanhã, gerando novos ciclos PDCA,

seja para a implementação de pequenas ações ou para a execução de eventos Kaizen mais abrangentes (Nascimento & Fuzatto, 2020)

Em resumo, o procedimento operacional padrão (POP) proposto neste trabalho, é composto da combinação de ferramentas oriundas do *Lean Six Sigma* e do *Kaizen*. Foram calculadas as maturidades e analisados os fluxos dos processos até se chegar a um plano de ação com proposições de melhorias da qualidade. Neste trabalho, não foram realizadas as últimas duas fases do ciclo PDCA (fase de Checagem e fase Agir), sendo estas indicadas como propostas de trabalhos futuros.

6 Conclusão

A presente pesquisa contribuiu metodologicamente para a melhoria da qualidade em laboratórios de ensaio e calibração acreditados. Neste sentido, um modelo para avaliação da melhoria contínua dos laboratórios de ensaio e calibração acreditados foi desenvolvido com o objetivo geral de avaliação dos critérios de qualidade destes laboratórios por meio das abordagens *Lean Six Sigma* e *Kaizen*.

Para isso foi realizado, tanto um levantamento sobre o estado da arte a respeito da avaliação de sistemas de gestão da qualidade de laboratórios de ensaio e calibração (LECA), quanto uma busca pelo referencial normativo aplicável à avaliação de sistemas de gestão da qualidade de LECA. Esses levantamentos permitiram identificar que, muito embora as ferramentas *Lean Six Sigma* e *Kaizen* sejam utilizadas em diferentes aplicações relacionadas a melhoria contínua da qualidade, não as mesmas não eram aplicadas nem juntas nem no contexto de LECA.

Adicionalmente ao estudo documental e bibliográfico, foi realizada uma pesquisa (*survey*) de forma a permitir levantar as principais características, desafios e oportunidades de melhorias aplicáveis á laboratórios de ensaio e/ou calibração. Os resultados dessa pesquisa evidenciaram problemas com relação a incorporação das orientações de consultorias técnicas, problemas com os mecanismos de avaliação e monitoramento da calibração de equipamentos não eram efetivos (antes da acreditação), falta de uma boa comunicação gerando um baixo envolvimento de todos os colaboradores e problemas com treinamento e necessidade de retrabalho.

Essas informações, permitiram que fosse proposto um modelo de avaliação de sistemas de gestão da qualidade de laboratórios de ensaio e calibração com o uso das ferramentas *Lean Six Sigma* e *Kaizen*.

Assim, foi proposto um procedimento operacional padrão (POP) para a melhoria contínua da qualidade dos laboratórios de ensaio e calibração acreditados, através de uma metodologia híbrida composta pelas ferramentas *Lean Six Sigma* e *Kaizen*.

O POP proposto, seguiu uma abordagem estruturada, começando pela identificação da maturidade dos processos por meio de autoavaliações, as quais, foram baseadas em requisitos e dimensões definidos à luz dos requisitos da ABNT NBR ISO 17025:2017.

Com as informações obtidas na pesquisa *survey* (a qual contou com participação 107 colaboradores de diferentes LECA do estado do Rio de Janeiro), foi possível classificar o grau de maturidade médio, por requisito. Essa análise, mostrou que o requisito Pessoal foi o que com menor grau de maturidade, apresentando um Índice Potencial de Maturidade (IPM) de 52,2 %, contra 52,4 % relativa ao requisito Sistema de Gestão, e 62,8 % relativo aos demais requisitos.

A identificação do requisito Pessoal como sendo o que mais necessitava de intervenções para a melhoria da qualidade, provocou o desenvolvimento de um plano de ação composto de 9 propostas de ações para melhoria contínua da qualidade, selecionadas em virtude tanto pelo seu impacto quanto pela dificuldade de implementação. Essas ações foram descritas como:

- Promover a melhoria no planejamento do programa de calibração.
- Estruturar o planejamento financeiro para calibração de equipamentos.
- Promover uma revisão dos procedimentos operacionais.
- Promover treinamento constantes com os colaboradores.
- Realizar um planejamento de compra dos insumos de acordo com o estoque mínimo.
- Reuniões para melhorar comunicação técnica.
- Implementar a digitalização dos procedimentos.
- Avaliar o preço e a qualidade dos insumos para compra.
- Melhorar o controle de rastreabilidade dos insumos.

Futuramente pretende-se implementar o modelo desenvolvido em um laboratório de ensaio e calibração, avaliando seu impacto na qualidade ao longo do tempo.

7

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Quem somos. Disponível em: <<https://abnt.org.br/institucional/sobre-abnt-2/>> Acesso em: 24 nov. 2023

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro, 2015a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2015b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 10015: Gestão da qualidade - Diretrizes para gestão da competência e desenvolvimento de pessoas**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 10018: Gestão da qualidade - Orientação para o engajamento de pessoas**. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/IEC 17000: Avaliação da conformidade - Vocabulário e princípios gerais**. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/IEC 17011: Avaliação da conformidade - Requisitos gerais para os organismos de acreditação que realizam a acreditação de organismos de avaliação da conformidade**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração**. Rio de Janeiro, 2017.

ALEXANDRE, Ilidio Francisco. Manifestações patológicas em empreendimentos habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural: uma análise da relação de causa e efeito. 2008.

ANDRADE, Fábio Felipe de. **O método de melhorias PDCA**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ANTHONY, S.G.; ANTONY, J. A leadership maturity model for implementing Six Sigma in academic institutions – using case studies to build theory. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 12, n. 3, p. 675-692, 2021.

ANTONY, J. Six Sigma vs Lean: Some perspectives from leading academics and practitioners. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 60, n. 2, p. 185-190, 2011a.

ANTONY, Jiju; SETIJONO, Djoko; DAHLGAARD, Jens J. Lean Six Sigma and Innovation—an exploratory study among UK organisations. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 27, n. 1-2, p. 124-140, 2016b.

ANTONY J.; SNEE, R.; HOERL, R. Lean Six Sigma: yesterday, today and tomorrow. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 34, n.7, p. 1073-1093, 2017c.

BELEZIA, L. C. **Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017**. Rio de Janeiro, 2019, 147p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Metrologia. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

BRISOT, V; PASTORE, G. Sistema de Gestão da Qualidade: Entendendo a NBR ISO 9001:2015. **Editora Viena**, 2018.

BUELL, R. S.; TURNIPSEED, S. P. Application of lean six sigma in oilfield operations. In: **SPE Annual Technical Conference and Exhibition**. OnePetro, 2003.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro et al. Gestão da qualidade. EDa Atlas SA, 2012.

CAMPOS, Wemerson. ISO 9001: 2015. Clube de Autores, 2015.

CGCRE. Coordenação Geral de Acreditação. DOQ-CGCRE-087: Orientações gerais sobre os requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025(2017). Rio de Janeiro, 2018. Disponível em:

<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/organismos/doc_organismos.asp?tOrganismo=CalibEnsaio> Acesso:15 nov 2023.

CHERRAFI, Anass et al. The integration of lean manufacturing, Six Sigma and sustainability: A literature review and future research directions for developing a specific model. **Journal of Cleaner Production**, v. 139, p. 828-846, 2016.

CORREIA, D. B. **Modelo multicritério para autoavaliação laboratório de ensaio e calibração baseado na Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017**. Rio de Janeiro, 2021, 118p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Metrologia. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

DANIEL, Erica A.; MURBACK, Fábio Guilherme Ronzelli. Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade. **Gestão & conhecimento**, v. 8, n. 2014, p. 1-43, 2014.

DE ALMEIDA MAIA, Andreia Queiroz; FERMAM, Ricardo Kropf Santos; DA COSTA FELIX, Rodrigo Pereira Barretto. Práticas de modelos de gestão de pessoas em laboratórios acreditados e sua influência sobre o número de não-conformidades na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025. **Revista Sustinere**, v. 11, n. 1, p. 273-295, 2023.

DE BARROS AHRENS, Rudy. **Coletânea Nacional sobre Engenharia de Produção 4: Gestão da Qualidade**. Curitiba: Atena Editora, 2017.

DINIS, C.S. A. **A ferramenta 5S e Kaizen Diário**. Coimbra, 2016, 49p. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Engenharia Alimentar. Instituto Politécnico de Coimbra - Escola Superior Agrária.

DUARTE JUNIOR, Francisco Silvio Gomes. Influência da estiagem prolongada na qualidade de água tratada—avaliação com número fuzzy triangular na bacia do Banabuiú. 2017.

FOLLMANN, N. **Modelo de Maturidade Logística para Empresas Industriais de Grande Porte**. 2012. 178f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina: 2012.

GALVÃO, Danielle Medeiros. Análise da gestão da qualidade através do diagrama de causa e efeito: estudo de caso em uma empresa de móveis planejados. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

GARRIDO, G.; ARAUJO, K. Sistemas de Gestão da Qualidade em Laboratório de Genética Forense. **Revista Espacios**, v. 35. n. 5, p. 3, 2014.

GROCHAU, Inês Hexsel; TEN CATEN, Carla Schwengber. A process approach to ISO/IEC 17025 in the implementation of a quality management system in testing laboratories. **Accreditation and Quality Assurance**, v. 17, n. 5, p. 519-527, 2012.

HAMAMOTO, Tais; PIGOSSO, Daniela Cristina Antelmi; ROZENFELD, Henrique. Avaliação de modelos de maturidade para sustentabilidade. **Anais**, 2014.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION; INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION; INTERNACIONAL ACCREDITATION FORUM. **Communique on the Management Systems Requirements of ISO/IEC 17025, General Requirements for the competence of testing and calibration laboratories**. 2017. Disponível em :<<https://ilac.org/about-ilac/partnerships/international-partners/iso/>>/. Acesso em: 13 nov 2023.

INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION. **Acreditação: Facilitando o comércio no mundo**. Austrália, 2013. 4p. Disponível em :<<https://ilac.org/language-pages/portuguese/>>. Acesso em: 11 nov 2023.

INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION. **Vantagens de ser um laboratório acreditado**. Austrália, 2011. 7p. Disponível em :<<https://ilac.org/language-pages/portuguese/>>. Acesso em: 11 nov 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Inmetro. INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE. IQP. **Vocabulário Internacional de Metrologia**. Conceitos Fundamentais e Gerais e Termos Associados. VIM 2012. Duque de Caxias, RJ: Inmetro, 2012.

IMAI, Masaaki. Kaizen: A Estratégia para o Sucesso Competitivo. Imam, 1990.

ISHIKAWA, Kaoru. Controle de qualidade total à maneira japonesa. São Paulo: Campus, 1993.

JESUS, P.; TORRES, J. Método de análise da maturidade do processo de armazenagem em centros de distribuição de supermercados em Fortaleza-CE: um estudo multicascos. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, v. 9, n. 4, p. 107-123, 2014.

- JUNIOR, Isnard Marshall et al. Gestão da qualidade e processos. Editora FGV, 2021b.
- JUNIOR et al., Isnard Marshall et al. Gestão da qualidade. Editora FGV, 2008a.
- LOUREIRO, Ana Margarida Malvar. **O método kaizenKaizen aplicado na farmácia de oficina**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de Coimbra
- MENDES, Marcos; SANTOS Ricardo.; QUERINO Thiago. **Guia para implementação da ferramenta Lean educacional nas escolas do SENAI**. Minas Gerais: SENAI, 2018.
- MOLINÉRO-DEMILLY, Valérie et al. An overview of Quality Management System implementation in a research laboratory. *International Journal of Metrology and Quality Engineering*, v. 9, p. 2, 2018.
- NASCIMENTO, Camila; FUZATTO, Máira. Kaizen na Prática: Guia para execução de melhorias em processos, 2020.
- OLIANI, L.; PASHCOALINO, W.; OLIVEIRA, J. Ferramenta de Melhoria Contínua Kaizen. **Revista Científica UNAR**, v. 12, n. 1, p. 57-67, 2016.
- OLIVARES, I. R. B. **Gestão de qualidade em laboratórios**. Campinas: Átomo, 2006.
- PAULISTA, Paulo Henrique; ALVES, Raphaelly Antunes. Ferramentas da qualidade: uma revisão bibliográfica e análise de publicações no ENEGEP. 2015.
- PARMAR, Pranay Sureshbhai; DESAI, Tushar N. A systematic literature review on Sustainable Lean Six Sigma: Current status and future research directions. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 11, n. 3, p. 429-461, 2019.
- REALYVÁSQUEZ-VARGAS, Arturo et al. Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study. *Applied Sciences*, v. 8, n. 11, p. 2181, 2018.
- REBECHI, Robson. Sistema Operacional KaizenKaizen: Um Estudo de Caso sobre a Implantação do Sistema Operacional Oriental em um Empresa Ocidental. **Simpósio de Excelencia em Gestão e Tecnologia XIVSGeT**, 2006.SHAH, R.; CHANDRASEKARAN, A.; LINDERMAN, K. In pursuit of implementation patterns: the context of Lean and Six Sigma. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 23, p. 6679-6699, 2008.
- REGIS, Camila Tavares. **Proposta da matriz maturidade para o desenvolvimento do Lean Six Sigma em organizações**. Guaratinguetá. São Paulo, 2015, 73p. Graduação em Engenharia de Produção Mecânica. Universidade Estadual Paulista.
- RENTERÍA, Alexandre Roberto. Estimación de probabilidade fuzzy a partir de dados imprecisos. Diss. Tese (Doutorado) - Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, setembro, 2006.
- SANTOS, Cláudia Virgínia Reis dos et al. Diagnóstico e análise do processo administrativo licitatório na modalidade Pregão e seus resultados em uma autarquia de ensino federal. 2018.

SALAH, Souraj; RAHIM, Abdur; CARRETERO, Juan A. The integration of Six Sigma and lean management. **International journal of lean Six Sigma**, v. 1, n. 3, p. 249-274, 2010.

SNEE, Ronald D. Lean Six Sigma—getting better all the time. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 1, p. 9-29, 2010.

SCHAFFER, A. **Aplicação da ferramenta Lean Six Sigma para melhoria de um processo produtivo**. Rio Grande do Sul, 2016, 106p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SCHLINDWEIN, N. F. C. Avaliação da Gestão de Suprimentos em Hospitais: Proposição de um Modelo Teórico Aplicado nos Hospitais de Santa Catarina 2009, 153 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação do Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2009.

SIERRA, Stefany Dubraska dos Santos. **Gestão da qualidade num laboratório com acreditação: relatório de estágio na Silliker Portugal, SA**. Viana do Castelo, 2017, 50 p. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar. Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

SILVA, E. Z. **Um modelo de guia para a preparação da implementação da produção enxuta baseado na aprendizagem organizacional**. Porto Alegre, 2008, 310 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SIMÕES, P. S. **Melhoria de desempenho em sistemas produtivos engineer-to-order por meio de uma implementação bem-sucedida da abordagem Lean Six Sigma**. Rio de Janeiro, 2022, 94p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio.

TAGHIZADEGAN, Salman. **Essentials of lean six sigma**. Oxford: Elsevier, 2010.

THOMAS, A. et al. Implementing Lean Six Sigma into curriculum design and delivery—a case study in higher education. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v.66, n. 5, p. 577-597, 2017.

VERGARA, S.C. **Ferramenta do trabalho científico**. 22^a ed. São Paulo: Cortez. 2002.

Apêndice 1

Laboratórios acreditados participantes da pesquisa da Rede Brasileira de Calibração

Laboratórios acreditados participantes da pesquisa da Rede Brasileira de Calibração

#	Grupo de serviços de calibração	CRL	Razão social/nome
1	Acústica e vibrações	399	Grom Equipamentos Eletromecânicos LTDA. Laboratório de calibração e ensaio
2	Dimensional massa pressão temperatura e umidade	686	B&F Laboratório de Metrologia Ltda.
3	Dimensional força, torque e dureza pressão	253	Calibrario serviços de calibração Ltda epp
4	Dimensional pressão	472	CIMEQ - Centro Integrado de Metrologia e qualidade Industrial Ltda.
5	Dimensional eletricidade e magnetismo físico-química força, torque e dureza massa pressão temperatura e umidade tempo e frequência volume e massa específica	477	CTJ Metrologia Comércio e Serviços Ltda. – EPP CTJ Tecnologia & Confiabilidade
6	Dimensional pressão vazão e velocidade de fluidos volume e massa específica	583	Hirsa sistemas de automação e controle Ltda
7	Dimensional eletricidade e magnetismo força, torque e dureza	312	Imi - instituto de metrologia industrial Ltda.

	pressão		
	temperatura e umidade		
	Dimensional		Modec Serviços de
	eletricidade e magnetismo		Petróleo do Brasil Ltda.
8	força, torque e dureza	685	
	pressão		LABM - Laboratório de
	temperatura e umidade		Medição
	Dimensional		
9	força, torque e dureza	664	Labometriq Metrologia
	pressão		e Ensaaios Técnicos
	Dimensional		EIRELI
	pressão		Conaut Controles
	temperatura e umidade		Automáticos Ltda.
10	vazão e velocidade de	419	Laboratório de
	fluidos		Calibração Conaut
	volume e massa específica		Macaé
	Dimensional		Metroval Controle de
	pressão		Fluidos
11	temperatura e umidade	582	Laboratório de
			Calibração Metroval
			Macaé
			Petrolane Serviços em
12	Dimensional	725	Petróleo Ltda.
			Laboratório Petrolane
			Macaé
	Dimensional		
13	força, torque e dureza	545	Materials test center
	pressão		Ita
	Dimensional		
	eletricidade e magnetismo		RCQ RJ Calibração e
14	pressão	136	Vendas de
			Equipamentos Ltda
	temperatura e umidade		
	Dimensional		
	eletricidade e magnetismo		
	força, torque e dureza		
	massa		
15	pressão	521	MEC-Q Comércio e
	temperatura e umidade		Serviços de Metrologia
	tempo e frequência		Industrial Ltda.
			Trescal Rio de Janeiro
	volume e massa específica		
	Dimensional		
16	pressão	71	Tridimensional Ieka's
			medições Ita

17	Eletricidade e magnetismo tempo e frequência	8	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL Departamento de Equipamentos Elétricos - DEE
18	Eletricidade e magnetismo pressão	59	IFM - Instituto Fluminense de Metrologia LTDA
19	Eletricidade e magnetismo tempo e frequência	708	Lifting Assistência Técnica Elétrica e Comercial Ltda.
20	Eletricidade e magnetismo	334	LMEE Laboratório de Medidores
21	Eletricidade e magnetismo força, torque e dureza	333	Tanacas equipamentos eletrônicos eireli qualitronic serviços de calibração
22	Eletricidade e magnetismo	479	Parque de Material de Eletrônica da Aeronáutica do Rio de Janeiro (Pame) Subdivisão de Metrologia
23	Físico-química massa pressão temperatura e umidade volume e massa específica	214	Control-Lab Controle de Qualidade para Laboratórios Suspensão parcial desde 14/02/2022 para os serviços marcados em amarelo no escopo

Apêndice 2

Laboratórios acreditados participantes da pesquisa da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio

Laboratórios acreditados participantes da pesquisa da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio

#	Áreas de atividade	CRL	Razão SOCIAL/NOME
1	Brinquedos, produtos infantis e artigos para festas; eletrodomésticos e similares; equipamentos e tecnologia da informação;	1378	Razão Social: Laboratório de Avaliações e Desenvolvimento Energético Laboratório: Laboratório de Avaliações e Desenvolvimento Energético
2	Eletrodomésticos e similares; motores, equipamentos e materiais elétricos;	232	Razão Social: Cepel - Centro DE Pesquisas DE Energia Elétrica Laboratório: Departamento de Eficiência Energética e Certificação - DEC
3	Eletrodomésticos e similares	598	Razão Social: CJJ Partners Representação Comercial Ltda. Laboratório: Top Lab Laboratório DE Luminotécnica Razão Social: Centro Tecnológico DO Exército
4	Equipamento bélico e armas de fogo	661	Laboratório: Laboratório DE Medidas Eletromagnéticas
5	Equipamentos e tecnologia da informação;	24	Suspensão Total desde 08/09/2022 Razão Social: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - Cepel

	máquinas e equipamentos;		Laboratório: Departamento DE Equipamentos Elétricos - Dee
	motores, equipamentos e materiais elétricos;		Razão Social: Claro S.A
6	Equipamentos e tecnologia da informação	139	Laboratório: Centro de Referência Tecnológica Razão Social: Universidade Federal DO Rio DE Janeiro
7	Equipamentos e tecnologia da informação	1227	Laboratório: Laboratório de Aplicações Tecnológicas para o Setor Produtivo e Industrial
8	Equipamentos e tecnologia da informação;	1496	Razão Social: Green Hat Segurança da Informação LTDA Laboratório: Green Hat Segurança da Informação LTDA
	máquinas e equipamentos de medição e controle;		
9	Máquinas e equipamentos de medição e controle;	293	Razão Social: 3c Services S.A
	motores, equipamentos e materiais elétricos;		Laboratório: Lmee Laboratório DE Medidores
10	Motores, equipamentos e materiais elétricos	557	Razão Social: Universidade Federal Fluminense Laboratório: Laboratório DE Luminotécnica DA Uff
11	Petróleo e derivados, gás natural, álcool e combustíveis em geral;	CLF 0053	Razão Social: Companhia Distribuidora de Gás do Rio de Janeiro - Ceg Laboratório: Laboratório de Controle de Qualidade do Gás-Lcq
12	Automotiva e outros equipamento;	CLF 0039	Razão Social: Sociedade Michelin de Participações Industria e Comércio Ltda Laboratório: Laboratório GST
13	Agricultura e pecuária saúde animal	769	Razão SOCIAL: Horse Center Laboratório e

			Clínica LTDA-ME Laboratório: Horse Center Laboratório e Clínica Razão Social: Incqs - Instituto Nacional de Controle DE Qualidade em Saúde DA Fiocruz - Fundação Oswaldo Cruz Laboratório: Incqs - Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (Crl 169)
14	Alimentos e bebidas embalagens meio ambiente produtos biológicos saúde humana	169	Suspensão parcial desde 04/05/2022 para os serviços marcados em amarelo no escopo* Razão Social: Centro Nacional DE Pesquisa DE Tecnologia Agroindustrial DE Alimentos
15	Alimentos e bebidas	228	Laboratório: Laboratórios DA Embrapa Agroindústria DE Alimentos
16	Alimentos e bebidas; construção civil; meio ambiente; saúde humana; metalurgia; Alimentos e bebidas meio ambiente	251	Razão Social: Serviço Nacional DE Aprendizagem Industrial - Senai Laboratório: IST Ambiental
17	produtos relacionados a saúde e segurança humana saúde humana	666	Razão Social: Campany Laboratório LTDA. Laboratório: Laboratório Campany
18	Alimentos e bebidas; meio ambiente;	1060	Razão Social: Laboratório DE Alimentos, Assessoria M. Mattos Ltda EPP Laboratório: Laboratório de Alimentos, Assessoria M. Mattos Ltda Epp
19	Alimentos e bebidas; meio ambiente; produtos químicos;	1201	Razão Social: Baktron Microbiologia LTDA Laboratório: Baktron
20	Alimentos e bebidas meio ambiente	1422	Razão Social: Laboratório das Águas LTDA Laboratório: Laboratório das Águas LTDA

21	Alimentos e bebidas meio ambiente saúde humana	1504	Razão Social: Multilab Laboratório de Controle de Qualidade LTDA Laboratório: Multilab Laboratório de Controle de Qualidade Ltda
22	Meio ambiente	200	Razão Social: Tecma - Tecnologia em Meio Ambiente LTDA Laboratório: Tecma - Tecnologia em Meio Ambiente LTDA
23	Meio ambiente saúde humana	306	Suspensão parcial desde 08/07/2021 para os serviços marcados em amarelo no escopo Razão Social: Centro de Biologia Experimental Oceanus LTDA. - EPP Laboratório: Centro de Biologia Experimental Oceanus LTDA. - EPP
24	Meio ambiente	546	Razão Social: Bioagri Laboratórios Ltda. Laboratório: Bioagri Laboratórios Ltda - Rio DE Janeiro
25	Meio ambiente	746	Razão Social: Green Brasil Consultoria E Assessoria Ambiental Eirelli Laboratório: Green Brasil Consultoria E Assessoria Ambiental Eirelli
26	Meio ambiente	900	Suspensão parcial desde 23/12/2020 para os serviços marcados em amarelo no escopo Razão Social: Ghs Indústria E Serviços Ltda Laboratório: Ghs Indústria E Serviços Ltda
27	Meio ambiente	1035	Razão SOCIAL: Sumatex Produtos Químicos LTDA Laboratório: Sumatex Ambiental

			Razão Social: Instituto Estadual Do Ambiente - Inea
28	Meio ambiente	1103	Laboratório: Inea - Gerência De Análises Laboratoriais Suspensão parcial desde 06/02/2018 para os serviços marcados em amarelo no escopo
29	Meio ambiente produtos químicos	1298	Razão Social: Labtox Laboratório de Análise Ambiental LTDA. Laboratório: Labtox - Laboratório de Análise Ambiental LTDA Razão Social: Qualy Lab Análises Ambientais LTDA
30	Meio ambiente	1326	Laboratório: Qualy Lab Análises Ambientais LTDA
31	Meio ambiente	1331	Razão Social: L. A. Falcão Bauer - Centro Tecnológico de Controle Qualidade LTDA Laboratório: Laboratório DE Tecnologia de Materiais e Produtos
32	Meio ambiente	1369	Razão Social: Aqualab Química E Serviços Ltda Laboratório: Aqualab Química E Serviços Ltda
33	Meio ambiente	1519	Razão SOCIAL: TESALAB - TECNOLOGIA EM SERVIÇOS AMBIENTAIS EIRELI EPP LABORATÓRIO: TESALAB - TECNOLOGIA EM SERVIÇOS AMBIENTAIS EIRELI EPP
34	Produtos biológicos saúde animal	938	Razão SOCIAL: A.C. VILELA LABORATÓRIO DE CLÍNICA VETERINÁRIA LTDA-ME

35	Produtos biológicos	1334	LABORATÓRIO:A.C. VILELA LABORATÓRIO DE CLÍNICA VETERINÁRIA LTDA-ME Razão Social: Associação Técnico Científica Paul Ehrlich
			Laboratório: Banco DE Células DO Rio DE Janeiro Razão Social: Fiocruz / Bio- Manguinhos - Instituto DE Tecnologia EM Imunobiológico
36	Produtos biológicos	1503	Laboratório: Laean Biomanguinhos/Fiocruz Razão Social: Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro
37	Sanidade vegetal	1310	Laboratório: Laboratório Oficial DE Diagnóstico Fitossanitário Razão Social: Control-Lab Controle DE Qualidade PARA Laboratórios
38	Saúde animal saúde humana	586	Laboratório: Control-Lab Razão SOCIAL: VETLAB ANÁLISES CLÍNICAS VETERINÁRIAS LTDA
39	Saúde animal	691	LABORATÓRIO:VETLAB ANÁLISES CLÍNICAS VETERINÁRIAS LTDA Razão Social: Laboratório DO Cavalo DE Esporte
40	Saúde animal	850	Laboratório: Laboratório DO Cavalo DE Esporte Suspensão PARCIAL DESDE 10/03/2020 PARA OS SERVIÇOS MARCADOS EM AMARELO NO ESCOPO

41	Saúde animal	951	Razão SOCIAL: CMV DE VENDA DAS PEDRAS CLÍNICA VETERINÁRIA LTDA. - ME
42	Saúde animal	1006	LABORATÓRIO: CMV CLÍNICA VETERINÁRIA Razão SOCIAL: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO/ PESAGRO-RIO
43	Saúde animal	1028	LABORATÓRIO: CENTRO ESTADUAL DE PESQUISA EM SANIDADE ANIMAL GERALDO MANHÃES CARNEIRO - ÁREA DE PATOLOGIA CLÍNICA Razão Social: Dias Duque Comercio DE Produtos Agropecuarios Eireli-Me
44	Saúde animal	1054	Laboratório:Animallab Suspensão Total DESDE 11/03/2021 Razão SOCIAL:JOCKEY CLUB BRASILEIRO
45	Saúde animal	1074	LABORATÓRIO: LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS VETERINÁRIAS DO JOCKEY CLUB BRASILEIRO - LACVET-JCB Razão SOCIAL: TRIBUS EQUI LABORATÓRIO VETERINÁRIO LTDA
46	Saúde animal	1094	LABORATÓRIO: TRIBUS EQUI LABORATÓRIO VETERINÁRIO LTDA Razão Social: 2º Regimento De Cavalaria De Guarda
			Laboratório: Laboratório Do

			2º Regimento De Cavalaria De Guarda
			Razão Social: Laboratório Veterinário DA Pmerj
47	Saúde animal	1123	Laboratório: Laboratório Veterinário da Pmerj
			Razão SOCIAL: SERVET SERVIÇOS VETERINÁRIOS LTDA.
48	Saúde animal	1216	Laboratório: SERVET SERVIÇOS VETERINÁRIOS LTDA.
			Razão SOCIAL: MULTI TESTES LABORATÓRIO VETERINÁRIO LTDA ME
49	Saúde animal	1350	LABORATÓRIO: MULTI TESTES LABORATÓRIO VETERINÁRIO
			Razão SOCIAL: SÃO CAMILO LABORATÓRIO E REPRODUÇÃO ANIMAL
50	Saúde animal	1373	LABORATÓRIO: SÃO CAMILO LABORATÓRIO E REPRODUÇÃO ANIMAL
			Razão SOCIAL: LAB AGUA LABORATÓRIO AMBIENTAL LTDA.
51	Saúde humana	818	Laboratório: LAB AGUA
			Razão Social: Rodoteste Ensaio E Teste Veiculares E Equipamentos Ltda
52	Automotiva e outros equipamentos de transporte	1477	Laboratório: Rodoteste Ensaio E Teste Veiculares E Equipamentos Ltda
			Razão Social: Companhia Dorel Brasil Produtos Infantis
53	Brinquedos, produtos infantis e artigos para festas	1433	Laboratório: Dorel Quality Test Lab

			Suspensão total desde 11/08/2020
			Razão SOCIAL: SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL
54	Construção civil;	152	LABORATÓRIO: LABORATÓRIO DE CONSTRUÇÃO CIVIL DA FIRJAN SENAI
			Razão SOCIAL: L.A. FALCAO BAUER CENTRO TECNOLOGICO DE CONTROLE DA QUALIDADE LTDA
55	Construção civil;	1359	LABORATÓRIO: L.A. FALCÃO BAUER / FILIAL RIO DE JANEIRO
	Eletrodomésticos e similares;		
	embalagens;		
	equipamentos e tecnologia da informação;		Razão Social: Instituto Nacional De Tecnologia - Int
	metalurgia;		
56	petróleo e derivados, gás natural, álcool e combustíveis em geral;	6	Laboratório: Instituto Nacional De Tecnologia
	produtos de borracha e plástico;		Suspensão parcial desde 20/01/2021 para os serviços marcados em amarelo no escopo
	produtos de madeira em geral (exceto móveis);		
	produtos relacionados a saúde e segurança humana;		
	Equipamentos e instrumentos médico-		Razão Social: Instituto Militar De Engenharia - Ime
57	hospitalar e odontológico;	108	Laboratório: Laboratório De Ensaio Mecânicos - Seção
	metalurgia;		

	pmr: acabamento de superfície;		De Engenharia Mecânica E De Materiais
			Suspensão Total DESDE 01/02/2021
58	Equipamentos e instrumentos médico-hospitalar e odontológico; máquinas e equipamentos de medição e controle;	460	Razão SOCIAL: ACCUMED PRODUTOS MÉDICO - HOSPITALARES LTDA. Laboratório: ACCUMED
59	Equipamentos e instrumentos médico-hospitalar e odontológico; máquinas e equipamentos;	1078	Razão Social: Ctj Metrologia Comércio E Serviços Ltda. - Epp Laboratório: Ctj Tecnologia & Confiabilidade
60	Máquinas e equipamentos	509	Razão Social: Companhia Distribuidora DE Gás DO Rio DE Janeiro - Ceg Laboratório: Laboratório DE Vazão, Pressão, Temperatura E Analisadores Portáteis
61	Máquinas e equipamentos	693	Razão Social: Setin Man. Serviços Técnicos DE Instrumentação E Manutenção Ltda. Laboratório: Setin-Man
62	Máquinas e equipamentos	1375	Razão Social: Shimmer Inspection, Repair AND Maintenance OF Equipment Ltda Laboratório: Shimmer LABORATÓRIO DE Calibração E Ensaio
63	Máquinas e equipamentos	1628	Razão Social: Rcq Macaé Inspeção E Comércio Ltda Laboratório: Rcq Controle DE Qualidade
64	Máquinas e equipamentos	1632	Razão Social: Linetec Laboratório, Comércio E

			Serviço DE CALIBRAÇÃO Ltda
			Laboratório: Linetec Metrologia
			Razão Social: Companhia Estadual DE Águas E Esgotos
65	Máquinas e equipamentos de medição e controle;	1083	Laboratório: Laboratório DE Medidores - Cedae
			Razão SOCIAL: WS ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA
66	Meio ambiente;	1343	LABORATÓRIO: WS ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA
			Razão SOCIAL: ECOTEC MONITORAMENTO AMBIENTAL LTDA
67	Meio ambiente;	1591	LABORATÓRIO: ECOTEC MONITORAMENTO AMBIENTAL
			Razão SOCIAL: MATERIALS TEST CENTER LTDA
68	Metalurgia;	273	LABORATÓRIO: MATERIALS TEST CENTER LTDA
			Razão SOCIAL: RIO LAB PHASED ENSAIOS DE MATERIAIS LTDA.
69	Metalurgia;	390	Laboratório: RIO LAB PHASED ENSAIOS DE MATERIAIS LTDA.
			Razão Social: Tecmetal Soluções Tecnológicas EM Materiais Ltda.
70	Metalurgia;	675	Laboratório: Tecmetal Soluções Tecnológicas EM Materiais Ltda.
71	Metalurgia;	856	Razão Social: Centro Tecnológico DO Exército

			Laboratório: Laboratório DE Materiais
			Razão Social: Centro Tecnológico DE Análise E Desempenho
72	Móveis; produtos de borracha e plástico;	1237	Laboratório: Laboratório Físico-Químico
			Razão Social: Cepel - Centro DE Pesquisas DE Energia Elétrica
73	Eletrodomésticos e similares; motores, equipamentos e materiais elétricos;	232	Laboratório: Departamento DE Eficiência Energética E Certificação - Dec
			Razão Social: Universidade Federal Fluminense
74	Motores, equipamentos e materiais elétricos	557	Laboratório: Laboratório DE Luminotécnica DA Uff
			Razão Social: Eletrobrás Termonuclear S.A. - Eletronuclear
75	Saúde humana	1022	Laboratório: Serviço DE Monitoração Individual Externa DA Eletronuclear
76	Alimentos e bebidas meio ambiente	525	Sgs CRONOLAB
77	Alimentos e bebidas meio ambiente	1504	Multilab Laboratório DE Controle DE Qualidade Ltda
78	Alimentos e bebidas meio ambiente	1581	Hcs - HYDROCARBON SOLUTIONS LTDA
79	Equipamentos e tecnologia da informação máquinas e equipamentos motores, equipamentos e materiais elétricos	24	Centro DE Pesquisas DE Energia Elétrica - Cepel
80	Máquinas e equipamentos de medição e controle meio ambiente	1618	Lme Laboratório E Serviços Ltda
81	Meio ambiente	310	Integrated PETROLEUM EXPERTISE COMPANY -

			SERVIÇOS EM PETRÓLEO LTDA
82	Meio ambiente alimentos e bebidas embalagens produtos biológicos	169	Incqs - Instituto Nacional DE Controle DE Qualidade EM Saude DA Fiocruz - Fundação Oswaldo Cruz Suspensão parcial desde 04/05/2022 para os serviços marcados em amarelo no escopo Laboratório DE Análises Minerais
			Suspensão Total DESDE 16/11/2020 Green Brasil Consultoria E Assessoria Ambiental Eirelli
83	Meio ambiente	465	Suspensão parcial desde 23/12/2020 para os serviços marcados em amarelo no escopo
84	Meio ambiente	746	Caf QUÍMICA Tsl Engenharia, Manutenção E Preservação Ambiental Sa
85	Meio ambiente	993	Suspensão Total DESDE 15/09/2020 Razão SOCIAL: WS ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA
86	Meio ambiente	1273	LABORATÓRIO:WS ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA
87	Meio ambiente	1343	Password TRATAMENTO DE AGUA E EFLUENTES LTDA
88	Meio ambiente	1413	Enviro-TEC DO BRASIL CONSULTORIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA
89	Meio ambiente	1450	Laboratório DE Efluentes DA Brk Ambiental Rio DAS Ostras
90	Meio ambiente	1551	Ecotec MONITORAMENTO RAZÃO SOCIAL: ECOTEC MONITORAMENTO AMBIENTAL LTDA
91	Meio ambiente	1591	

			LABORATÓRIO: ECOTEC MONITORAMENTO AMBIENTAL Spectra Comércio DE Instrumentos Analíticos Ltda Lab. Brasileiro DE CON. De DOPAGEM - LBCD/LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE RESÍDUOS
92	Meio ambiente	1605	
93	Agricultura e pecuária alimentos e bebidas saúde animal	138	Suspensão parcial desde 28/01/2022 para os serviços marcados em amarelo no escopo
	Eletrodomésticos e similares embalagens equipamentos e tecnologia da informação metalurgia petróleo e derivados, gás natural, álcool e combustíveis em geral produtos de borracha e plástico produtos de madeira em geral (exceto móveis) produtos relacionados a saúde e segurança humana		Razão Social: Instituto Nacional De Tecnologia - INT Laboratório: Instituto Nacional De Tecnologia Suspensão parcial desde 20/01/2021 para os serviços marcados em amarelo no escopo
94		6	
95	Equipamento bélico e armas de fogo	861	Centro Tecnológico DO Exército Laboratório DE Química Militar Suspensão Total DESDE 01/09/2021
96	Metalurgia	273	Materials TEST CENTER LTDA
97	Metalurgia	390	Rio LAB PHASED ENSAIOS DE MATERIAIS LTDA
98	Metalurgia	675	Tecmetal Soluções Tecnológicas EM Materiais Ltda

99	Petróleo e derivados, gás natural, álcool e combustíveis em geral	150	Instituto DE Estudos DO Mar Almirante Paulo Moreira Divisão DE Química E Geoquímica Ambiental - I-142
100	Petróleo e derivados, gás natural, álcool e combustíveis em geral	202	Universidade FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - ESCOLA DE QUÍMICA LABORATÓRIO DE COMBUSTÍVEIS E DERIVADOS DE PETRÓLEO
101	Petróleo e derivados, gás natural, álcool e combustíveis em geral	753	Iconic LUBRIFICANTES S.A CENTRO DE TECNOLOGIA ICONIC (CTIC)
102	Petróleo e derivados, gás natural, álcool e combustíveis em geral	1327	Cosan Lubrificantes E Especialidades S.A. Laboratório DE Análises DE Lubrificantes E Combustíveis - Cosan Suspensão parcial desde 11/08/2021 para os serviços marcados em amarelo no escopo
103	Produtos químicos	930	Centro Tecnológico DO Exército Laboratório DE Análises Químicas White Martins Gases Industriais Ltda.
104	Produtos químicos	1213	Laboratório Central DE Controle DE Qualidade DO Co2 Suspensão Total DESDE 19/11/2021
105	Produtos químicos	1264	Nano Business Informação E Inovação Ltda Razão Social: Senai/Cetiq
106	Produtos relacionados a saúde e segurança humana vestuário e artigos afins	5	- Centro DE Tecnologia DA Indústria Química E Têxtil Laboratório: Coordenação DE Serviços Metrológicos

			Suspensão parcial desde 02/09/2022 para os serviços marcados em amarelo no escopo
	Eletrodomésticos e similares;		
	embalagens;		
	equipamentos e tecnologia da informação;		Razão Social: Instituto Nacional de Tecnologia - INT
	metalurgia;		
107	petróleo e derivados, gás natural, álcool e combustíveis em geral;	6	Laboratório: Instituto Nacional de Tecnologia
	produtos de borracha e plástico;		Suspensão parcial desde 20/01/2021 para os serviços marcados em amarelo no escopo
	produtos de madeira em geral;		
	produtos relacionados a saúde e segurança humana;		
108	Equipamentos e instrumentos médico- hospitalar e odontológico;	1479	Razão SOCIAL: SJS SERVIÇOS LTDA.
	máquinas e equipamentos;		Laboratório: SJS SERVIÇOS LTDA.
109	Máquinas e equipamentos de medição e controle;	1618	Razão Social: Lme Laboratório E Serviços Ltda
	meio ambiente;		Laboratório: Lme Laboratório E Serviços Ltda
110	Meio ambiente;	1591	Razão SOCIAL: ECOTEC MONITORAMENTO AMBIENTAL LTDA
			LABORATÓRIO: ECOTEC MONITORAMENTO AMBIENTAL

111	Saúde humana	758	Razão Social: Razão Social: Contraprova, Análises, Ensino E Pesquisa Ltda
			Laboratório: Contraprova, Análises, Ensino e Pesquisa Ltda

*Suspensão Parcial os serviços suspensos estão marcados em amarelo no escopo de acreditação.

Apêndice 3

Artigo publicado nos anais do Congresso Brasileiro de Metrologia (2023)

An overview of key methodologies employed in continuous quality improvement: applicability and trends

S S Lopes^{1*}, V Souza² and D R Louzada¹

^{1*} Postgraduate Programme in Metrology, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 22451-900, Brazil

² Brazilian National Institute of Metrology, Quality and Technology (INMETRO), Rio de Janeiro, 25250-020, Brazil

samira@aluno.puc-rio.br

Abstract. Pursuing excellence in testing and calibration laboratories is a constant challenge to ensure the quality and reliability of results, guaranteeing customer satisfaction. In this context, continuous improvement methodologies have been widely applied to increase the efficiency of processes, reduce costs and minimise errors. This article aims to conduct a state-of-the-art analysis on applying the main methodologies associated with continuous improvement in testing and calibration laboratories, highlighting the main contributions and challenges faced. Recent studies and practical examples of its application are presented, and trends are discussed. The results show that Kaizen, Lean, Six Sigma are usually applied, with Kaizen in industrial applications and Lean Six Sigma tending to industrial applications and Lean Six Sigma emerging as a future trend.

Introduction

In a world where services compete for space, any differential can define success or failure. This competition demands dynamism between the consumer and supplier markets, with a focus on the agility and efficiency of service delivery. On the other hand, the financial impact achieved through the implementation of strategies, both for waste reduction and quality maintenance, has increased interest in research describing different tools, methodologies, and application niches [1-3].

In this scenario of increasing demand for high-quality services and products [3,4], there is great interest in implementing continuous quality techniques and quality management in various fields of operation [5], particularly in the industrial sector [6-8].

Methodologies such as Lean and Six Sigma, as well as the hybridisation formed by their respective combination, Lean Six Sigma (LSS), directly contribute to quality maintenance [3, 9-10]. Another approach that emerged in Japan, initially targeting the automotive industry [2-3, 11-12], aims at waste reduction and efficiency improvement through continuous small actions [13-15].

Although initially conceived for industrial applications, these methodologies have gradually been adopted by other fields of operation, such as healthcare [3, 14, 16-17], education [18-20], and those associated with accredited or non-accredited laboratories [21]. Particularly in this domain, while there are concerns about equipment, supplies, and facilities, one factor that is sometimes overlooked is the human factor, which can have a negative impact on testing operations, leading to increased time for completion and higher levels of waste [22-23].

An alternative to this issue consists of increasing the involvement of different collaborators working within a particular enterprise in discussions about improvements and quality maintenance, thus promoting continuous quality control. In this regard, approaches such as Kaizen and Lean Six Sigma stand out as methodologies that aid in quality maintenance by ensuring that testing and calibration laboratories comply with normative requirements. This is achieved through the promotion of employee and leadership training, collaborative activities, and the implementation of scientific and organisational mechanisms.

These actions facilitate decision-making, enhance operational efficiency, and reduce waste and process variability, thereby improving laboratory management by developing employees and researchers [1, 3, 10, 14, 20, 24-30].

This work aims to review research on continuous quality improvement, the main methodologies employed and their application.

The present work is structured into five sections. In addition to this introduction, Section 2 describes the main tools applied in continuous quality improvement. Section 3 describes the methodology applied on the literature review, while the results are presented in Section 4. These results are discussed in Section 5, including the conclusion and suggestions for future work.

Tools for Continuous Quality Improvement

In this section, some of the main tools/methodologies associated with continuous quality improvement will be presented.

Kaizen

Kaizen is a globally renowned and applied methodology, created by the Japanese Masaaki Imai to improve manufacturing quality in Japan, with its core principle being the involvement of all company collaborators [24]. The objective of this methodology is continuous improvement in the quality of products and/or services to meet customer demands [4]. Implementing continuous improvement practices is based on three key points: involving all people, every day, and in all areas [22].

According to [31], there are ten commandments developed by [32] that should be followed in the Kaizen methodology: (i) eliminate waste; (ii) make continuous incremental improvements; (iii) involve all employees in the process (from managers to the operational base); (iv) increase productivity without significant investments; (v) apply the methodology within and beyond the Japanese culture; (vi) ensure complete transparency of procedures, processes, and values, making waste and problems visible to everyone; (vii) focus on the areas that generate profitability, such as the factory floor; (viii) orient towards processes; (ix) prioritise people by guiding personnel towards quality, teamwork, nurturing wisdom, boosting morale, self-discipline, quality circles, and encouraging individual or group suggestions; (x) the essence of organisational learning lies in learning by doing.

Lean

Lean is a methodology created in Japan by Taiichi Ohno, an engineer and production manager at Toyota [33]. It is used by companies across all sectors with the objectives of waste and inventory reduction, cost reduction, production improvement and flexibility, process enhancement, and associated logistics improvement [8, 24, 34-36].

According to [7, 20, 36-37], the success of Lean implementation depends on the involvement of all employees through training and organizational change within the company, using

improvement tools to achieve success in the effective and enduring implementation of this quality tool.

Six Sigma

The Six Sigma method was developed by engineer Bill Smith at the American company Motorola during the 1980s [35, 39], a period of intense competition, especially from Japan [40]. Its initial purpose was to improve businesses by eliminating errors in production processes and defects in products. To achieve this, statistical data collection was used, which proved essential in resolving issues related to poor quality and ultimately satisfying customers [9, 40-44].

Lean Six Sigma

The Lean Six Sigma (LSS) methodology is a term formed by the combination of two quality methodologies, Lean and Six Sigma, to reduce production costs, enhance an organisation's capability, improve the quality of products and services [8, 34], and thus reducing customer waiting time [45].

Research Methodology

A systematic literature review (SLR) was conducted as a structured, robust, repeatable, and transparent process to investigate the existing literature [46] analytically. This type of research has been widely used by many authors to organise the main contributions in different areas of knowledge, such as in fields related to the automotive industry [2, 3, 11-12] education [18-20], food industries [36], and healthcare [3, 17]. It helps synthesise research and provides valuable insights for future studies. The following section will detail the methodology employed for the SLR.

Research Planning

The study aims to understand how the combined use of Lean, Six Sigma, Lean Six Sigma, and Kaizen methodologies can contribute to the continuous improvement of quality management in different areas, especially in testing and calibration laboratories.

Four groups of interest were defined and are associated with the proposed theme, namely: (i) Quality; (ii) Tools; (iii) Standards; and (iv) Location. For each group, a set of keywords was identified based on the terms and keywords found in the literature when researching continuous quality (Table 1).

Table 1 – Keywords selected according with the work's scope.

Group	Keyword
Quality	"Continuous Quality Improvement" OR "Quality Improvement" OR "Quality Management" OR "Quality Assurance" OR "Quality" OR "Quality Control" OR "Quality Management System"
Tool	"kaizen" OR "lean" OR "lean six sigma" OR "pdca" OR "six sigma"
Norm	ISO/IEC 17025 OR "17025" OR "ISO standards" OR "ISO"
Site	"Testing and Calibration Laboratories" OR "Laboratory accreditation" OR "Calibration laboratories"

Research papers, review articles, and conference proceedings indexed in 3 important databases were searched: Google Scholar, Scopus, and Web of Science. Language filters (English language only) and temporal filters (works published between 1994 and 2022) were applied. The temporal cutoff was justified since the vast majority of works have been published after 1994 (Figure 1).

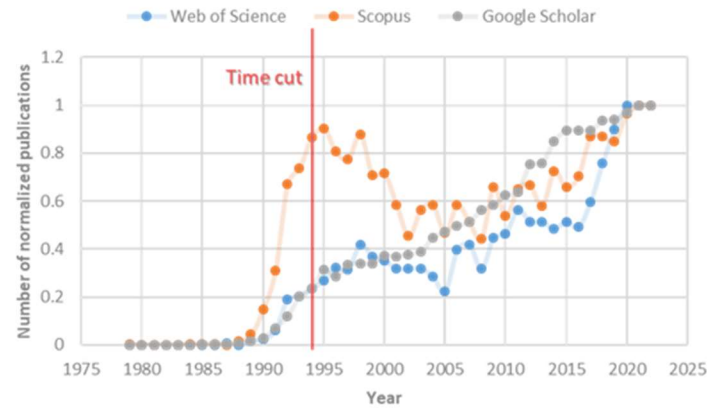


Figure 1 – Normalization number of publications searched in Google Scholar, Scopus and Web of Science databases.

Once the described filtering was performed, intersections were made with the keyword groups (Table 1), evaluating the overlap of articles obtained between the 4 groups. Finally, the titles and abstracts of the identified articles were read, and 41 articles that best related to the purpose of this study were selected.

Results

In this section, the main results of the conducted literature review are presented.

The number of articles found when different keyword intersections were performed in 3 datasets (Google Scholar, Scopus and Web of Science) is shown in Table 2.

Table 2 - Result of the search strategy in Google Scholar: 1994 - 2023

#	Key words	Web of Science	Scopus	Google Scholar
1	Kaizen	988	1911	182000
2	Lean	86190	119091	3870000
3	Six Sigma	4544	8913	201000
4	Lean Six Sigma	1444	2314	50800
5	Continuous Quality Improvement	3019	4748	116000
6	Testing and Calibration Laboratories	104	179	12300
7	#1 AND #2	412	875	5700
8	#1 AND #3	88	184	25800
9	#1 AND #4	42	74	15100
10	#1 AND #5	7	21	3400
11	#1 AND #6	0	0	65
12	#1 AND #2 AND #3 AND #4	42	74	15100
12	#1 AND #2 AND #3 AND #4 AND #5	0	14	889
13	#1 AND #2 AND #3 AND #4 AND #5 AND #6	0	0	3

In Figure 2, the information on publications that used each of the 4 quality tools investigated is summarised. In Figure 2(a), the number of publications over time is shown, and in Figure 2(b), the most used tools are indicated by the application area.

(a)

(b)

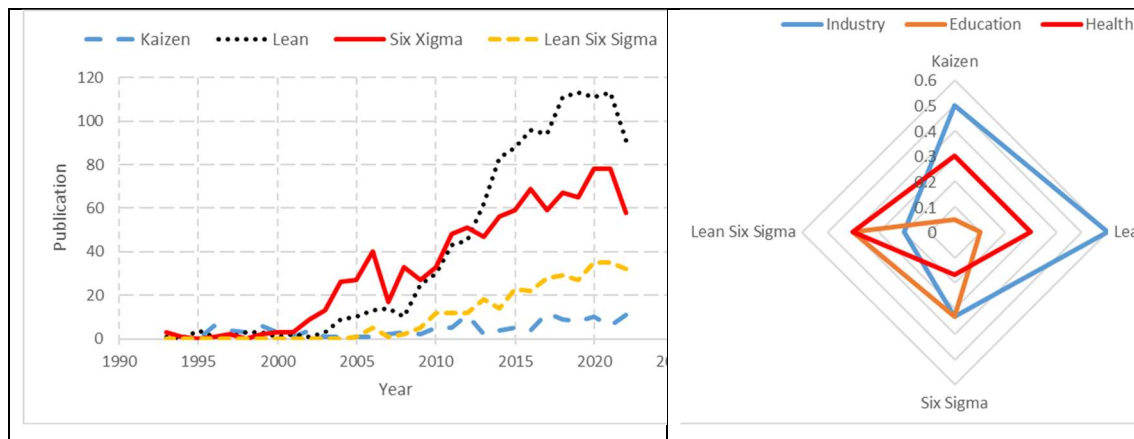


Figure 2 – (a) Evolution of publications by tool over time; (b) Main applications by industry sector and tool.

Table 3 Presents the identification of the methodologies and their applications according to the authors of the 41 articles identified as most relevant for this research.

Table 3 – Relevant aspects of the selected articles.

Methodology	Year	Authors	Application
Kaizen	1994	Imai	Industry
	1997	Eidgahy	Education
	1999	Ennis	Health
	1999	Richardson et al.	Health
	2000	Mckinley et al.	Laboratory
	2003	Brunet e New	Industry
	2006	Briales e Ferraz	Industry
	2006	Rebechi	Industry
	2016	Raiser et al.	Industry
	2016	Oliani	Industry
	2016	Lucio	Laboratory
	2016	Dinis	Industry
	2018	Loureiro	Pharmacy
	2018	Gumba	Health
	2019	Kumar	Industry
	2019	Sladen et al.	Health
	2019	Zocca et al.	Industry
	2021	Lordelo et al.	Health
	2021	Yogeswary et al.	Industry
	2022	Flug et al.	Health

Table 3 – Relevant aspects of the selected articles (*cont.*).

Methodology	Year	Authors	Application
Lean	1997	Womack	Industry
	2008	Silva	Industry
	2010	Trilling et al.	Health
	2012	Radnor e Holweg	Health
	2016	Dora et al.	Industry
	2018	Blouin-Delisle	Health
	2018	Mendes et al	Education
	2018	Ng e Ghobakhloo	Industry
	2020	Saetta e Caldarelli	Industry
	2022	Yilmaz et al.	Industry
Six Sigma	2000	Henderson e Evans	Industry
	2004	Antony	Education
	2011	Antony	Education
	2016	Hassan	Computing
	2019	Vetter e Morrice	Health
	2010	Taghizadegan	Industry
Lean Six Sigma	2016	Antony	Education
	2017	Antony	Education
	2018	Guo et al.	Health
	2018	Ahmed	Health
	2019	Parmar e Desai	Industry

Discussion and Conclusion

The results indicate a more intense use of Lean over the years, followed by Six Sigma, and the least utilization of the Kaizen methodology. There is also an observed increasing trend in the use of all four methodologies, which supports the premise of this research. Among the 41 selected articles, Lean and Kaizen are the most commonly employed in the industry, followed by Six Sigma, with very little application of Lean Six Sigma. However, there were very few studies related to the use of such methodologies in testing and calibration laboratories. This finding motivates us to propose future research on the implementation of continuous quality methodologies in testing and calibration laboratories.

In this work, research related to the topic of continuous improvement and the methodologies Kaizen, Lean, Six Sigma, and Lean Six Sigma were conducted. In the state-of-the-art survey, solutions employed by various authors in the industrial, healthcare, and educational sectors were identified, highlighting the gap regarding applying the continuous improvement theme and the main methodologies in testing and calibration laboratories.

References

- BRIALES, et al. Melhoria contínua através do Kaizen. Revista eletrônica de economia, n. 7, 2006.
- KUMAR, Ravinder. Kaizen a tool for continuous quality improvement in Indian manufacturing organization. Int. J.. of Mathematical, Eng. and Management Sci., v. 4, n. 2, p. 452, 2019.
- YOGESWARY, et al. Continuous quality improvement: A study in pressure adhesive process department. In: AIP Conference Proceedings. AIP Publishing LLC, 2021. p. 020201.
- OLIANI, L et al. Ferramenta de Melhoria Contínua Kaizen. Revista Científica UNAR, v. 12, n. 1, p. 57-67, 2016.
- RICHARDSON et al. Contemporary organizational strategies for enhancing value in health care. International Journal of Health Care Quality Assurance, 1999.
- YILMAZ, Aysegul et al. Lean and industry 4.0: Mapping determinants and barriers from a social, environmental, and operational perspective. Tech. For. and Soc. Cha, v. 175, p. 121320,

- 2022.
- SAETTA, et al. Lean production as a tool for green production: the Green Foundry case study. *Procedia manufacturing*, v. 42, p. 498-502, 2020.
- NG, Tan Ching et al. What determines lean manufacturing implementation? A CB-SEM model. *Economies*, v. 6, n. 1, p. 9, 2018.
- ANTONY, et al. Lean Six Sigma: yesterday, today and tomorrow. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 34, n. 7, p. 1073-1093, 2017.
- VETTER, Thomas R.; MORRICE, Douglas. Statistical process control: No hits, No runs, No errors?. *Anesthesia & Analgesia*, v. 128, n. 2, p. 374-382, 2019.
- BRUNET, Adam Paul; NEW, Steve. Kaizen in Japan: an empirical study. *International Journal of Operations & Production Management*, 2003.
- SILVA, Edson Zilio. Um modelo de guia para a preparação da implementação da produção enxuta baseado na aprendizagem organizacional. 2008.
- BLOUIN-DELISLE, Charles Hubert et al. Improving flow in the OR: How Lean process studies can lead to shorter stays in the recovery ward. *Int.l J. of Health Care Quality Assurance*, 2018.
- FLUG, Jonathan A. et al. Kaizen Process Improvement in Radiology: Primer for Creating a Culture of Continuous Quality Improvement. *RadioGraphics*, p. 210086, 2022.
- SLADEN, Douglas P. et al. Application of Kaizen Principles to a Large Cochlear Implant Practice: A Continuous Quality Improvement Initiative at Mayo Clinic. *Otology & Neurotology*, v. 40, n. 6, p. e592-e599, 2019.
- LORDELO, Sandro Alberto Vianna et al. Kaizen and healthcare: A bibliometric analysis. In: *Advances in Production Management Systems. Artificial Intelligence for Sustainable and Resilient Production Systems: IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2021, Nantes, France, September 5–9, 2021, Proceedings, Part II*. Springer Int. Publishing, 2021. p. 314-322.
- TRILLING, Lorraine et al. Improving care efficiency in a radiotherapy center using Lean philosophy: A case study of the proton therapy center of Institut Curie—Orsay. In: *2010 IEEE Workshop on Health Care Management (WHCM)*. IEEE, 2010. p. 1-6.
- EIDGAHY, Saeid Y. Cqi In Professional Development Of Engineers: Dynamics, Obligations And Myths. In: *1997 Annual Conference*. 1997. p. 2.118. 1-2.118. 5.
- LUCIO, Bianca Soares et al. A melhoria continua nos processos do laboratório de práticas e projetos em uma Instituição de Ensino Superior. p. 1-388–416, 2016.
- MENDES, Marcos; SANTOS Ricardo.; QUERINO Thiago. Guia para implementação da metodologia Lean educacional nas escolas do SENAI. Minas Gerais: SENAI, 2018.
- GUMBA, Horace et al. Implementing a quality management system using good clinical laboratory practice guidelines at KEMRI-CMR to support medical research. v. 3, 2018.
- LOUREIRO, Ana Margarida Malvar. O método kaizen aplicado na farmácia de oficina. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de Coimbra.
- ORTNER, Hugo M. The human factor in quality management. *Accreditation and Quality Assurance*, v. 5, n. 4, p. 130-141, 2000.
- DINIS, Cláudia Sofia Araújo. A metodologia 5S e Kaizen Diário. 2016. Tese de Doutorado
- ENNIS, Kay; HARRINGTON, Denis. Quality management in Irish health care. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 1999.
- GARRIDO, Rodrigo Grazinoli; ARAUJO, Katia. Sistemas de Gestão da Qualidade em Laboratório de Genética Forense. *Revista ESPACIOS* | Vol. 35 (Nº 5) Año 2014, 2014.
- 1
- GUO, Eric W. et al. Improving total joint replacement with continuous quality improvement methods and tools. *Orthopedic Clinics*, v. 49, n. 4, p. 397-403, 2018.
- JESUS, Laura Neves de et al. Um estudo sobre a implementação e manutenção da certificação da Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017 em um laboratório de análises ambientais. 2021.
- MCKINLEY, P. G.; LYONS, D. J. Analytical methods and quality assurance: Application of quality systems attributes to laboratory management. *Communications in soil science and plant analysis*, v. 31, n. 11-14, p. 1973-1980, 2000.

- RAISER, Sergio; DOS SANTOS, Antonio José; DE OLIVEIRA, Marco Aurélio. Gestão da manufatura enxuta no chão de fábrica. Um estudo de caso do Gemba Kaizen aplicado numa indústria fabricante de máquinas. Revista ESPACIOS Vol. 37 (Nº 30) Año 2016, 2016.
- REBECHI, Robson. Sistema Operacional Kaizen: Um Estudo de Caso sobre a Implantação do Sistema Operacional Oriental em um Empresa Ocidental. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia XIVSGeT, 2006.
- IMAI, Masaaki. Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo. Imam, 1994.
- RADNOR, Zoe J. et al. Lean in healthcare: the unfilled promise. Soc sci & med, v. 74, n. 3, p. 364-371, 2012.
- WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. Journal of the Operational Research Society, v. 48, n. 11, p. 1148-1148, 1997.
- PARMAR, P S et al. A systematic literature review on Sustainable Lean Six Sigma: Current status and future research directions. Int J of Lean Six Sigma, v. 11, n. 3, p. 429-461, 2019.
- ZOCCA, Renan et al. Kaizen Approach for the systematic review of occupational safety and health procedures in food industries. In: Human Systems Engineering and Design: Proceedings of the 1st International Conference on Human Systems Engineering and Design (IHSED2018): Future Trends and Applications. Springer International Publishing, 2019. p. 722-727.
- SAETTA et al. Lean production as a tool for green production: the Green Foundry case study. Procedia manufacturing, v. 42, p. 498-502, 2020.
- DORA, Manoj et al. Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs—a multiple case analysis. Production Planning & Control, v. 27, n. 1, p. 1-23, 2016.
- SHAH, R.; CHANDRASEKARAN, A.; LINDERMAN, K. In pursuit of implementation patterns: the context of Lean and Six Sigma. International Journal of Production
- ANTONY, J. Six Sigma vs Lean: Some perspectives from leading academics and practitioners. Int. J. of Productivity and Performance Management, v. 60, n. 2, p. 185-190, 2011.
- HASSAN, Mohd Fahrul et al. Investigation of existing laptop computer towards sustainable development using design for six sigma and design for disassembly. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, v. 11, n. 12, p. 7683-7688, 2016.
- HENDERSON, Kim M.; EVANS, James R. Successful implementation of Six Sigma: benchmarking general electric company. Benchmarking: an int. j., v. 7, n. 4, p. 260-282, 2000.
- ANTONY, Jiju. Some pros and cons of six sigma: an academic perspective. The TQM magazine, v. 16, n. 4, p. 303-306, 2004.
- Taghizadegan, 2010
- ANTONY, Jiju; SETIJONO, Djoko; DAHLGAARD, Jens J. Lean Six Sigma and Innovation—an exploratory study among UK organisations. Total Quality Management & Business Excellence, v. 27, n. 1-2, p. 124-140, 2016.
- BARBOSA, C R H. et al. . Smart Manufacturing and Digitalization of Metrology: A Systematic Literature Review and a Research Agenda. SENSORS, v. 22, p. 6114, 2022.

Acknowledgements

This work was carried out with the support of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) - Financing Code 001.