



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RAÍSSA SOUTO MAIOR CORRÊA DE CARVALHO

**UMA ABORDAGEM PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS REQUISITOS DA NORMA  
NBR ISO 9001:2015 EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS UTILIZANDO A  
METODOLOGIA TRIZ**

Recife

2021

RAÍSSA SOUTO MAIOR CORRÊA DE CARVALHO

**UMA ABORDAGEM PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS REQUISITOS DA NORMA  
NBR ISO 9001:2015 EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS UTILIZANDO A  
METODOLOGIA TRIZ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção. Área de Concentração: Gerência da Produção.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Dumke de Medeiros.

Recife

2021

Catálogo na fonte  
Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

C331u	<p>Carvalho, Raíssa Souto Maior Corrêa de. Uma abordagem para implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas utilizando a Metodologia TRIZ / Raíssa Souto Maior Corrêa de Carvalho. – Recife, 2021. 114 folhas, il., figs., quads., e tabs.</p> <p>Orientadora: Profa. Dra. Denise Dumke de Medeiros. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, 2021. Inclui Referências e Apêndices.</p> <p>1. Engenharia de Produção. 2. Qualidade. 3. Inovação. 4. PMEs. 5. Norma NBR ISO 9001:2015. 6. Metodologia TRIZ. I. Medeiros, Denise Dumke de (Orientadora). II. Título.</p>	UFPE
	658.5 CDD (22. ed.)	BCTG/2021-164

RAÍSSA SOUTO MAIOR CORRÊA DE CARVALHO

**UMA ABORDAGEM PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS REQUISITOS DA NORMA  
NBR ISO 9001:2015 EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS UTILIZANDO A  
METODOLOGIA TRIZ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção. Área de Concentração: Gerência da Produção.

Aprovada em: 07/07/2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Denise Dumke de Medeiros (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Danielle Costa Morais (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Isis Didier Lins (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>º</sup>. Dr. Carlos Eduardo Sanches da Silva (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Itajubá

---

Prof<sup>º</sup>. Dr. Otávio José de Oliveira (Examinador Externo)  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela conclusão do Doutorado Acadêmico no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e a Nossa Senhora por me ensinar suas virtudes de forma admirável.

Agradeço aos meus pais, familiares e amigos por todo o apoio.

Agradeço aos professores e funcionários do PPGEP da UFPE. De maneira especial, agradeço à professora Denise Dumke de Medeiros pelo suporte e orientação para a realização deste trabalho.

Agradeço aos professores da banca pelos comentários e sugestões: Isis Didier, Luciana Hazin, Danielle Morais, Carlos Sanches e Otávio de Oliveira.

Por fim, agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE pelo incentivo à pesquisa científica e tecnológica e à formação de pesquisadores no Brasil.

“Nada te perturbe, nada te espante. Tudo passa, Deus não se muda. A paciência tudo alcança. Quem a Deus tem, nada lhe falta. Só Deus basta” (DE JESUS, 2015, p. 969).

## RESUMO

Pequenas e médias empresas (PMEs) possuem destaque na economia dos países, uma vez que atuam como fonte de renda e emprego para a população, coesão social e diversificação de mercado, colaborando para a redução da pobreza. A demanda por iniciativas que contribuam para o aumento da produtividade das PMEs está relacionada à sua importância econômica para os países. Um dos fatores para alavancar a capacidade competitiva das PMEs é estimular a certificação de qualidade e conformidade por meio da ISO 9001. Entretanto, na última década, milhares de organizações cancelaram ou perderam a certificação da ISO 9001. No caso das PMEs, esse fato pode ser explicado pelas diversas dificuldades enfrentadas pelos gestores na implementação dos requisitos da Norma. A presente pesquisa apresenta-se inovadora ao propor uma abordagem para auxiliar os gestores na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas utilizando a metodologia TRIZ. Para a aplicação da abordagem proposta, um estudo de múltiplos casos foi conduzido em três empresas de Pernambuco. A coleta de dados com os gestores das empresas foi realizada através da condução de entrevista. Os resultados do estudo de múltiplos casos indicam que as dificuldades relacionadas à implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 estão associadas principalmente à liderança, engajamento de pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidência e gestão de risco. Por meio da aplicação da abordagem proposta, foi possível identificar os fatores críticos da implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015, propor soluções para os fatores críticos com base nas características do problema e nos princípios inventivos da TRIZ, e sugerir diretrizes para alcançar as soluções propostas.

Palavras-chave: qualidade; inovação; PMEs; norma NBR ISO 9001:2015; TRIZ.

## ABSTRACT

Small and medium-sized enterprises (SMEs) stand out in the economy of countries, since they act as a source of income and employment for the population, social cohesion and market diversification, in addition to contributing to poverty reduction. The demand for initiatives that contribute to increasing the productivity of SMEs is related to their economic importance for countries. One of the factors to improve the competitive capacity of SMEs is to encourage quality and compliance certification through the ISO 9001. However, in the past decade, thousands of organizations have canceled or lost the ISO 9001 certification. In the case of SMEs, this fact can be explained by the barriers faced by managers in implementing the requirements of the Standard. This research is innovative in proposing an approach to assist managers in implementing the requirements of the NBR ISO 9001:2015 in small and medium-sized enterprises using the TRIZ methodology. For the application of the proposed approach, a multiple case study was carried out in three companies in Pernambuco. Data collection with company managers was carried out through an interview. The results indicate that the barriers related to the implementation of the requirements of the NBR ISO 9001:2015 are mainly associated with leadership, people engagement, process approach, improvement, evidence-based decision making and risk management. In addition, important SME customers are not demanding the certification. Through the application of the proposed approach, the critical factors for the implementation of the requirements of the NBR ISO 9001:2015 were identified, solutions were proposed for the critical factors based on the characteristics of the problem and on the inventive principles of TRIZ, and guidelines were suggested for achieve the proposed solutions.

Keywords: quality; innovation; SMEs; NBR ISO 9001:2015; TRIZ.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Etapas da pesquisa .....	22
Figura 2 - Estratégia da TRIZ para a solução de problemas .....	36
Figura 3 - Fluxograma para a solução de problemas utilizando os princípios inventivos .....	41
Figura 4 - Gráfico radar das dificuldades por empresa .....	51
Figura 5 - Etapas da abordagem proposta para implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas com base na metodologia TRIZ.	54
Figura 6 - Fatores críticos para a implementação da Norma NBR ISO 9001:2015 .....	59

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dificuldades para a implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 .....	33
Quadro 2 - Associação entre os fatores críticos e os parâmetros de engenharia .....	61
Quadro 3 - Identificação das contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia .....	62
Quadro 4 - Matriz de contradição da TRIZ .....	64
Quadro 5 - Diretrizes da dimensão “Liderança” – Fator crítico “O entendimento da Norma” .....	67
Quadro 6 - Diretrizes da dimensão “Liderança” – Fator crítico “Adaptação do sistema existente aos requisitos” .....	68
Quadro 7 - Diretrizes da dimensão “Liderança” – Fator crítico “Motivação do pessoal para a qualidade” .....	69
Quadro 8 - Diretrizes da dimensão “Liderança” – Fator crítico “Sensibilização dos funcionários sobre o significado da ISO 9001” .....	71
Quadro 9 - Diretrizes da dimensão “Engajamento de pessoas” .....	73
Quadro 10 - Diretrizes da dimensão “Abordagem de processo” .....	75
Quadro 11 - Diretrizes da dimensão “Melhoria” .....	76
Quadro 12 - Diretrizes da dimensão “Tomada de decisão baseada em evidência” – Fator crítico “Monitoramento e medição de processos” .....	78
Quadro 13 - Diretrizes da dimensão “Tomada de decisão baseada em evidência” – Fator crítico “Ausência de auditorias” .....	79
Quadro 14 - Diretrizes da dimensão “Gestão de risco” .....	81

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das empresas segundo o porte.....	24
Tabela 2 - Lista dos 39 parâmetros de engenharia da TRIZ.....	38
Tabela 3 - Lista dos 40 princípios inventivos da TRIZ.....	39
Tabela 4 - Comparação de trabalhos da literatura considerando as características versão da Norma ISO 9001, PME e TRIZ .....	45
Tabela 5 - Avaliação das dificuldades por empresa .....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS

BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CRM	Customer Relationship Management
ISI	Institute for Scientific Information
ISO	International Organization for Standardization
MGE	Média e Grande Empresa
MPE	Micro e Pequena Empresa
MPI	Método dos Princípios Inventivos
PIB	Produto Interno Bruto
PME	Pequena e Média Empresa
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEM	Structural Equation Modeling
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
TQM	Total Quality Management
TRIZ	Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
WoS	Web of Science

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3</b>	<b>Metodologia.....</b>	<b>17</b>
1.3.1	Características da pesquisa.....	17
1.3.2	Técnicas da pesquisa.....	19
1.3.3	Aspectos éticos da pesquisa.....	20
1.3.4	Etapas da pesquisa.....	21
<b>1.4</b>	<b>Estrutura da tese.....</b>	<b>23</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1</b>	<b>Pequenas e médias empresas.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2</b>	<b>Qualidade e inovação.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3</b>	<b>Norma NBR ISO 9001:2015.....</b>	<b>30</b>
<b>2.4</b>	<b>Teoria TRIZ.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5</b>	<b>Caráter inovador da pesquisa.....</b>	<b>43</b>
<b>2.6</b>	<b>Considerações sobre este capítulo.....</b>	<b>45</b>
<b>3</b>	<b>ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS.....</b>	<b>47</b>
<b>3.1</b>	<b>Características da Empresa 1.....</b>	<b>47</b>
<b>3.2</b>	<b>Características da Empresa 2.....</b>	<b>48</b>
<b>3.3</b>	<b>Características da Empresa 3.....</b>	<b>48</b>
<b>3.4</b>	<b>Dificuldades das empresas com os requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015.....</b>	<b>49</b>
<b>3.5</b>	<b>Considerações sobre este capítulo.....</b>	<b>52</b>
<b>4</b>	<b>ABORDAGEM PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS REQUISITOS DA NORMA NBR ISO 9001:2015 EM PMEs COM BASE NA METODOLOGIA TRIZ.....</b>	<b>53</b>
<b>4.1</b>	<b>Etapas da abordagem proposta para implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas baseada na metodologia TRIZ.....</b>	<b>53</b>
4.1.1	Identificação dos fatores críticos da Norma NBR ISO 9001:2015.....	55
4.1.2	Conversão dos fatores críticos em parâmetros de engenharia da TRIZ.....	55

4.1.3	Identificação das contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia.....	55
4.1.4	Desenvolvimento da matriz de contradições da TRIZ.....	56
4.1.5	Determinação dos princípios inventivos da TRIZ.....	57
<b>4.2</b>	<b>Aplicação da abordagem proposta para implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas baseada na metodologia TRIZ.....</b>	<b>57</b>
4.2.1	Etapa 1 – Identificação dos fatores críticos da Norma NBR ISO 9001:2015.....	57
4.2.2	Etapa 2 – Conversão dos fatores críticos em parâmetros de engenharia da TRIZ.	60
4.2.3	Etapa 3 – Identificação das contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia.....	62
4.2.4	Etapa 4 – Desenvolvimento da matriz de contradições da TRIZ.....	63
4.2.5	Etapa 5 – Determinação dos princípios inventivos da TRIZ.....	65
4.2.6	Diretrizes para alcançar os princípios inventivos da TRIZ com base nas Normas NBR ISO 9001:2015 e NBR ISO 9000:2015.....	65
<b>4.3</b>	<b>Considerações sobre este capítulo.....</b>	<b>83</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>84</b>
<b>5.1</b>	<b>Limitações e dificuldades do trabalho.....</b>	<b>87</b>
<b>5.2</b>	<b>Sugestões de pesquisas futuras.....</b>	<b>87</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>89</b>
	<b>APÊNDICE A – MODELO DO QUESTIONÁRIO APLICADO.....</b>	<b>97</b>
	<b>APÊNDICE B – PESQUISA DOS ARTIGOS NA WOS.....</b>	<b>101</b>
	<b>APÊNDICE C – GUIA DA ABORDAGEM PROPOSTA.....</b>	<b>103</b>
	<b>ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....</b>	<b>109</b>
	<b>ANEXO B – MATRIZ DE CONTRADIÇÕES DA TRIZ.....</b>	<b>110</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade e a inovação estão cada vez mais próximas devido às pressões enfrentadas pelas organizações na busca pela excelência operacional (LILJA *et al.*, 2017). Com o mercado dinâmico, esses elementos tornam-se importantes para o destaque competitivo das organizações (DUAN *et al.*, 2020). Além de oferecerem produtos e serviços de qualidade, é de interesse dos clientes que as empresas sejam inovadoras, flexíveis e criativas para gerar diferenciação. Nesse sentido, a qualidade e a inovação permitem vantagem competitiva às organizações (NGUYEN; CHAU, 2017).

No contexto de pequenas e médias empresas (PMEs), a qualidade e a inovação têm impacto positivo no desempenho dos negócios (ALI; HILMAN; GORONDUTSE, 2020; BAHTA *et al.*, 2020). As PMEs possuem destaque na economia dos países, uma vez que atuam como fonte de renda e emprego para a população, coesão social e diversificação de mercado (ENGSTRÖM; MCKELVIE, 2017; CATANZARO; TEYSSIER, 2020; PARVIN; ASIMIRAN; AYUB, 2021). Esse fato não é diferente no Brasil. De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2021a), 99% dos estabelecimentos existentes no Brasil são micro e pequenas empresas atuantes em diversos setores, como indústria, comércio e serviços. Essas empresas são responsáveis por 52% dos empregos com carteira assinada no setor privado e geram 27% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro.

Apesar da sua importância na economia, as PMEs têm menos acesso a fontes formais de financiamento externo e possuem recursos limitados (ROSTAMKALAEI; FREEL, 2016; ROXAS, 2021). Em geral, isso implica que os recursos sejam direcionados para a solução de problemas do cotidiano (HENRIQUE; CATARINO, 2016), o que dificulta o crescimento e a implementação de novas ações, como a implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015.

No Brasil, a Norma NBR ISO 9001:2015 é comumente requisitada pelas organizações em busca de certificação. As pesquisas da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO, 2016) indicam que, aproximadamente, 90% das organizações certificadas pesquisadas utilizaram os serviços de um consultor para ajudar na implementação do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) e 44% das organizações, aproximadamente, continuaram a utilizar esses serviços após a certificação para auxiliar na

manutenção do SGQ. Esse fato foi proeminente em micro, pequenas e médias organizações. Como as características particularidades das PMEs podem tornar-se obstáculos para a implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 (CHIARINI, 2019), Da Fonseca *et al.* (2019) concordam que a ajuda de consultores é útil nesse processo de certificação.

Considerando a problemática das dificuldades enfrentadas pelas pequenas e médias empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015, a busca por metodologias que contribuam para auxiliar nesse processo tem sido objeto de estudo. A Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ) é uma metodologia estruturada para inovação e indicada para resolver, de forma criativa, problemas cuja solução não é conhecida, possibilitando a geração de diversas ideias de maneira eficiente (LEE *et al.*, 2020). A teoria da TRIZ é reconhecida em diferentes campos por ajudar a resolver problemas difíceis e inspirar grandes resultados de forma criativa (SHEU; CHIU; CAYARD, 2020).

Assim, considerando a importância das pequenas e médias empresas para a geração de empregos e para a economia dos países, o presente trabalho tem como objetivo propor uma abordagem para auxiliar os gestores na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas utilizando a metodologia TRIZ. O estudo de múltiplos casos foi conduzido em três empresas de Pernambuco/Brasil. A integração entre a qualidade e a inovação visa proporcionar benefícios para as pequenas e médias empresas, aumentando sua capacidade competitiva e, conseqüentemente, contribuindo para o desenvolvimento econômico local e nacional.

## **1.1 Justificativa**

Atualmente, empresas de todo o mundo têm enfrentado as conseqüências da crise econômica causada pela pandemia da Covid-19, sobretudo as pequenas e médias empresas (DURST; PALACIOS ACUACHE; BRUNS, 2021). Em geral, essas empresas são mais dependentes do financiamento bancário quando comparadas a grandes empresas (MOL-GÓMEZ-VÁZQUEZ; HERNÁNDEZ-CÁNOVAS; KOËTER-KANT, 2021). De acordo com Parnell e Crandall (2021), a capacidade inovadora das empresas ajuda no enfrentamento das crises.

A demanda por iniciativas que contribuam para o aumento da produtividade das pequenas e médias empresas está relacionada à sua importância para a economia dos países

(MACHADO *et al.*, 2020). Um fator relevante para alavancar a capacidade competitiva das PMEs é estimular a certificação de qualidade e conformidade por meio da ISO 9001 (HERAS-SAIZARBITORIA; BOIRAL, 2015). Essa Norma fornece requisitos para melhorar a eficácia e eficiência dos processos (SU; KAO; LINDERMAN, 2020) e o desempenho organizacional das empresas (SFREDDO *et al.*, 2021).

No estado de Pernambuco/Brasil, a promoção do aumento da produtividade das empresas de médio porte está entre os projetos estruturantes de interesse privado, de forma a contribuir para o aumento da capacidade competitiva da economia do estado. O fomento à inovação e a certificação de empresas através da ISO 9001 estão entre as metas para alcançar tal objetivo (PERNAMBUCO, 2015). Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de contribuir para o atendimento do planejamento estratégico do governo do estado de Pernambuco na organização e disseminação dos projetos estruturantes.

Entretanto, na última década, milhares de organizações cancelaram ou perderam a certificações da ISO 9001 (CÂNDIDO; COELHO; PEIXINHO, 2019). No caso das PMEs, esse fato pode ser explicado pelas diversas dificuldades enfrentadas pelos gestores dessas empresas na implementação dos requisitos da Norma (STERNAD; KRENN; SCHMID, 2017; SFAKIANAKI; KAKOURIS, 2018).

Nesse contexto, destaca-se a importância de compreender as dificuldades enfrentadas pelos gestores de pequenas e médias empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015, com a finalidade de auxiliá-los no processo de implementação e manutenção da certificação (ALMEIDA; PRADHAN; MUNIZ JR, 2018). Embora haja diversos estudos na literatura sobre o levantamento dessas dificuldades, o problema identificado neste pode ser considerado como inventivo, uma vez que não há uma solução previamente conhecida. Cada empresa apresenta níveis de dificuldades particulares. Assim, esse fato potencializa o uso da metodologia TRIZ para resolver o problema de forma criativa, considerando as particularidades das empresas.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo contribuir para a adoção de práticas da qualidade e inovação no contexto de pequenas e médias empresas. Esta pesquisa apresenta-se inovadora ao propor uma abordagem para auxiliar os gestores na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas utilizando a metodologia TRIZ.

## 1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral propor uma abordagem para auxiliar os gestores na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas utilizando a metodologia TRIZ.

Para alcançar o objetivo geral da pesquisa, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar o levantamento das dificuldades enfrentadas pelos gestores das empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015;
- Caracterizar os fatores críticos dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 por meio do estudo de caso em três empresas de Pernambuco/Brasil;
- Utilizar a metodologia TRIZ para desenvolver uma abordagem para auxiliar os gestores na implementação dos requisitos da Norma;
- Propor soluções para os fatores críticos com base nas características do problema e nos princípios inventivos da TRIZ;
- Sugerir diretrizes para alcançar as soluções propostas.

## 1.3 Metodologia

Nesta seção, os aspectos metodológicos da presente pesquisa serão apresentados, abrangendo as características, técnicas, aspectos éticos e etapas da pesquisa.

### 1.3.1 Características da pesquisa

A pesquisa científica pode ser classificada mediante diferentes critérios (GIL, 2017). A presente pesquisa foi conduzida como um estudo de múltiplos casos (GIL, 2017), objetivando o conhecimento de um dado fenômeno dentro de um contexto real e contemporâneo por meio de uma análise profunda de um ou mais casos (MIGUEL *et al.*, 2018). Yin (2015) destaca a importância da definição dos procedimentos formais de maneira explícita na realização da pesquisa de estudo de caso. De acordo com Voss *et al.* (2002) e Miguel *et al.* (2018), é possível alcançar maior grau de generalização (validade externa) dos resultados com a adoção de múltiplos casos. Além disso, esse tipo de método busca a generalização analítica (ou teórica) dos resultados, ou seja, “uma generalização dos casos para

uma teoria de mais alto nível que se abstrai das especificidades dos casos” (MIGUEL *et al.*, 2018, p. 134).

Segundo Miguel *et al.* (2018), selecionar casos contrastantes é uma estratégia frequentemente utilizada no estudo de múltiplos casos, desde que os casos sejam semelhantes em características relevantes para a pesquisa. Para Yin (2015), os casos devem ser selecionados de acordo com o potencial de esclarecimento das questões de pesquisa. O estudo foi conduzido em três empresas de Pernambuco/Brasil: Empresa 1, Empresa 2 e Empresa 3 (nomes fictícios para manter a confidencialidade). As empresas do estudo de múltiplos casos foram escolhidas considerando-se os seguintes critérios de seleção: enquadramento na classificação de pequenas e médias empresas; não possuir a certificação da Norma NBR ISO 9001:2015; e indicação do interesse dos gestores das empresas na implementação dos requisitos da Norma e na certificação. A promoção do aumento da produtividade das empresas de pequeno e médio porte é um dos projetos estruturantes de interesse privado do estado de Pernambuco disseminado pela FACEPE, e também foi considerada para a seleção das empresas. O convite para participar da pesquisa foi enviado por e-mail aos gestores de cada empresa.

Esta pesquisa é exploratória e descritiva. É exploratória, dado que tem como objetivo aprofundar o conhecimento de um problema em questão (GIL, 2017). O levantamento das dificuldades enfrentadas por pequenas e médias empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 será apresentado no Capítulo 3 deste trabalho, no estudo exploratório de múltiplos casos. A pesquisa é descritiva, uma vez que busca analisar as características de uma determinada população ou fenômeno, utilizando técnicas de coleta de dados, como o questionário (GIL, 2017). A descrição e análise dos dados obtidos com a aplicação do questionário serão apresentadas no Capítulo 4 deste trabalho.

A pesquisa adota a abordagem combinada qualitativa e quantitativa (MIGUEL *et al.*, 2018). Voss *et al.* (2002) destacam que o fato de o estudo de um ou mais casos ser frequentemente associado a dados qualitativos não deve impedir o pesquisador de buscar dados objetivos. De início, o estudo teve como objetivo compreender o contexto do fenômeno, ou seja, as dificuldades enfrentadas por pequenas e médias empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015, para posterior análise dos dados coletados nas entrevistas com os gestores das empresas por meio do questionário.

### 1.3.2 Técnicas da pesquisa

Segundo Marconi e Lakatos (2017), o processo de levantamento de dados faz parte de toda pesquisa científica. As técnicas de pesquisa para coleta de dados utilizadas nesta pesquisa foram a documentação indireta e a observação direta intensiva (MARCONI; LAKATOS, 2017).

A documentação indireta foi realizada com objetivo de adquirir a base teórica para o desenvolvimento do trabalho. Para isso, uma pesquisa em fontes primárias (fontes estatísticas, por exemplo) e secundárias (fundamentação teórica e revisão da literatura) foi conduzida sobre os seguintes tópicos: pequenas e médias empresas, qualidade e inovação, Norma NBR ISO 9001:2015 e metodologia TRIZ. Os artigos foram pesquisados, prioritariamente, em periódicos indexados na base de dados *Web of Science (WoS)* do *Institute for Scientific Information (ISI)*. O método de pesquisa dos artigos foi conduzido a partir da combinação dos seguintes termos (Apêndice B): *small and medium-sized enterprises; sme; iso 9001; iso 9001:2015; quality; innovation; triz*.

A coleta de dados com os gestores das empresas foi realizada através da observação direta intensiva mediante a condução de entrevista estruturada, ou seja, na qual o entrevistador segue um roteiro de perguntas estabelecido previamente ao entrevistado (MARCONI; LAKATOS, 2017). Segundo Voss *et al.* (2002), normalmente, as entrevistas estruturadas são a principal fonte de dados nos estudos de casos. Alguns autores diferenciam formulário de questionário (MARCONI; LAKATOS, 2017). De acordo com GIL (2019), quanto mais estruturada for a entrevista, mais se assemelhará ao questionário. Neste trabalho, será utilizado o termo “questionário” devido à padronização do roteiro de perguntas da entrevista.

Miguel *et al.* (2018) destacam que a confiabilidade e a validade são critérios para julgar a qualidade da pesquisa no estudo de múltiplos casos. Neste trabalho, as entrevistas foram conduzidas seguindo um protocolo definido previamente para a coleta dos dados, validando a confiabilidade da pesquisa. Além disso, durante o desenvolvimento do questionário para a análise e coleta dos dados, foram utilizadas múltiplas fontes de dados a partir da literatura, possibilitando o alcance de maior validade construtiva da pesquisa. A validação externa também foi verificada por meio do planejamento da pesquisa, tendo como objetivo utilizar a lógica de replicação em múltiplos estudos de caso (MIGUEL *et al.*, 2018).

O questionário foi elaborado com questões abertas e fechadas. Os dados desta pesquisa podem ser classificados como qualitativos nominais, em que não existe ordenação

nas respostas (por exemplo, idade, função na empresa e área de atuação), e ordinais, em que as respostas podem ser ordenadas (por exemplo, nível de escolaridade) (MIGUEL *et al.*, 2018). É importante que o questionário seja testado em um caso piloto ou em entrevistas iniciais dentro de uma organização (VOSS *et al.*, 2002). Assim, depois de elaborado, o questionário foi testado com o gestor da Empresa 1. A Empresa 1 foi selecionada para a condução do teste piloto, dado que o gestor indicou que esta empresa iniciou o processo de certificação em 2017, contratando uma empresa de consultoria e implementando os requisitos da Norma. A coleta dos dados iniciou-se somente após a condução do teste nesse caso piloto.

Para a coleta de dados, uma entrevista foi realizada com os gestores de cada empresa de forma presencial, permitindo esclarecer eventuais perguntas e dúvidas do entrevistado. A coleta dos dados iniciou-se somente após a aprovação do Projeto de Pesquisa pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em fevereiro de 2020. A entrevista com as Empresas 1 e 2 foi realizada separadamente em maio/2020, e a entrevista com a Empresa 3 foi realizada em setembro/2020. As entrevistas duraram, em média, 1 hora e 30 minutos. Todas as entrevistas foram realizadas respeitando os protocolos de segurança da Covid-19.

O questionário proposto teve como objetivo verificar as dificuldades enfrentadas pelos gestores das pequenas empresas e médias empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015. Trinta e uma dificuldades foram levantadas a partir da literatura. Os itens foram agrupados em oito dimensões, considerando os sete princípios de gestão da qualidade e a gestão de riscos (ISO, 2015b). Esses itens foram avaliados pelos gestores de cada empresa por meio da escala Likert de cinco pontos, variando de “discordo totalmente (1)” a “concordo totalmente (5)”. As dificuldades enfrentadas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas serão apresentadas na Seção 2.3 deste trabalho.

### 1.3.3 Aspectos éticos da pesquisa

Conforme a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde exigida pelo Comitê de Ética de Pesquisa, a participação da pesquisa foi feita de forma esclarecida, voluntária e gratuita, sob o esclarecimento e autorização do entrevistado das empresas envolvidas na pesquisa, respeitando os termos e definições da resolução, os aspectos éticos da pesquisa

envolvendo seres humanos, os riscos e os benefícios. O participante poderia retirar-se da pesquisa a qualquer momento, caso desejasse. Os riscos e os benefícios foram:

- Riscos: O questionário estruturado poderia expor os participantes a riscos, como cansaço e desconforto pelo tempo gasto na entrevista, em apenas um momento e pessoalmente, constrangimento em responder a alguns questionamentos. Se isto ocorresse, a entrevista seria interrompida imediatamente, podendo ser reaplicada posteriormente, se o participante desejasse. No caso de alguma pergunta constrangedora, a mesma não seria respondida e também não seria respondida por nenhum outro participante.
- Benefícios: O benefício para as empresas participantes refere-se à melhoria da qualidade e competitividade por meio do desenvolvimento de uma abordagem para facilitar a implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015. Não existe benefício direto ao entrevistado.

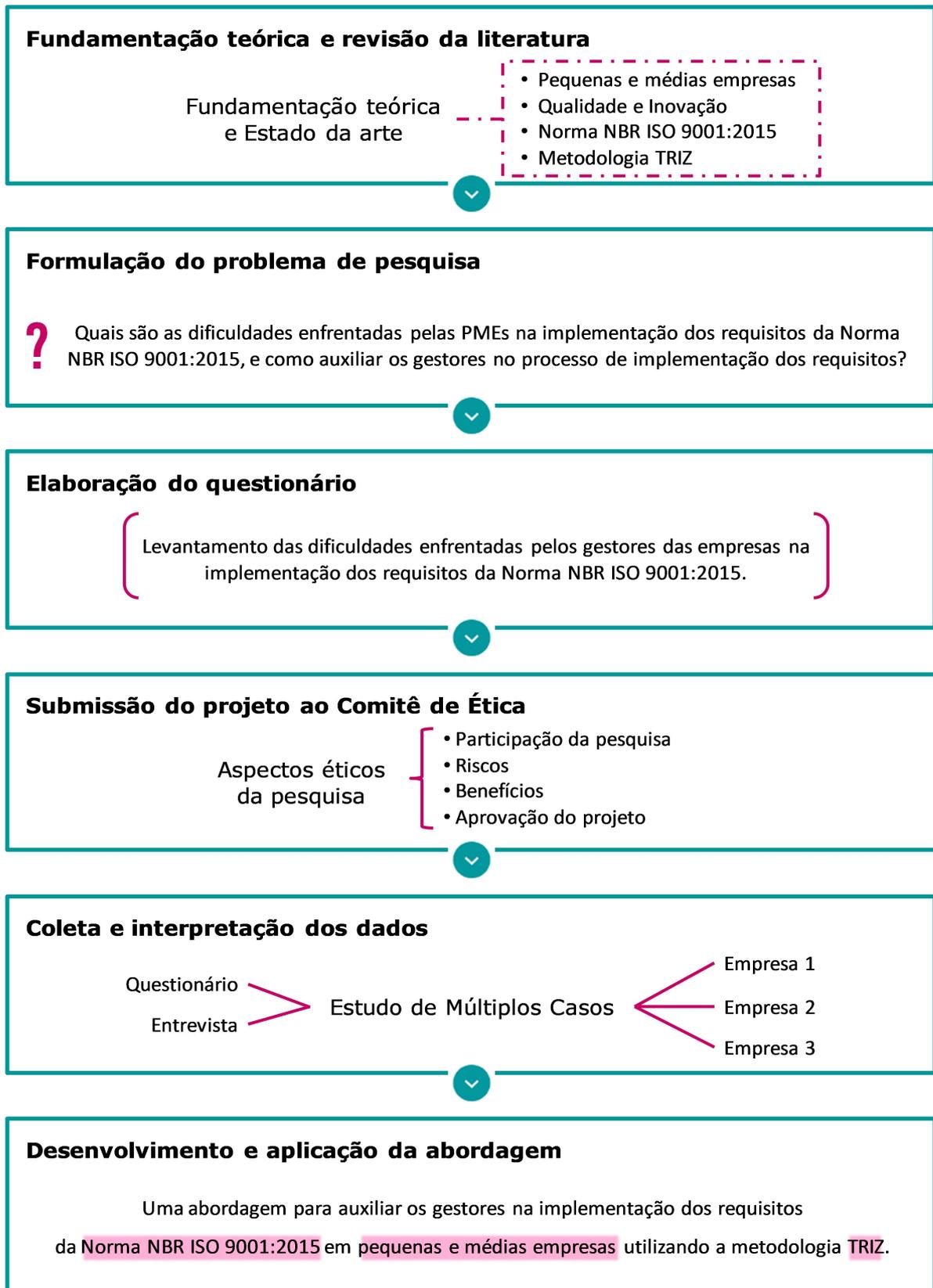
#### 1.3.4 Etapas da pesquisa

A pesquisa foi estruturada e conduzida respeitando as seguintes etapas: revisão bibliográfica (fundamentação teórica e investigação do estado da arte sobre os temas pequenas e médias empresas, qualidade e inovação, Norma NBR ISO 9001:2015 e metodologia TRIZ), formulação da problemática de pesquisa, elaboração do questionário, submissão do projeto ao Comitê de Ética da UFPE, coleta e interpretação dos dados (questionário e entrevista), desenvolvimento e aplicação da abordagem para implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas utilizando a metodologia TRIZ.

O Projeto de Pesquisa foi aprovado em fevereiro de 2020 pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE, Centro de Ciências da Saúde/UFPE, Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 27175519.5.0000.5208 e Parecer nº 3.833.313 (Anexo A).

As etapas da pesquisa são apresentadas na Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Etapas da pesquisa



Fonte: A autora (2021).

#### **1.4 Estrutura da tese**

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos. Este capítulo apresenta a introdução, destacando a contextualização do problema, justificativa, objetivo da pesquisa e a metodologia, trazendo as características, técnicas, aspectos éticos e etapas da pesquisa.

No Capítulo 2, a fundamentação teórica e a revisão da literatura são apresentadas, destacando conceitos e estudos relacionados às características das pequenas e médias empresas, qualidade e inovação, Norma NBR ISO 9001:2015 e TRIZ, além do caráter inovador da pesquisa.

O terceiro capítulo corresponde ao estudo de múltiplos casos conduzido em três empresas de Pernambuco/Brasil.

No quarto capítulo, a abordagem proposta é apresentada, com o detalhamento das suas etapas, bem como os resultados da sua aplicação e a discussão dos resultados.

Por fim, o quinto capítulo apresenta as conclusões, abordando as implicações gerenciais e teóricas, limitações, dificuldades do trabalho e sugestões para pesquisas futuras.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo tem como objetivo apresentar a fundamentação teórica e a revisão da literatura sobre os principais conceitos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho. Dessa forma, os seguintes aspectos serão abordados: características das pequenas e médias empresas, qualidade e inovação, Norma NBR ISO 9001:2015 e TRIZ. Este capítulo apresenta ainda o caráter inovador desta pesquisa.

### 2.1 Pequenas e médias empresas

A definição do porte de uma empresa pode variar entre as entidades públicas e privadas, dependendo de fatores como a quantidade de funcionários e o faturamento anual. De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2018), as empresas podem ser classificadas em função do número funcionários, considerando o setor de atividade econômica investigado. Por sua vez, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2021) classifica seus clientes pelo critério faturamento, oferecendo apoio prioritário e condições especiais às micro, pequenas e médias empresas, com o objetivo principal de facilitar o acesso dessas empresas ao crédito.

A classificação das empresas segundo o porte de acordo com o SEBRAE (2018) e o BNDES (2021) é apresentada na Tabela 1 a seguir. É importante destacar que o setor de serviços não inclui administração pública e serviço doméstico.

Tabela 1 - Classificação das empresas segundo o porte

Porte	Setores (SEBRAE, 2018)		Faturamento anual (BNDES, 2021)
	Indústria e Construção	Comércio e Serviços	
<b>Microempresa</b>	Até 19 funcionários	Até 9 funcionários	Menor ou igual a R\$ 360 mil
<b>Pequena empresa</b>	De 20 a 99 funcionários	De 10 a 49 funcionários	Maior que R\$ 360 mil e menor ou igual a R\$ 4,8 milhões
<b>Média empresa</b>	De 100 a 499 funcionários	De 50 a 99 funcionários	Maior que R\$ 4,8 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões
<b>Grande empresa</b>	500 funcionários ou mais	100 funcionários ou mais	Maior que R\$ 300 milhões

Fonte: Adaptada de SEBRAE (2018) e BNDES 2021.

Por meio da análise da Tabela 1, utilizando-se a classificação conjunta, uma determinada empresa pode ser considerada como pequena pela classificação do SEBRAE (2018) e média pela classificação do BNDES (2021). Dessa forma, considerando que existem

diversos critérios para classificar as empresas segundo o porte, os critérios utilizados pelo SEBRAE (2018) e pelo BNDES (2021) foram escolhidos para classificar as empresas do estudo de múltiplos casos deste trabalho.

As pequenas e médias empresas (PMEs) são caracterizadas pela acentuada orientação empreendedora, estrutura de capital simples e capacidade dinâmica no mercado devido à sua flexibilidade organizacional (FABRIZIO *et al.*, 2021). A habilidade de transformar ideias em inovações (HANSEN & BØGH, 2021), a orientação para a aprendizagem e a figura de um líder também são vantagens de desempenho das PMEs (QUINTON *et al.*, 2018).

No entanto, quando comparadas aos mercados tradicionais, a escassez de recursos humanos, financeiros e informativos são desvantagens das pequenas e médias empresas (WANG *et al.*, 2021). Segundo Fabrizio *et al.* (2021), essas empresas enfrentam desafios na tomada de decisões sobre investimentos, e a dificuldade de manter um desempenho competitivo sustentável costuma ser agravada nessas empresas. Além disso, as PMEs que abastecem a grandes empresas geram uma forte relação de dependência com seus clientes (MAINARDES *et al.*, 2021). Embora tenham um papel importante na economia dos países, as PMES são consideradas como fracas concorrências em oposição a grandes empresas (YANG, 2020).

Apesar dos desafios enfrentados, as pequenas e médias empresas podem ser consideradas como uma força motriz da economia de um país, contribuindo para a geração de empregos e para a redução da pobreza (PARVIN; ASIMIRAN; AYUB, 2021). Sua contribuição e seu papel dependem do nível de desenvolvimento econômico de cada país (BATIZ-ZUK *et al.*, 2021). Essas empresas impulsionam o crescimento da economia nos países em desenvolvimento (LIAO, 2021), como no caso do Brasil.

A crise causada pela pandemia da Covid-19 trouxe diversos desafios para pequenas e médias empresas brasileiras. De acordo com as pesquisas do SEBRAE (SEBRAE, 2020a), considerando um universo de 17,2 milhões de pequenos negócios, a pandemia alterou o funcionamento de 5,3 milhões de empresas no Brasil, equivalente a 31% do total, principalmente passando a fazer apenas entregas, funcionando de forma *online* e utilizando horário reduzido. Outras 10,1 milhões (58,9%) interromperam o funcionamento de suas atividades temporariamente. Ainda de acordo com a pesquisa do SEBRAE, mais de 6 milhões de empresas decidiram encerrar seu funcionamento.

Segundo os dados da sondagem econômica de micro e pequenas empresas (MPEs), realizada pelo SEBRAE em parceria com a Fundação Getulio Vargas (FGV), as MPEs do

comércio foram as mais impactadas quando comparadas às médias e grandes empresas (MGEs) desse mesmo setor após o surgimento da pandemia, em 2020 (SEBRAE, 2021b). Entretanto, as MPEs do setor de serviços foram as que mais sofreram com a crise. Isso porque o setor de serviços foi o mais afetado pela pandemia devido à necessidade do isolamento social.

Em Pernambuco, destaca-se a participação das MPEs no comércio, em serviços e na indústria de transformação (SEBRAE, 2020b). Embora haja uma tendência de crescimento de produtividade das MGEs, a força das MPEs na economia do estado e do país ganha destaque, uma vez que essas empresas respondem por cerca de 30% da produção de riquezas do Brasil (SEBRAE, 2020c).

A questão do financiamento tem sido o foco das atenções de diversos órgãos nacionais e internacionais, através do cuidado em estabelecer políticas e programas de apoio financeiro às PMEs (DURST; GERSTLBERGER, 2021). Em geral, as PMEs possuem difícil acesso a fontes formais de financiamento externo e recursos limitados (ROSTAMKALAEI; FREEL, 2016; ROXAS, 2021), o que implica que os recursos são concentrados para resolver problemas do cotidiano (HENRIQUE; CATARINO, 2016). Isso dificulta o crescimento e a implementação de novas ações para acompanhar as rápidas mudanças tecnológicas, limitando-se a uma perspectiva de gestão de curto prazo e não de longo prazo.

Por outro lado, as PMEs tendem a ser mais flexíveis e ágeis do que grandes organizações (BASU; BHOLA, 2016). Tahiri *et al.* (2021) destacam a importância da participação dos funcionários no processo de tomada de decisão nas PMEs, permitindo-os que expressem suas ideias e opiniões e contribuam para a solução de problemas organizacionais.

As práticas e iniciativas precisam estar de acordo com as peculiaridades e características das PMEs, uma vez que soluções genéricas que exijam grandes investimentos devem ser evitadas (GALVÃO *et al.*, 2018). Dessa forma, é importante desenvolver um tipo de cultura nas pequenas e médias empresas que permita maximizar as suas fortalezas, direcionando o negócio para áreas nas quais apresentam maior vantagem competitiva (COLCLOUGH *et al.*, 2019).

Galvão *et al.* (2018) propuseram uma abordagem de fidelização de clientes para pequenas e médias empresas do setor de serviços, com base na gestão de relacionamento com o cliente (*Customer Relationship Management* – CRM). De acordo com os autores, as soluções genéricas de CRM são propostas para grandes empresas, uma vez que exigem altos investimentos. Por essa razão, é importante considerar as características peculiares das PMEs

e utilizar metodologias que não sejam gerais, mas que possam adaptar-se à sua realidade e necessidade. O estudo de caso foi conduzido em uma empresa de médio porte de serviços de saúde da região Nordeste do Brasil. Os autores sugerem a utilização de ferramentas como o modelo de KANO, SERVQUAL e análise SWOT, que são de fácil compreensão e apresentam resultados consistentes, facilitando o seu uso nas etapas da abordagem proposta. Assim, a utilização da abordagem proposta pelos autores teve como objetivo satisfazer as necessidades dos clientes e melhorar o relacionamento entre a empresa e o cliente no contexto de pequenas e médias empresas (GALVÃO *et al.*, 2018).

## 2.2 Qualidade e inovação

As práticas de gestão da qualidade têm impacto positivo na inovação, em especial na gestão de pessoas e processos (SCIARELLI; GHEITH; TANI, 2020). Por sua vez, a inovação de produtos e serviços requer uma infraestrutura de qualidade que envolva, capacite e treine as pessoas para a qualidade (ZENG *et al.*, 2017).

De acordo com a Norma NBR ISO 9000:2015 (ISO, 2015a), a conceituação de qualidade dos produtos e serviços de uma organização está associada à capacidade de satisfação das necessidades e expectativas dos clientes, bem como de outras partes interessadas (proprietários, funcionários, órgãos regulamentadores, entre outras) pertinentes. Essa conceituação inclui não apenas sua função e desempenho pretendidos, como também seu valor percebido e o benefício para o cliente.

A Norma (ISO, 2015a, p. 21) define qualidade como “grau em que um conjunto de características inerentes de um objeto satisfaz requisitos”. Requisito, por sua vez, é “necessidade ou expectativa que é declarada, geralmente implícita ou obrigatória” (ISO, 2015a, p. 21). Essa definição de qualidade contempla adequação ao uso e conformidade com as especificações dos produtos e serviços (CARPINETTI, 2017).

O termo “inovação” é associado a um objeto (como produtos, serviços, atividades e processo) novo ou modificado que realiza ou redistribui valor, ou seja, com significativo efeito (ISO, 2015a). A Norma destaca ainda que, geralmente, as atividades que resultam em inovação são gerenciáveis (ISO, 2015a). Segundo Scherer (2016), a inovação vai além da criação de algo novo, é algo novo que precisa trazer resultados para a empresa. Por isso, a inovação não deve ser vista apenas como o desenvolvimento de um novo produto ou serviço, podendo estar vinculada a novos modelos de negócio e a novas formas de gestão (SCHERER, 2016).

Juntas, a qualidade e a inovação contribuem para melhorar o desempenho organizacional de pequenas e médias empresas (ALI; HILMAN; GORONDUTSE, 2020; BAHTA *et al.*, 2020). Nguyen e Chau (2017) defendem que se a qualidade do produto não for respeitada, não é possível manter vantagem competitiva. Além disso, para obter vantagem competitiva, as empresas precisam investir em inovação. Assim, os conceitos de qualidade e inovação estão intimamente relacionados para melhorar os negócios de PMEs. Enquanto a qualidade é um aspecto base para o incremento da competitividade, a constante inovação tecnológica é necessária para a manutenção da competitividade das empresas (CASAROTTO FILHO; PIRES, 2020).

Características das pequenas e médias empresas como flexibilidade, menor burocracia e estrutura mais horizontal favorecem a inovação. Em contrapartida, falta de recursos humanos, financeiros e credibilidade dificultam as ações em direção à inovação (DE SOUSA; NETO, 2018). De acordo com Colcloug *et al.* (2019), o papel dos empresários e gestores é um fator chave para estimular a orientação para a inovação nas PMEs. Diferentemente do esperado, a escassez de recursos não está relacionada à orientação para a inovação dessas empresas.

O cenário atual de competição do mercado caracteriza-se pelo dinamismo em termos tecnológicos e de preferências dos consumidores (AMALNICK; ZADEH, 2017; CIUCHTA *et al.*, 2018), e tem demandado das empresas a prestação de serviço personalizado aos clientes, inclusive em pequenas e médias empresas (REICHER; KOMÁROMI; SZEGHEGYI, 2015). A principal estratégia adotada pelas pequenas e médias empresas para elevar sua vantagem competitiva tem sido a busca pela qualidade (YANG, 2020). Para isso, Yang (2020) ressalta que as PMEs precisam implementar práticas da qualidade que resultem em grau significativo de eficácia, como a produção enxuta, a gestão de relacionamento com o cliente e a gestão de desempenho.

Bagodi, Venkatesh e Sinha (2020) verificaram indicadores que afetam o desempenho de pequenas e médias empresas. Os resultados indicaram que os aspectos relacionados aos funcionários são fundamentais para eficácia dos processos, para a satisfação dos clientes e para as finanças. Conseqüentemente, a satisfação dos clientes é resultado da satisfação dos funcionários e da eficácia dos processos. A eficácia dos processos e o desempenho dos funcionários são impactados pelo sistema de gestão da qualidade (SGQ). O SGQ, por sua vez, afeta as finanças em curto prazo, contudo, promove benefícios em longo prazo (BAGODI; VENKATESH; SINHA, 2020).

A gestão da qualidade também pode elevar a sustentabilidade das pequenas e médias empresas, facilitando o desenvolvimento de ações e a condução a resultados tangíveis para a organização (VANDENBRANDE, 2021). Vandenbrande (2021) acredita que a melhor forma de elevar a sustentabilidade nessas empresas é integrar a política de sustentabilidade na gestão da qualidade.

Atualmente, os investimentos em inovação nos negócios das PMEs têm sido uma realidade. Para Parvin, Asimiran e Ayub (2021), por exemplo, a inovação com a introdução do *e-commerce* (comércio eletrônico) nas PMEs tende a melhorar a eficiência do atendimento ao cliente, aumentando a sua satisfação. Nesse sentido, modelos como o SERVQUAL e o SERVPERF são indicados para avaliar a qualidade dos serviços prestados pelas empresas e identificar os aspectos que impactam na satisfação dos clientes.

Maioli, Carvalho e Medeiros (2019) desenvolveram o modelo SERVBIKE, baseado nos modelos SERVQUAL, SERVPERF e E-S-QUAL para avaliar a qualidade do serviço de compartilhamento de bicicletas de uma empresa na cidade do Recife (Pernambuco/Brasil). Também foi objetivo da pesquisa identificar quais aspectos impactam na satisfação dos usuários desse serviço. Para tal fim, os autores utilizaram a regressão linear múltipla como ferramenta estatística. O levantamento dos aspectos que influenciam a satisfação dos clientes é importante para os diversos contextos, inclusive de pequenas e médias empresas, uma vez que a melhoria desses aspectos contribui para a satisfação dos clientes (MAIOLI; CARVALHO; MEDEIROS, 2019).

Ainda nesse contexto de avaliação da qualidade, Carvalho e Medeiros (2021) propuseram a avaliação da qualidade do serviço através da comparação de dois modelos da literatura, o SERVQUAL e o SERVPERF. De acordo com as autoras, a adoção da análise de quartil em conjunto com o SERVQUAL pode ser utilizada para identificar as lacunas na prestação do serviço. Por outro lado, a adoção da modelagem de equações estruturais para tratar os dados obtidos com a utilização do SERVPERF pode fornecer evidências estatísticas da relação direta entre as dimensões e a satisfação. Essa comparação pode ser aplicada para avaliar a qualidade dos serviços oferecidos por pequenas e médias empresas. Além disso, considerando os princípios de gestão da qualidade da Norma NBR ISO 9000:2015 (foco no cliente, liderança, engajamento de pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidência e gestão de relacionamento) como dimensões, a modelagem de equações estruturais pode ser utilizada para verificar o impacto dessas diferentes dimensões na eficácia da implementação dos requisitos da Norma.

### 2.3 Norma NBR ISO 9001:2015

A Norma NBR ISO 9000:2015 trata dos Fundamentos e Vocabulários dos Sistemas de Gestão da Qualidade (ISO, 2015a), descrevendo os conceitos fundamentais e princípios de gestão da qualidade, inclusive para as organizações que fazem avaliação da conformidade com base nos requisitos da ISO 9001. Por sua vez, a Norma NBR ISO 9001:2015 estabelece os Requisitos dos Sistemas de Gestão da Qualidade (ISO, 2015b). Essa é a quinta e mais atual edição da ISO 9001.

Os sete princípios de gestão da qualidade são definidos pela Norma NBR ISO 9000:2015. A Norma recomenda que os princípios sejam trabalhados como um todo e não isoladamente, de forma a encontrar um equilíbrio na sua aplicação. De acordo com a Norma NBR ISO 9000:2015, os sete princípios de gestão da qualidade são (ISO, 2015a; ISO, 2015b):

1. Foco no cliente – Esse princípio tem como objetivo atender às necessidades dos clientes e buscar exceder as suas expectativas.
2. Liderança – Líderes em todos os níveis são importantes para orientar o engajamento das pessoas para o alcance dos objetivos da qualidade da organização.
3. Engajamento de pessoas – Pessoas engajadas em todos os níveis da organização nas práticas da qualidade são essenciais para aumentar a capacidade competitiva da organização.
4. Abordagem de processo – Esse princípio visa promover a abordagem de processo no desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia de um sistema de gestão da qualidade, para compreender e gerenciar as atividades como processos inter-relacionados que funcionam com um sistema.
5. Melhoria – As organizações de sucesso têm um foco contínuo na melhoria de produtos, serviços e do sistema de gestão da qualidade.
6. Tomada de decisão baseada em evidência – A análise e avaliação de fatos, dados e informações leva a uma maior objetividade e confiança na tomada de decisões.
7. Gestão de relacionamento – Esse princípio está relacionado à capacidade de uma organização em gerenciar o relacionamento com as partes interessadas (clientes, fornecedores, órgãos governamentais, entre outras).

A Norma NBR ISO 9001:2015 é considerada mais flexível quando comparada às versões anteriores, sendo aplicável a diferentes realidades de negócios (FONSECA; DOMINGUES, 2018). Além disso, aborda os conceitos relacionados à gestão de risco, análise

do contexto organizacional e gestão do conhecimento (SILTORI *et al.*, 2020). A mentalidade de risco estava presente implicitamente nas versões anteriores da Norma NBR ISO 9001. Entretanto, na versão atual da Norma NBR ISO 9001:2015, essa mentalidade ganhou destaque por compreender o risco como prevenção e oportunidade, ou seja, com o foco em minimizar efeitos negativos e maximizar as oportunidades (ISO, 2015b).

A Norma fornece um padrão para melhorar a eficácia e eficiência dos processos nas empresas (SU; KAO; LINDERMAN, 2020). Conseqüentemente, a padronização facilita a condução das atividades nas organizações, uma vez que determina que as organizações operem em padrões pré-definidos (SCHMUCK, 2021). O processo de certificação envolve melhorias e inovações, além de contribuir para a criação de confiança entre clientes, parceiros e fornecedores (RYBSKI; JOCHEM; HOMMA, 2017).

De acordo com Carpinetti e Gerolamo (2019), a certificação estabelece os requisitos que as empresas precisam colocar em prática, todavia, não indicam como colocá-los em prática. Em contrapartida, essa característica da Norma possibilita a aplicação do sistema de gestão da qualidade em qualquer empresa, independente da atividade econômica e do porte.

Atualmente, o sistema de gestão da qualidade ISO 9001 é tomado como uma referência de boas práticas de gestão da qualidade para qualquer empresa. No entanto, é importante destacar que a certificação ISO 9001 não garante a qualidade do produto ou serviço. A certificação é um processo avaliativo em que o sistema de gestão da qualidade da empresa interessada em obtê-la será avaliado por uma empresa certificadora com base nos requisitos da Norma (CARPINETTI, 2017).

Segundo Oliveira *et al.* (2019), os principais motivos que levam as empresas brasileiras a obterem a certificação da Norma NBR ISO 9001:2015 são externos, como expectativas do cliente e pressão competitiva. Esses motivos conduzem os gestores de pequenas e médias empresas brasileiras a se preocuparem mais em cumprir os requisitos da ISO 9001 do que com a melhoria da qualidade em si (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Assim, comumente, as empresas são incentivadas a obterem a certificação apenas como exigência dos clientes (CARPINETTI, 2017) ou instrumento de *marketing* (PALADINI, 2019).

As pequenas e médias empresas enfrentam diversas barreiras com relação à implementação da qualidade (STERNAD; KRENN; SCHMID, 2017; SFAKIANAKI; KAKOURIS, 2018). Suas características podem tornar-se obstáculos também para obter a certificação da Norma NBR ISO 9001:2015. Nesse contexto, Almeida, Pradhan e Muniz Jr (2018) destacam a importância de compreender as dificuldades da certificação para que os

gestores direcionem os recursos adequadamente durante a implementação e manutenção dos requisitos da Norma. Da Fonseca *et al.* (2019) afirmam que a contratação de consultores pode ser útil nesse processo.

Psomas, Fotopoulos e Kafetzopoulos (2010) utilizaram um questionário com 22 itens e aplicaram em uma amostra de 93 pequenas e médias empresas de serviço para analisar os fatores críticos da efetiva implementação dos requisitos da ISO 9001. A análise fatorial exploratória foi utilizada com o objetivo de classificar os fatores em cinco dimensões, ou seja, cinco áreas críticas que requerem a atenção dos gestores: 1) motivação interna da empresa, 2) atributos da empresa, 3) atributos do funcionário, 4) requisitos do sistema de gestão da qualidade e 5) atributos do ambiente externo.

Para Sweis *et al.* (2021), os fatores relacionados às características dos funcionários, à pressão externa e ao sistema de gestão da qualidade têm impacto significativo na implementação eficaz dos requisitos da Norma, enquanto que a motivação interna e as características da empresa foram insignificantes. De acordo com Chiarini (2019), os custos relacionados ao processo de certificação não são mais uma dificuldade das PMEs para a manutenção da ISO 9001. As principais dificuldades estão relacionadas ao compromisso da alta direção, às medidas de desempenho e à falta de interesse dos clientes na ISO 9001.

Sendo assim, a partir da literatura, foram identificadas 31 dificuldades enfrentadas pelas empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015. As dificuldades foram agrupadas em 8 dimensões, considerando os 7 princípios de gestão da qualidade e a gestão de riscos (ISO, 2015b). Um item foi determinado a cada dificuldade para facilitar a sua descrição e diferenciação. O Quadro 1 apresenta a relação entre as dimensões, as dificuldades, os itens e as referências da literatura.

Quadro 1 - Dificuldades para a implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015

<b>Dimensão</b>	<b>Dificuldade</b>	<b>Item</b>	<b>Referência</b>
Foco no cliente	1. A equipe não tem conhecimento dos seus clientes.	C1	Wilson e Campbell (2016) Abuazza, Labib e Savage (2019)
	2. A equipe não tem conhecimento da sua importância ao realizar as atividades e do impacto na satisfação dos clientes.	C2	
Liderança	3. O entendimento da norma.	L1	Wilson e Campbell (2016) Almeida, Pradhan e Muniz Jr (2018) Chiarini (2019) Abuazza, Labib e Savage (2019)
	4. Adaptação do sistema existente aos requisitos.	L2	
	5. Motivação do pessoal para a qualidade.	L3	
	6. Treinamento de pessoal para qualidade.	L4	
	7. Superar a relutância da equipe.	L5	
	8. Disponibilidade de recursos (tempo, fundos e alocação de pessoal para garantir o planejamento da implementação).	L6	
	9. Sensibilização dos funcionários sobre o significado da ISO 9001 (importância para a organização e benefícios relacionados).	L7	
	10. Responsabilidades e autoridades não definidas.	L8	
Engajamento das pessoas	11. Falta de envolvimento/comprometimento da alta direção.	EP1	Wilson e Campbell (2016) Almeida, Pradhan e Muniz Jr (2018) Chiarini (2019) Abuazz, Labib e Savage (2019)
	12. Falta de envolvimento/comprometimento da equipe.	EP2	
	13. Questionamento da maneira de fazer as coisas.	EP3	
	14. Transformação do projeto de certificação em projeto de documentação.	EP4	
	15. Cronograma de implementação não definido.	EP5	
	16. A organização não possui uma cultura de qualidade difundida entre os colaboradores.	EP6	
	17. Burocracia no sistema de gestão.	EP7	
Abordagem de processo	18. Estabelecimento de processos.	P1	Wilson e Campbell (2016) Abuazza, Labib e Savage (2019)
	19. Padronização de processos.	P2	
	20. Seguimento de processos.	P3	

Continua

Continuação do Quadro 1

Dimensão	Dificuldade	Item	Referência
Melhoria	21. Melhoria contínua de processos.	M1	Psomas, Fotopoulos e Kafetzopoulos (2010) Wilson e Campbell (2016) Abuazza, Labib e Savage (2019)
	22. Melhoria contínua de produtos/serviços.	M2	
	23. Falhas na prevenção de ocorrência de problemas.	M3	
Tomada de decisão baseada em evidência	24. Monitoramento e medição de processos.	EV1	Wilson e Campbell (2016) Chiarini (2019) Abuazza, Labib e Savage (2019)
	25. Ausência de auditorias.	EV2	
Gestão de relacionamento	26. Falta de integração entre os departamentos.	RE1	Wilson e Campbell (2016) Almeida, Pradhan e Muniz Jr (2018) Abuazza, Labib e Savage (2019)
	27. Falhas na comunicação entre as partes interessadas (clientes, fornecedores, funcionários, entre outras).	RE2	
Gestão de risco	28. Definição e identificação de ameaças, riscos e oportunidades.	RI1	Chen <i>et al.</i> (2016) Wilson e Campbell (2016) Antilla e Jussila (2017) Rybski, Jochem e Homma (2017) Cagnin, De Oliveira e Miguel (2019) Abuazza, Labib e Savage (2019)
	29. Definição de procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio.	RI2	
	30. Capacidade de avaliar riscos como oportunidades.	RI3	
	31. Realização de ações preventivas para eliminar possíveis não conformidades.	RI4	

Fonte: A autora (2021).

A *International Organization for Standardization* (ISO) submete suas normas a um processo de revisão sistemática (*Systematic Review*) a cada cinco anos para verificar se as normas serão confirmadas (inalteradas), revisadas, emendadas ou retiradas (ISO/TC 176, 2021). Assim, considerando que a última revisão da ISO 9001 foi realizada em 2015, uma nova revisão da Norma era esperada para 2021. Entretanto, de acordo com os Membros do Comitê Técnico 176 da ISO, Subcomitê 2 (TC176/SC2), a ISO 9001:2015 não será atualizada, ou seja, a sua estrutura vai continuar permanecendo inalterada e válida até que ocorra um novo processo de revisão sistemática (CQI, 2021).

## 2.4 Teoria TRIZ

A Teoria da Resolução de Problemas Inventivos (acrônimo russo de *Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch*) foi proposta por Genrich S. Altshuller, na antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, para solucionar problemas contraditórios (ALTSHULLER, 1984). O autor pesquisou diversas invenções e patentes, buscando levantar os problemas inventivos e como eles foram solucionados. Ao longo do tempo, a TRIZ tornou-se uma referência poderosa para a solução de problemas técnicos (CHECHURIN; BORGIANNI, 2016).

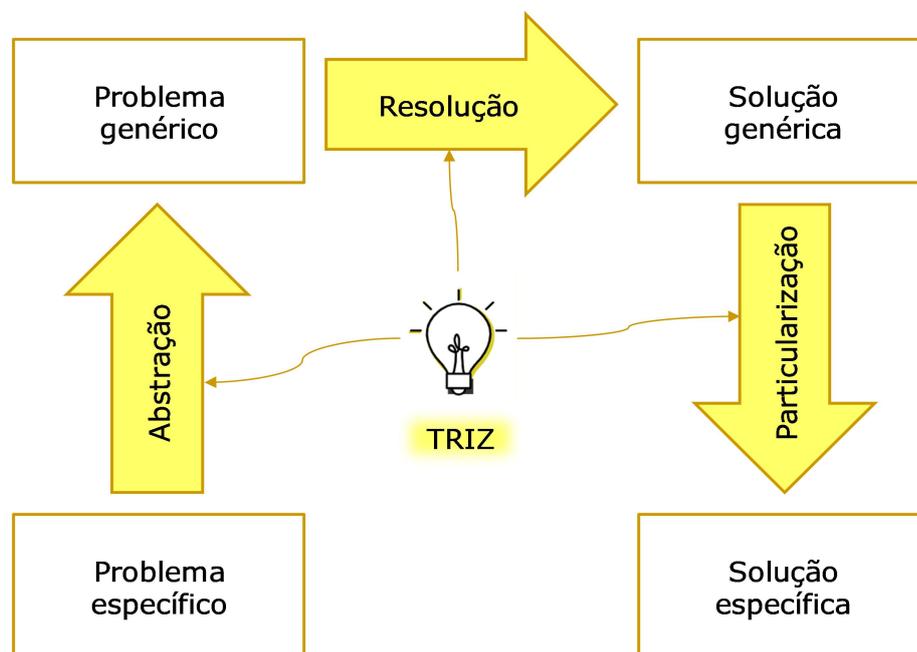
Ao longo da análise de diversas invenções e patentes, Altshuller definiu cinco níveis inventivos para as patentes, baseados nos seguintes critérios (CARVALHO, 2017): no número de tentativas necessárias para atingir a solução (utilizando um processo de geração livre de ideias), no escopo do problema e dos meios de solução e na existência de uma contradição na situação original do problema.

De acordo com Carvalho (2017), no primeiro nível (trivial), estão os problemas rotineiros dentro de uma área de uma profissão, que podem ser resolvidos com pequenas mudanças da técnica. O nível 2 (melhoria) corresponde aos problemas dentro de uma área de uma indústria, envolvendo um pouco mais de conhecimento do inventor, porém o conhecimento de áreas remotas e a resolução de contradições não são necessários. No nível 3 (novidade dentro do paradigma atual), os problemas ocorrem em uma área da ciência, as invenções representam mudanças mais significativas e envolvem a remoção de contradições. O nível 4 (novidade dentro de novo paradigma) corresponde às invenções fora da área da ciência onde o problema foi originado, criando novos paradigmas tecnológicos. Por fim, as invenções do nível 5 (descoberta científica), os problemas e os meios de solução estão fora dos limites da ciência contemporânea, e as invenções correspondem ao resultado de pioneirismo científico e tecnológico.

Segundo Altshuller (2000), problemas dos níveis 2, 3, 4 e 5 deveriam ser resolvidos com o uso da TRIZ, enquanto que os problemas no nível 1 não necessitam ser resolvidos através da TRIZ. O nível inventivo para o problema deste trabalho foi considerado como nível 3 (novidade dentro do paradigma atual), com base nos seguintes motivos: a invenção ocorre dentro de uma área de conhecimento da ciência (Engenharia de Produção/Gerência da Produção/Gestão da Qualidade), pelos diversos estudos da literatura sobre os requisitos da ISO 9001:2015 e pela existência de contradições na situação original do problema.

A TRIZ pode ser definida como uma metodologia heurística, fundamentada no uso de métodos estruturados para conduzir o processo de solução de problemas, de forma a evitar que o pesquisador confie somente na sua intuição (CARVALHO, 2017). De acordo com Chai, Zhang e Tan (2005), essa metodologia é uma forma única de pensamento sistemático, com uma poderosa base de conhecimento por trás da teoria. A Figura 2 a seguir apresenta a estratégia da TRIZ para solução de problemas, partindo de um problema específico para uma solução específica.

Figura 2 - Estratégia da TRIZ para a solução de problemas



Fonte: Adaptada de Altshuller (2000) e Carvalho (2017).

De acordo com a Figura 2, um problema específico é transformado em um problema genérico a partir do processo de abstração, ou seja, livre de jargão técnico. Em seguida, o problema genérico é resolvido, utilizando-se uma ou mais ferramentas da TRIZ, com o objetivo de encontrar uma solução genérica. Por fim, a solução genérica deve ser particularizada para chegar a uma solução específica (CARVALHO, 2017).

O conceito de “problema inventivo” está relacionado à busca de uma solução para um problema que faz gerar outro problema (ALTSHULLER, 2000). Altshuller diferenciava os tipos de problemas entre conhecidos e novos (ROMEIRO FILHO *et al.*, 2011). Os problemas conhecidos são aqueles que podem ser resolvidos procurando em livros ou consultando um especialista. Os problemas novos são aqueles para os quais não existe, no momento, uma

solução. Altshuller desenvolveu sua teoria, fundamentalmente, para os problemas novos, também denominados de problemas criativos ou inventivos (ALTSHULLER, 1984).

A teoria da TRIZ baseia-se nos conceitos fundamentais da idealidade, contradição, recursos e princípios inventivos (ROMEIRO FILHO *et al.*, 2011; MOUSSA *et al.*, 2019). O conceito de idealidade está relacionado à busca por uma solução final ideal, resolvendo as contradições, sem introduzir novos recursos, através dos princípios inventivos. Ainda que um sistema ideal não seja possível de ser alcançado, o conhecimento do sistema ideal ajuda a melhorar um sistema existente, mantendo as características do sistema ideal como uma meta a ser alcançada (MOUSSA *et al.*, 2019). A ocorrência da evolução de um sistema pode ser observada tanto através de melhorias incrementais como de inovações radicais (CARVALHO, 2017).

As contradições de interesse na TRIZ podem ser de dois tipos: contradições técnicas e contradições físicas (SHEU; CHIU; CAYARD, 2020). A contradição técnica surge quando uma tentativa de melhorar o desempenho de um determinado parâmetro de um sistema leva à piora do desempenho de outro parâmetro desse mesmo sistema (garantir potência e peso do motor, por exemplo). A contradição física, por sua vez, surge quando há requisitos físicos opostos, ou seja, incompatíveis de um mesmo parâmetro ou sistema (garantir rapidez e lentidão, por exemplo). Resumidamente, as contradições técnicas referem-se a dois parâmetros contraditórios, enquanto que as contradições físicas referem-se a um mesmo parâmetro em níveis contraditórios (CARVALHO, 2017). No presente trabalho, serão aplicadas ferramentas adequadas da TRIZ para a resolução de contradições técnicas.

De acordo com Carvalho (2017), os recursos são os elementos do sistema analisado, ou seja, os elementos da própria situação problemática ou do seu entorno, que podem ser utilizados para solucionar um determinado problema. Esses recursos podem estar disponíveis para o uso imediato ou necessitar de alguma modificação para que possam ser utilizados. O autor afirma ainda que a utilização dos recursos tende a aproximar o sistema técnico do ideal.

Um aspecto importante a ser destacado nesse contexto é que o *trade-off* entre as características do problema acabavam não alcançando a solução ideal do problema. Assim, Altshuller buscou solucionar esse impasse através de uma “solução inventiva” (ALTSHULLER, 1984). Para isso, foram criados os 39 parâmetros de engenharia, utilizados para definir e caracterizar o produto. Os parâmetros de engenharia da TRIZ são apresentados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Lista dos 39 parâmetros de engenharia da TRIZ

1	Peso do objeto em movimento	14	Resistência	27	Confiabilidade
2	Peso do objeto parado	15	Duração da ação do objeto em movimento	28	Precisão de medida
3	Comprimento do objeto em movimento	16	Duração da ação do objeto parado	29	Precisão de fabricação
4	Comprimento do objeto parado	17	Temperatura	30	Fatores externos indesejados atuando no objeto
5	Área do objeto em movimento	18	Brilho	31	Fatores indesejados causados pelo objeto
6	Área do objeto parado	19	Energia gasta pelo objeto em movimento	32	Manufaturabilidade
7	Volume do objeto em movimento	20	Energia gasta pelo objeto parado	33	Facilidade de operação
8	Volume do objeto parado	21	Potência	34	Mantenabilidade
9	Velocidade	22	Perda de energia	35	Adaptabilidade
10	Força	23	Perda de substância	36	Complexidade do objeto
11	Tensão ou pressão	24	Perda de informação	37	Dificuldade de detecção
12	Forma	25	Perda de tempo	38	Nível de automação
13	Estabilidade da composição	26	Quantidade de substância	39	Produtividade

Fonte: Adaptada de Altshuller (1984).

De acordo com a TRIZ, os sistemas evoluem em direção à idealidade, superando as contradições por meio de 40 princípios inventivos. Essa evolução ocorre no sentido de aumentar as funções úteis e diminuir as funções inúteis do sistema, ou seja, prejudiciais, aproximando-se da idealidade (CARVALHO, 2017). Os princípios inventivos são orientações e sugestões para obter uma solução inventiva para o problema (ALTSHULLER, 1984). Segundo Carvalho (2017, p. 100), “as mesmas soluções inventivas genéricas que foram utilizadas de forma bem sucedida para resolver problemas no passado podem ser utilizadas com sucesso em situações similares, no futuro”. Chai, Zhang e Tan (2005) acreditam que os

40 princípios inventivos estão entre as técnicas mais acessíveis e úteis da TRIZ para a resolução de problema. Os 40 princípios inventivos são apresentados na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 - Lista dos 40 princípios inventivos da TRIZ

1	Segmentação	21	Aceleração
2	Remoção ou extração	22	Transformação de dano em benefício
3	Qualidade local	23	Retroalimentação
4	Assimetria	24	Mediação
5	Consolidação	25	Autosserviço
6	Universalização	26	Cópia
7	Aninhamento	27	Uso e descarte
8	Contrapeso	28	Substituição de meios mecânicos
9	Compensação prévia	29	Construção pneumática ou hidráulica
10	Ação prévia	30	Uso de filmes finos e membranas flexíveis
11	Amortecimento prévio	31	Uso de materiais porosos
12	Equipotencialidade	32	Mudança de cor
13	Inversão	33	Homogeneização
14	Recurvação	34	Descarte e regeneração
15	Dinamização	35	Transformação de propriedades
16	Ação parcial ou excessiva	36	Mudança de fase
17	Transição para nova dimensão	37	Expansão térmica
18	Vibração	38	Uso de oxidantes fortes
19	Ação periódica	39	Uso de atmosferas inertes
20	Continuidade da ação útil	40	Uso de materiais compostos

Fonte: Adaptada de Altshuller (1984).

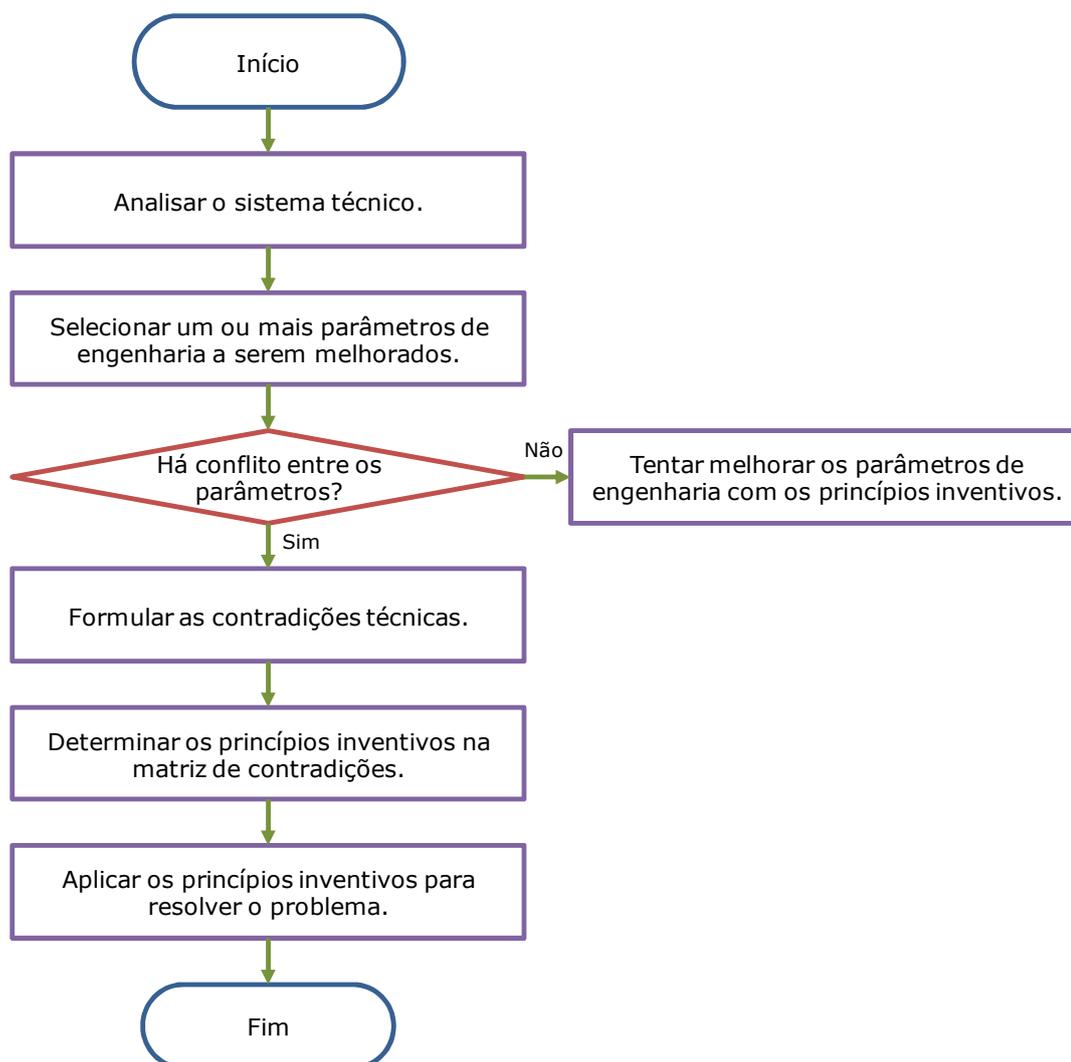
Considerando um levantamento de resolução de problemas com base na TRIZ e sua validade estatística, os princípios inventivos da Tabela 3 podem ser ordenados do mais utilizado para o menos utilizado da seguinte maneira: 35, 10, 1, 28, 2, 15, 19, 18, 32, 13, 26,

3, 27, 29, 34, 16, 40, 24, 17, 6, 14, 22, 39, 4, 30, 37, 36, 25, 11, 31, 38, 8, 5, 7, 21, 23, 12, 33, 9 e 20 (CARVALHO, 2017). Segundo Carvalho (2017), acredita-se que esta seria a ordem mais adequada para a numeração dos princípios, contudo, só foi obtida após a definição dos nomes e dos números para os princípios inventivos.

Com base no levantamento de diversos problemas e soluções, Altshuller (2000) desenvolveu a matriz de contradições entre os parâmetros de engenharia, bem como os princípios inventivos indicados para a solução das contradições. A matriz de contradições apresenta os parâmetros de engenharia a serem melhorados nas linhas, os parâmetros de engenharia prejudicados com a melhora dos primeiros nas colunas e os princípios inventivos para a solução das contradições técnicas. De acordo com Carvalho (2017), a matriz de contradições (Anexo B) apresenta, para a maioria dos pares de parâmetros de engenharia conflitantes, os princípios inventivos com maior potencial de solucionar a contradição.

A metodologia TRIZ fornece um conjunto de métodos e ferramentas para a resolução de problemas, como o Método dos Princípios Inventivos (MPI), o qual é de interesse do presente estudo. O MPI é o método mais popular da TRIZ, focado na resolução de contradições por meio da aplicação dos princípios inventivos para a geração de ideias (CARVALHO, 2017). A matriz de contradições pode ser consultada para a solução de problemas por meio do MPI. A Figura 3 a seguir apresenta o fluxograma do MPI (ALTSHULLER, 2000) para a solução de problemas utilizando os princípios inventivos.

Figura 3 - Fluxograma para a solução de problemas utilizando os princípios inventivos



Fonte: Adaptada de Altshuller (2000).

A TRIZ tem sido amplamente utilizada em diversos setores para encontrar soluções criativas para os problemas (MOUSSA *et al.*, 2019). Essa teoria destaca-se não somente no desenvolvimento de produtos, como também de novos serviços (CHAI; ZHANG; TAN, 2005; LEE *et al.*, 2020). Apesar de ser aplicada nas áreas técnicas, há pesquisadores focando os estudos da TRIZ em áreas como gestão e inovação de serviços (LEE; WANG; TRAPPEY, 2015).

Chai, Zhang e Tan (2005) propuseram uma nova abordagem para o projeto de serviços baseada na TRIZ, indicando semelhanças entre os padrões de projeto de serviço e os princípios inventivos da TRIZ. Como implicação do estudo, esses autores afirmam que a TRIZ também pode ser utilizada no processo de inovação de serviços, e destacam o seu alto potencial para desencadear inovação nesse setor.

Chang e Lu (2009) converteram os 39 parâmetros de engenharia da TRIZ em 21 parâmetros de serviço para aplicar aos novos projetos de serviço. Como exemplos, o parâmetro “velocidade” foi convertido em “capacidade de resposta”, “pressão” em “variedade de necessidade” e “produtividade” em “desempenho do serviço”. Jeeradist, Thawesaengskulthai e Sangsuwan (2016) utilizaram a metodologia TRIZ junto com o modelo SERVQUAL e modelo de KANO para melhorar a percepção dos passageiros sobre os serviços de uma companhia aérea por meio da qualidade e segurança.

Outros estudos envolveram a aplicação da TRIZ em serviços. Lee, Chen e Trappey (2019) desenvolveram uma abordagem de inovação para projetar sistemas de serviço, combinando produtos e serviços como soluções para consumidores com base em tecnologia digital. Lee, Zhao e Lee (2019) propuseram uma abordagem orientada para a qualidade e inovação de projeto e avaliação de serviço de varejo, integrando o modelo SERVQUAL e a TRIZ para avaliar e projetar o sistema de serviço inovador.

No caso de pequenas e médias empresas, a TRIZ pode ser útil para a solução de problemas atuais e para aumentar os níveis de inovação (GAZEM; ABDULRAHMAN; SAEED, 2017). Russo, Schöfer e Bersano (2015) utilizaram a TRIZ para estimular a inovação, reciclagem e consumo consciente de materiais em PMEs no contexto de Eco-Inovação. Feniser *et al.* (2017) e Cherifi *et al.* (2019) também trabalharam com a TRIZ no contexto de inovação orientada para a sustentabilidade em PMEs.

O Instituto Altshuller foi desenvolvido para promover e disseminar estudos da TRIZ. De acordo com esse Instituto, a qualidade e a inovação possuem os mesmos objetivos e importância: a busca pela integração dos objetivos e funções da organização, a satisfação dos clientes e o aumento da vantagem competitiva. Dessa forma, a metodologia TRIZ não pretende competir com ou substituir outras metodologias da qualidade, mas complementá-las sinergicamente (ALTSHELLER INSTITUTE, 2021).

Assim, por ser uma metodologia utilizada na busca pela resolução de problemas cuja solução não é conhecida, o uso da metodologia TRIZ auxiliará os gestores das pequenas e médias empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 de forma criativa.

## 2.5 Caráter inovador da pesquisa

O Estado da Arte do tema correspondente à implementação dos requisitos da ISO 9001 apresenta, independentemente da versão da Norma ou do porte das empresas, diversas pesquisas que contribuem para o avanço do conhecimento científico sobre esse tema.

Psomas, Fotopoulos e Kafetzopoulos (2010) aprofundaram esse tema ao investigarem os fatores críticos para a efetiva implementação da Norma ISO 9001:2000 em pequenas e médias empresas de serviço. Apesar do estudo aprofundado no tema, a proposição de uma abordagem para auxiliar os gestores na implementação dos requisitos não pertenceu ao escopo do trabalho. O estudo limitou-se, portanto, ao levantamento dos fatores críticos. Além disso, a pesquisa foi desenvolvida com base na versão ISO 9001:2000, enquanto a versão ISO 9001:2015 é a mais atual da Norma.

Chen *et al.* (2016) desenvolveram uma abordagem para a implementação da gestão da qualidade total (*Total Quality Management* – TQM) baseada na ISO 9001:2015. Ainda que os autores tenham considerado a Norma para o desenvolvimento da abordagem, os próprios autores afirmaram que a ISO 9001:2015 foi utilizada apenas como um estudo de caso para demonstrarem a abordagem proposta, que estava focada no desenvolvimento de uma abordagem de gerenciamento, e não no levantamento das dificuldades enfrentadas pelas empresas com os requisitos da Norma. Além disso, a pesquisa não focou no contexto de pequenas e médias empresas.

Wilson e Campbell (2016) propuseram uma política de gestão do conhecimento para ISO 9001:2015, relacionando os principais fundamentos da gestão do conhecimento aos princípios de gestão da qualidade da Norma. Apesar de desenvolverem uma política sistemática para auxiliar no sistema de gestão da qualidade, o foco do trabalho consistiu no papel do conhecimento organizacional, e não abordou as dificuldades enfrentadas pelas empresas com os requisitos da Norma.

O trabalho de Antilla e Jussila (2017) tratou dos aspectos problemáticos da ISO 9001:2015, principalmente com relação à sua redação, abrindo lacunas para questionamentos sobre as reformas ocorridas. A pesquisa é interessante e relevante para o contexto da Norma, entretanto, não há uma análise aprofundada dos seus requisitos.

Rybski, Jochem e Homma (2017) apresentaram mudanças e desafios da ISO 9001:2015, destacando questões e discussões sobre os requisitos da Norma. O estudo consistiu na aplicação de um questionário com 28 perguntas em uma amostra de 1175

participantes de empresas de diversos portes e setores. Embora os autores tenham apresentado diversas dificuldades, não houve proposição de abordagem para auxiliar os gestores na implementação dos requisitos da Norma.

A pesquisa de Almeida, Pradhan e Muniz Jr (2018) teve como objetivo identificar e priorizar os fatores para implementação da ISO 9001:2015 com base no método *Analytic Hierarchy Process* (AHP). O estudo de caso foi conduzido em 47 fábricas certificadas do setor automotivo brasileiro. Os resultados focaram na discussão dos fatores para apoiar a implementação dos requisitos da Norma, sem tratar de ferramentas e abordagens para auxiliar na implementação dos requisitos.

Chiarini (2019) investigou os motivos do cancelamento da certificação ISO 9001 por pequenas e médias empresas italianas de manufatura. Um questionário foi desenvolvido e respondido por 167 gerentes de PMEs italianas que tiveram a certificação cancelada. O estudo apresentou diversas dificuldades enfrentadas por PMEs com os requisitos da Norma, todavia, limitou-se ao levantamento e discussão dessas dificuldades.

Abuazza, Labib e Savage (2019) desenvolveram uma estrutura de auditoria integrada aos princípios da ISO 9001:2015 para auxiliar as organizações que enfrentam dificuldades com auditorias da qualidade da Norma. Apesar de agregar os princípios de gestão da qualidade à estrutura de auditoria, o estudo focou na utilização da Norma alinhada ao processo de auditoria da conformidade, desempenho, gestão de risco e melhoria. Além disso, o estudo de caso não foi conduzido no contexto de PMEs.

O estudo de Cagnin, De Oliveira e Miguel (2019) foi conduzido em uma empresa automotiva brasileira, e teve como objetivo analisar se tal empresa possuía práticas implementadas para atender aos requisitos associados à gestão de riscos, de forma a viabilizar a certificação da ISO 9001:2015. Como os próprios autores destacaram, a pesquisa focou na conformidade de requisitos da gestão de riscos, não contemplando outros requisitos da Norma.

A Tabela 4 a seguir resume as características dos trabalhos pesquisados na literatura, comparando-as com as características da abordagem proposta neste trabalho para implementação dos requisitos da NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas, utilizando a metodologia TRIZ.

Tabela 4 - Comparação de trabalhos da literatura considerando as características versão da Norma ISO 9001, PME e TRIZ

Referência	Versão da Norma ISO 9001	PME	TRIZ
Psomas, Fotopoulos e Kafetzopoulos (2010)	2000	X	-
Chen <i>et al.</i> (2016)	2015	-	-
Wilson e Campbell (2016)	2015	-	-
Antilla e Jussila (2017)	2015	-	-
Rybski, Jochem e Homma (2017)	2015	-	-
Almeida, Pradhan e Muniz Jr (2018)	2015	-	-
Chiarini (2019)	2015	X	-
Abuazza, Labib e Savage (2019)	2015	-	-
Cagnin, De Oliveira e Miguel (2019)	2015	-	-
Esta pesquisa (2021)	2015	X	X

Fonte: A autora (2021).

Embora haja diversos estudos na literatura sobre as dificuldades enfrentadas pelas empresas na implementação dos requisitos da ISO 9001, a presente pesquisa traz contribuições teóricas para o Estado da Arte ao aprofundar os estudos da Norma NBR ISO 9001:2015 e propor uma abordagem inovadora e criativa no contexto de pequenas e médias empresas, utilizando a metodologia TRIZ. Durante a condução da revisão bibliográfica, na qual foram apresentados diversos estudos sobre PMEs, ISO 9001 e TRIZ, não foram encontrados trabalhos envolvendo os tópicos citados juntos. Assim sendo, esta pesquisa apresenta caráter inovador ao propor uma abordagem que relaciona a Norma NBR ISO 9001:2015 e a metodologia TRIZ no contexto de pequenas e médias empresas.

## 2.6 Considerações sobre este capítulo

Neste capítulo, foram abordados os principais conceitos teóricos e o estado da arte sobre os temas pequenas e médias empresas, qualidade, inovação, Norma NBR ISO 9001:2015 e metodologia TRIZ. Também foi apresentado o caráter inovador da presente pesquisa. Destaca-se a importância deste capítulo para a compreensão das dificuldades enfrentadas pelos gestores de pequenas e médias empresas na implementação da Norma NBR ISO 9001:2015, bem como a característica potencial da metodologia TRIZ para resolver problemas e encontrar soluções inventivas.

Assim, esta pesquisa propõe utilizar a metodologia TRIZ para auxiliar os gestores das PMEs na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015. Para isto, inicialmente foi realizado um estudo de múltiplos casos, conforme apresentado no capítulo a seguir, descrevendo as características das três empresas estudadas e as dificuldades das empresas com os requisitos da Norma.

### 3 ESTUDO DE MÚLTIPLOS CASOS

Neste terceiro capítulo está apresentado o estudo exploratório de múltiplos casos, descrevendo as características das três empresas estudadas, aspectos da certificação e do sistema de gestão da qualidade e as dificuldades enfrentadas pelos gestores das empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015.

Para a realização deste estudo exploratório, foram realizadas entrevistas que seguiram o questionário (Apêndice A).

#### 3.1 Características da Empresa 1

A Empresa 1 atua no setor de indústria química há 20 anos. É uma empresa matriz, possui 12 funcionários e faturamento anual médio de R\$ 8 milhões. A Empresa 1 pode ser considerada como microempresa segundo a classificação proposta pelo SEBRAE (2018) e média empresa pela classificação proposta pelo BNDES (2021).

De acordo com o gestor da Empresa 1, o sistema de gestão da qualidade da empresa é bem definido. A Empresa 1 possui a política da qualidade definida, o material disponibilizado pela empresa (documentos, manuais, entre outros) está de acordo com a política da qualidade da empresa e os documentos da qualidade são verificados regularmente. Entretanto, o SGQ não é totalmente definido, uma vez que a empresa precisa melhorar aspectos como a adequação da política da qualidade, definição e verificação dos objetivos da qualidade e realização de auditorias internas.

O gestor da Empresa 1 indicou que, no atual SGQ da empresa, a equipe é preocupada com a qualidade e o programa de treinamento da qualidade é realizado regularmente. Destaca-se ainda o cuidado da Empresa 1 com os aspectos relacionados ao risco. Atualmente, ameaças, riscos e oportunidades são definidos e identificados, os procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio são definidos, riscos são avaliados como oportunidades e ações preventivas são realizadas para eliminar possíveis não conformidades. Ao ser questionado sobre o que a empresa deseja com a certificação, o gestor da Empresa 1 destacou, principalmente, a necessidade de adotar uma abordagem da qualidade, satisfazer os requisitos de alguns clientes, acessar novos mercados e mobilizar a equipe em torno de um projeto.

### **3.2 Características da Empresa 2**

A Empresa 2 atua no mercado há 15 anos. É uma empresa matriz de serviços de terceirização, possui 22 funcionários e faturamento anual médio de R\$ 22 milhões. Com relação ao porte, a Empresa 2 pode ser considerada como pequena empresa pelo SEBRAE (2018) e média empresa pelo BNDES (2021).

Diferentemente da Empresa 1, atualmente a Empresa 2 possui um sistema de gestão da qualidade indefinido, ou seja, a documentação do sistema de gestão da qualidade não é formalizada. O gestor da Empresa 2 destacou a seguinte situação da empresa sobre as questões da qualidade: os objetivos quantitativos da qualidade não são totalmente definidos, a consecução dos objetivos da qualidade não é totalmente verificada, não há a realização regular de um programa de treinamento da qualidade, auditorias internas da qualidade não são realizadas regularmente, ameaças, riscos e oportunidades não são definidos e identificados, e riscos não são totalmente avaliados como oportunidades.

Mesmo classificando o SGQ como indefinido, o gestor da Empresa 2 verificou aspectos positivos com relação à preocupação com a qualidade na empresa, como a preocupação em definir e verificar a adequação da política da qualidade, a preocupação da equipe com a qualidade, o cuidado com o armazenamento e verificação regular de documentos da qualidade, os procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio são definidos parcialmente, bem como algumas ações preventivas são realizadas para eliminar possíveis não conformidades.

No que se refere aos objetivos da Empresa 2 com a certificação, o gestor destacou adotar uma abordagem da qualidade, satisfazer os requisitos de alguns clientes, acessar novos mercados, mobilizar a equipe em torno de um projeto, considerar a certificação como um trampolim para o gerenciamento da qualidade total, aumentar a rentabilidade da empresa, melhorar a organização interna e melhorar a qualidade dos serviços oferecidos.

### **3.3 Características da Empresa 3**

A Empresa 3 também é uma empresa matriz de serviços de terceirização, com atuação no mercado há 9 anos. A empresa possui 8 funcionários e faturamento anual médio de R\$ 14,5 milhões. De acordo com a classificação do SEBRAE (2018), a Empresa 3 pode ser considerada como microempresa. Por outro lado, de acordo com a classificação do BNDES (2021), é considerada como média empresa.

Atualmente a Empresa 3 possui um sistema de gestão da qualidade indefinido, ou seja, a documentação do SGQ não é formalizada. De acordo com o gestor, a Empresa 3 apresenta grande dificuldade com a maioria dos aspectos relacionados ao SGQ: a política da qualidade não é definida, a verificação da adequação da política da qualidade não é feita, os objetivos quantitativos da qualidade não são totalmente definidos, a consecução dos objetivos da qualidade não é totalmente verificada, não há a realização regular de um programa de treinamento da qualidade, o material disponibilizado pela empresa não está de acordo com a política da qualidade da empresa, não há verificação regular dos documentos da qualidade, auditorias internas da qualidade não são realizadas regularmente, ameaças, riscos e oportunidades não são definidos e identificados, e riscos não são totalmente avaliados como oportunidades.

Os aspectos positivos destacados pelo gestor da Empresa 3 estão relacionados à preocupação da equipe com a qualidade, definição dos procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio e realização de ações preventivas para eliminar possíveis não conformidades. Quanto aos objetivos da Empresa 3 com a certificação, o gestor destacou a necessidade de satisfazer os requisitos de alguns clientes, acessar novos mercados, mobilizar a equipe em torno de um projeto, aumentar a rentabilidade da empresa, melhorar a organização interna e melhorar a qualidade dos serviços oferecidos.

### **3.4 Dificuldades das empresas com os requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015**

As dificuldades identificadas na revisão da literatura e destacadas no Quadro 1 foram utilizadas no questionário proposto para verificar os fatores críticos enfrentados pelos gestores de pequenas e médias empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015. O questionário (Apêndice A) foi utilizado nas entrevistas conduzidas individualmente com os gestores de cada empresa.

Durante as entrevistas, as dificuldades foram avaliadas pelos gestores das empresas, considerando a escala Likert de cinco pontos, variando de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). É importante ressaltar que um item foi determinado para cada dificuldade para facilitar a sua descrição (ver Quadro 1), e que cada dificuldade está relacionada a uma das seguintes dimensões: foco no cliente, liderança, engajamento das pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidência, gestão de relacionamento e gestão de risco.

A Tabela 5 a seguir apresenta a avaliação dos itens (dificuldades) por empresa.

Tabela 5 - Avaliação das dificuldades por empresa

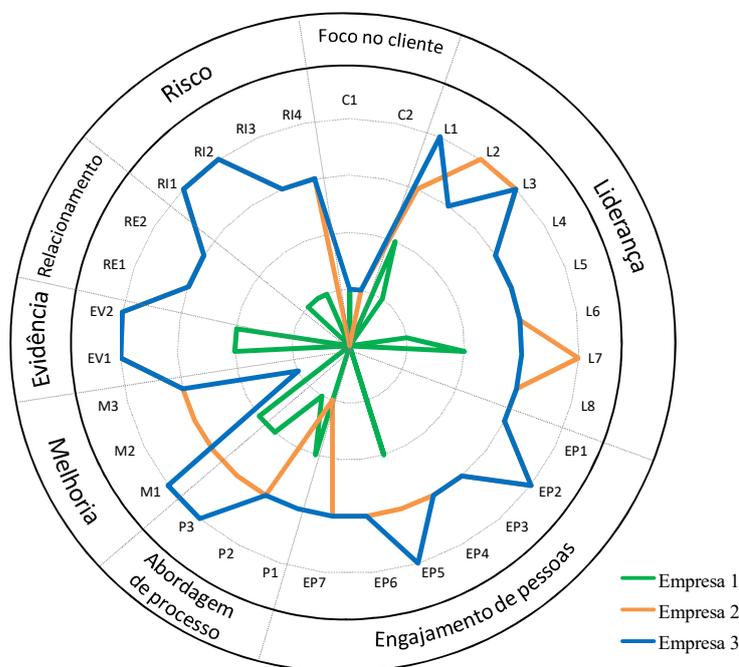
<b>Dimensão</b>	<b>Item</b>	<b>Empresa 1</b>	<b>Empresa 2</b>	<b>Empresa 3</b>
Foco no cliente	C1	2	1	2
	C2	1	2	2
Liderança	L1	3	4	5
	L2	2	5	4
	L3	1	5	5
	L4	1	4	4
	L5	1	4	4
	L6	2	4	4
	L7	3	5	4
	L8	1	4	4
Engajamento das pessoas	EP1	1	4	4
	EP2	1	5	5
	EP3	1	4	4
	EP4	1	4	4
	EP5	3	4	5
	EP6	1	4	4
	EP7	1	4	4
Abordagem de processo	P1	3	2	4
	P2	2	4	4
	P3	3	4	5
Melhoria	M1	3	4	5
	M2	1	4	2
	M3	1	4	4
Tomada de decisão baseada em evidência	EV1	3	5	5
	EV2	3	5	5
Gestão de relacionamento	RE1	1	4	4
	RE2	1	4	4
Gestão de risco	RI1	2	5	5
	RI2	2	5	5
	RI3	2	4	4
	RI4	1	4	4

Fonte: A autora (2021).

Um gráfico radar foi desenvolvido com objetivo de destacar o nível das dificuldades levantadas pelos gestores de cada empresa e facilitar a sua visualização, considerando os 31 itens do Quadro 1 e suas respectivas dimensões. Quanto mais próximo do centro (1 – discordo totalmente), a empresa apresenta menor nível de dificuldade com relação a um determinado item. Por outro lado, quanto mais longe do centro (5 – concordo totalmente), a empresa

apresenta maior nível de dificuldade com relação a um determinado item. O gráfico radar é apresentado na Figura 4 a seguir.

Figura 4 - Gráfico radar das dificuldades por empresa



Fonte: A autora (2021).

A partir da Figura 4, é possível notar a diferença entre o nível de dificuldade destacado nos itens pelas Empresas 2 e 3 (itens mais afastados do centro) e pela Empresa 1 (itens mais próximos do centro). A Empresa 2 e a Empresa 3 indicaram dificuldade em 90% dos itens (aproximadamente 90% dos itens obtiveram 4 ou 5 pontos), enquanto que a Empresa 1 não indicou altos níveis de dificuldade nos itens. Além disso, nenhum item avaliado pelo gestor da Empresa 1 obteve pontuação 4 ou 5. Isso pode ser explicado porque a Empresa 1 tem um sistema de gestão da qualidade mais definido do que as Empresas 2 e 3.

Considerando os itens que obtiveram 5 pontos na avaliação dos gestores das Empresas 2 e 3, as maiores dificuldades estão nos seguintes itens: 5. Motivação do pessoal para a qualidade, 12. Falta de envolvimento/comprometimento da equipe, 24. Monitoramento e medição de processos, 25. Ausência de auditorias, 28. Definição e identificação de ameaças, riscos e oportunidades e 29. Definição de procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio. O destaque do alto nível de dificuldade pelas empresas com relação a esses itens corrobora com as referências indicadas no Quadro 1 (WILSON; CAMPBELL, 2016; ALMEIDA; PRADHAN; MUNIZ JR, 2018; CHIARINI, 2019; ABUAZZ; LABIB;

SAVAGE, 2019; CHEN *et al.*, 2016; ANTILLA; JUSSILA, 2017; RYBSKI; JOCHEM; HOMMA, 2017; CAGNIN; DE OLIVEIRA; MIGUEL, 2019).

Assim, destaca-se a importância da identificação das dificuldades para a posterior definição dos fatores críticos da implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas na abordagem que será proposta no Capítulo 4 a seguir.

### **3.5 Considerações sobre este capítulo**

Neste capítulo foram apresentados os resultados do estudo exploratório de múltiplos casos, destacando as características das três empresas estudadas, aspectos da certificação e do sistema de gestão da qualidade e as dificuldades enfrentadas pelos gestores das empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015.

A partir dos achados encontrados no estudo de múltiplos casos, em conjunto com a revisão do estado da arte realizado neste capítulo, foi possível desenvolver a abordagem proposta por esta tese. O Capítulo 4 a seguir apresentará a abordagem proposta baseada na metodologia TRIZ para auxiliar os gestores de pequenas e médias empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR 9001:2015 e os resultados do estudo.

## **4 ABORDAGEM PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS REQUISITOS DA NORMA NBR ISO 9001:2015 EM PMES COM BASE NA METODOLOGIA TRIZ**

O presente capítulo tem como objetivo demonstrar a abordagem proposta para implementação dos requisitos da norma NBR ISO 9001:2015 em PMES com base na metodologia TRIZ. Também é apresentado o estudo descritivo da aplicação da abordagem nas empresas estudadas, bem como a discussão dos resultados.

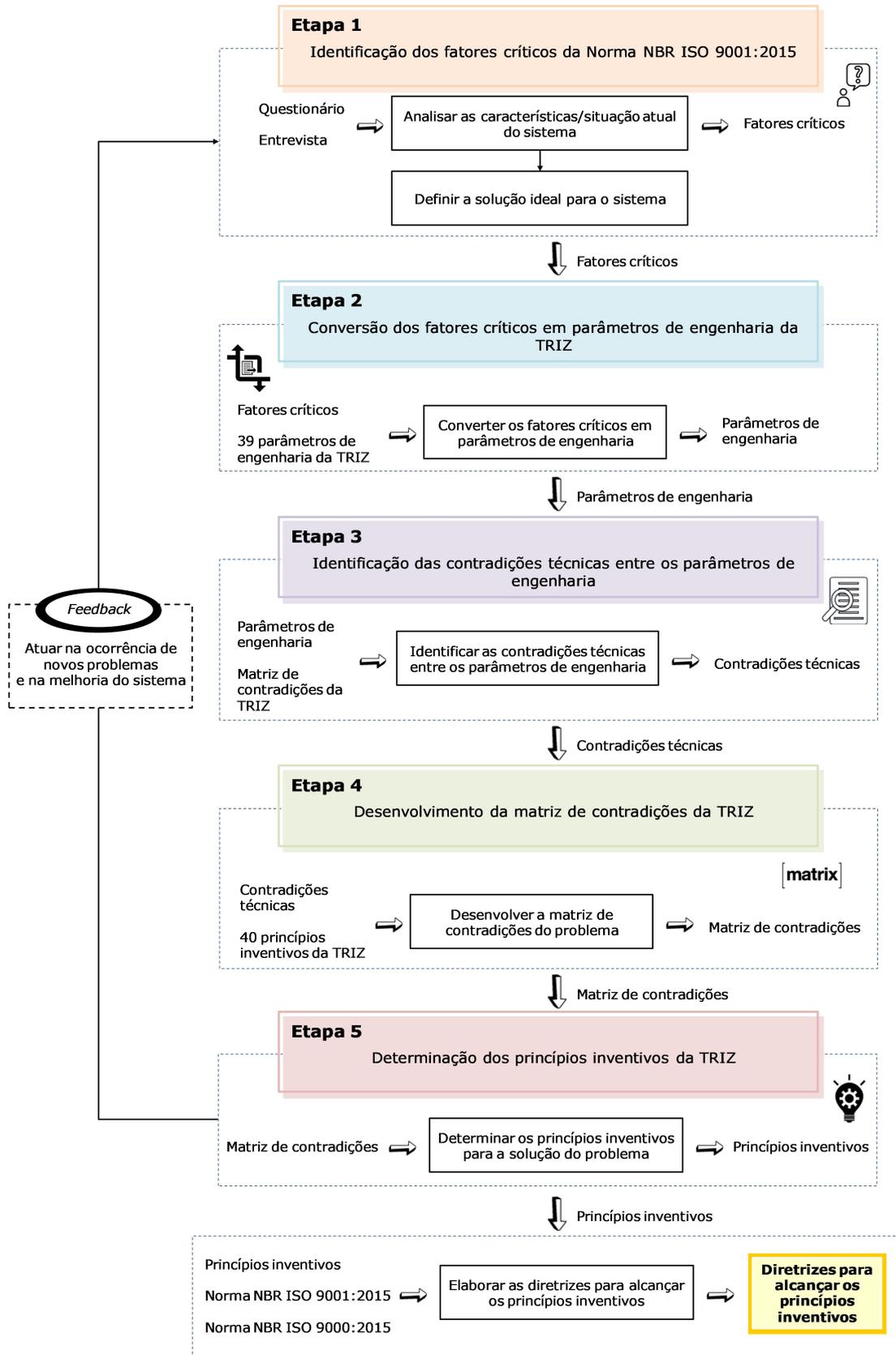
### **4.1 Etapas da abordagem proposta para implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas baseada na metodologia TRIZ**

As abordagens baseadas na TRIZ, em geral, compreendem três fases principais: identificação/definição do problema, solução do problema e avaliação da solução/modelo (CHAI; ZHANG; TAN, 2005; LEE; CHEN; TRAPPEY, 2019; LEE; ZHAO; LEE, 2019). Essas etapas relacionam-se com o Método dos Princípios Inventivos – MPI, conforme já apresentado na Figura 3 no capítulo anterior, para a solução de problemas.

A partir da literatura (ALTSHULLER, 1998; CHAI; ZHANG; TAN, 2005; LEE; CHEN; TRAPPEY, 2019; LEE; ZHAO; LEE, 2019), este trabalho de pesquisa propõe uma abordagem baseada na metodologia TRIZ para auxiliar os gestores de pequenas e médias empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR 9001:2015.

Cinco etapas compõem a abordagem proposta para implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas baseada na metodologia TRIZ: 1) identificação dos fatores críticos da Norma NBR ISO 9001:2015, 2) conversão dos fatores críticos em parâmetros de engenharia da TRIZ, 3) identificação das contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia, 4) desenvolvimento da matriz de contradições da TRIZ e 5) determinação dos princípios inventivos da TRIZ. As etapas da abordagem proposta são apresentadas na Figura 5 a seguir.

Figura 5 - Etapas da abordagem proposta para implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas com base na metodologia TRIZ



Fonte: A autora (2021).

Como apresentado na Figura 5, a saída (*output*) da abordagem proposta resulta nas diretrizes para alcançar os princípios inventivos da TRIZ como base nas Normas NBR ISO 9001:2015 e NBR ISO 9000:2015. O *feedback* executa duas funções importantes: identificação e correção de novos problemas e melhoria contínua. As etapas da abordagem proposta estão discriminadas a seguir.

#### 4.1.1 Identificação dos fatores críticos da Norma NBR ISO 9001:2015

Analisar as características do problema é essencial na Etapa 1 – Identificação dos fatores críticos da Norma NBR ISO 9001:2015. Esta etapa tem como objetivo obter informações úteis sobre o sistema e compreender, em profundidade, a situação do problema (CHAI; ZHANG; TAN, 2005). A partir do conhecimento da situação atual, é possível identificar e definir o problema estudado, ou seja, os fatores críticos para a implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015.

Nesta etapa, também é definida a solução ideal do problema. De acordo com Moussa *et al.* (2019), o conhecimento do sistema ideal ajuda a melhorar um sistema existente, mantendo as características do sistema ideal como uma meta a ser alcançada, mesmo que um sistema ideal não seja possível de ser alcançado. Carvalho (2017) destaca ainda que a ocorrência da evolução de um sistema pode ser observada não somente através de inovações radicais, como também de melhorias incrementais. Além disso, solucionar as contradições técnicas é uma forma de aumentar a idealidade.

#### 4.1.2 Conversão dos fatores críticos em parâmetros de engenharia da TRIZ

A formulação do problema com base na TRIZ é realizada na Etapa 2 – Conversão dos fatores críticos em parâmetros de engenharia da TRIZ (ALTSHULLER, 2000). Os parâmetros de engenharia são usados para definir o problema na linguagem da TRIZ (LEE; CHEN; TRAPPEY, 2019). Ou seja, os fatores críticos identificados e definidos na Etapa 1 são transformados na linguagem da TRIZ (parâmetros de engenharia) nesta etapa. Essa “tradução” é importante para possibilitar o uso das ferramentas da TRIZ (CHAI; ZHANG; TAN, 2005).

#### 4.1.3 Identificação das contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia

Na Etapa 3 – Identificação das contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia, a análise de contradições entre os parâmetros é realizada. Segundo Chai, Zhang e

Tan (2005), essa ferramenta de resolução de problemas é uma das mais eficazes da TRIZ. Os parâmetros de engenharia conflitantes são identificados nesta etapa.

Uma melhora em um parâmetro de engenharia pode causar uma piora em um ou mais parâmetros de engenharia, gerando uma contradição técnica (LEE; ZHAO; LEE, 2019). De acordo com Carvalho e Back (2001), os parâmetros de engenharia correspondem a grandezas genéricas. Dependendo da situação, melhorar um parâmetro pode implicar em seu aumento ou diminuição. A formulação das contradições técnicas pode ser realizada por meio da identificação da característica desejada a ser melhorada e/ou da característica indesejada a ser reduzida, eliminada ou neutralizada.

As contradições técnicas são identificadas a partir da relação entre os parâmetros de engenharia melhorados e os parâmetros de engenharia piorados (SHEU; CHIU; CAYARD, 2020). Uma opção para a determinação das contradições é consultar a matriz de contradições (Anexo B). Para o problema em questão, essas relações serão apresentadas na matriz de contradições, desenvolvida na Etapa 4 a seguir.

#### 4.1.4 Desenvolvimento da matriz de contradições da TRIZ

A Etapa 4 – Desenvolvimento da matriz de contradições da TRIZ tem como objetivo desenhar a matriz das contradições identificadas na etapa anterior. A matriz de contradições é formada pelo cruzamento dos parâmetros a serem melhorados (nas linhas) com os parâmetros prejudicados com a melhora dos primeiros (nas colunas) (LEE; ZHAO; LEE, 2019).

Um ou mais princípios inventivos considerados mais úteis são utilizados para solucionar as contradições técnicas (ALTSHULLER, 1998). Uma opção para a determinação dos princípios inventivos é consultar a matriz de contradições (Anexo B). No entanto, não há uma regra específica para a escolha dos princípios para solucionar as contradições (LEE; ZHAO; LEE, 2019; LEE; CHEN; LEE, 2020). Carvalho (2017) afirma que a escolha dos princípios inventivos pode ser conduzida livremente, como em uma sessão de *brainstorming*. Uma análise do problema é necessária para definir os princípios inventivos mais adequados para solucionar as contradições e melhorar os parâmetros.

Quando finalizada, a matriz de contradições deve apresentar os parâmetros de engenharia a serem melhorados nas linhas, os parâmetros de engenharia prejudicados com a melhora dos primeiros nas colunas e os princípios inventivos para a solução das contradições técnicas. A matriz de contradições pode ser considerada como um indicativo que aponta os princípios inventivos com maior probabilidade de solucionar o conflito entre os pares de

parâmetros de engenharia conflitantes, uma vez que esses princípios já foram úteis para resolver o mesmo conflito em outros problemas anteriores (CARVALHO, 2017).

#### 4.1.5 Determinação dos princípios inventivos da TRIZ

Finalmente, na Etapa 5 – Determinação dos princípios inventivos da TRIZ, os princípios inventivos mais adequados da matriz de contradições são utilizados para resolver o problema do estudo. A ideia principal é melhorar ambos os parâmetros com um ou mais princípios inventivos, eliminando a contradição.

Um aspecto importante na Etapa 5 é a definição de como alcançar esses princípios inventivos da TRIZ (LEE; WANG; TRAPPEY, 2015; LEE; CHEN; TRAPPEY, 2019; LEE *et al.*, 2020). Para isso, as diretrizes para alcançar os princípios inventivos da TRIZ são elaboradas como uma saída da Etapa 5.

Outro aspecto importante é o *feedback*, utilizado para o tratamento da ocorrência de novos problemas e para a melhoria contínua. Se a solução não for encontrada após a eliminação da contradição através do uso dos princípios inventivos, ou se novos problemas venham a surgir após a solução encontrada, ou ainda para se aproximar cada vez mais da solução ideal definida na primeira etapa, o processo de resolução de problemas deverá ser repetido a partir da Etapa 1 para que a situação original seja redefinida. Em suma, abordagens baseadas na metodologia TRIZ são capazes de entregar um conjunto de soluções inovadoras sistematicamente (CHAI; ZHANG; TAN, 2005).

## **4.2 Aplicação da abordagem proposta para implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas baseada na metodologia TRIZ**

A aplicação das etapas da abordagem proposta para implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 baseada na metodologia TRIZ nas empresas estudadas é apresentada a seguir.

### 4.2.1 Etapa 1 – Identificação dos fatores críticos da Norma NBR ISO 9001:2015

Na Etapa 1 – Identificação dos fatores críticos da Norma NBR ISO 9001:2015, o sistema analisado e de interesse do problema abrange cada empresa estudada, mais especificamente o sistema de gestão da qualidade das Empresas 1, 2 e 3. No estudo exploratório realizado, a informação da situação atual sobre as dificuldades enfrentadas pelas empresas com os requisitos da Norma foi identificada por meio de entrevistas com os gestores

de cada empresa. O questionário proposto (Apêndice A) utilizado na entrevista teve como principal objetivo identificar os fatores críticos da implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas. Esses fatores críticos definem o problema estudado. Assim, a solução ideal para o problema deve auxiliar os gestores das empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015.

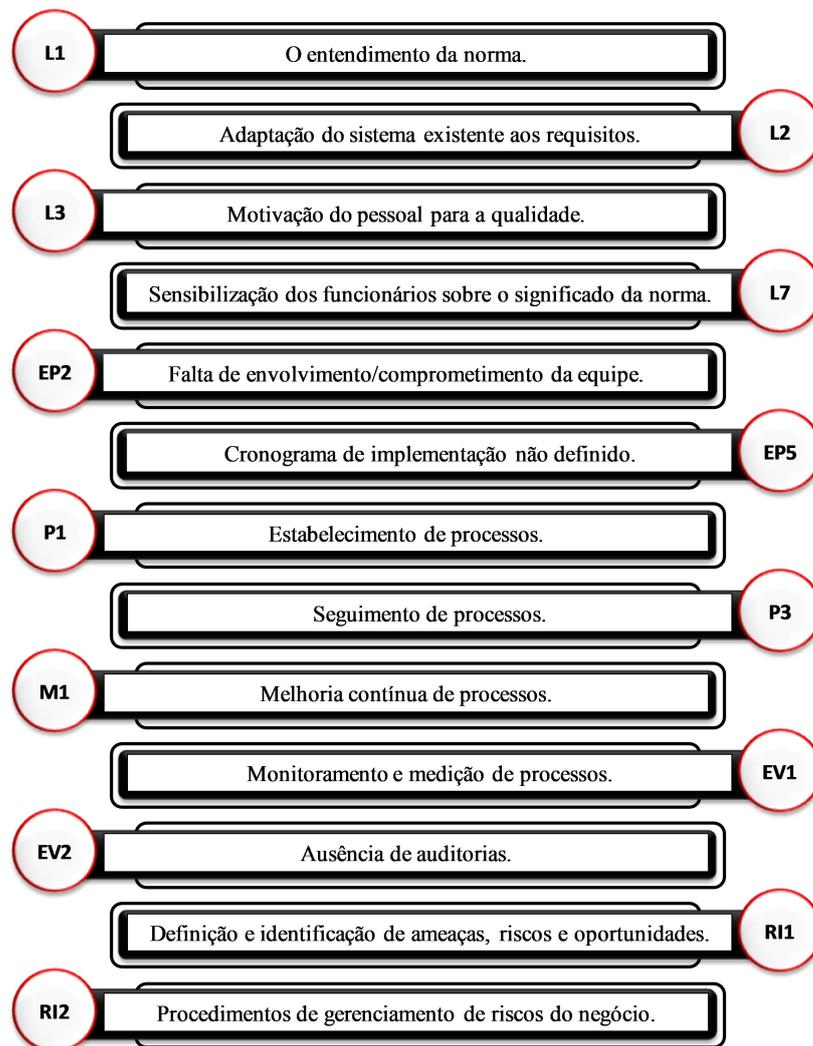
Os itens do questionário foram avaliados pelo gestor responsável pela qualidade de cada empresa através da escala Likert de cinco pontos, variando de discordo totalmente (1) a concordo totalmente (5). Considerando que cada empresa pode apresentar níveis particulares com relação às dificuldades levantadas no questionário, a priorização dos fatores críticos pode ter resultados diferentes na Etapa 1 da abordagem proposta. Além disso, a quantidade analisada de fatores críticos também pode variar a depender do critério de priorização utilizado pela empresa. Por exemplo, uma empresa pode desejar priorizar e analisar todos os fatores críticos, ou os fatores críticos pontuados com nível 5, ou ainda utilizar outro critério de interesse.

De acordo com os resultados, a Empresa 2 e a Empresa 3 identificaram alta dificuldade na maioria dos itens, destacando-se as dimensões liderança (L1, L2, L3 e L7), engajamento de pessoas (EP2 e EP5), abordagem de processo (P3), melhoria (M1), tomada de decisão baseada em evidência (EV1 e EV2) e gestão de risco (RI1 e RI2). Por outro lado, no geral, a Empresa 1 não apresentou alta dificuldade com os itens, indicando dificuldade com relação às dimensões liderança (L1 e L7), engajamento de pessoas (EP5), abordagem de processo (P1 e P3), melhoria (M1) e tomada de decisão baseada em evidência (EV1 e EV2).

Neste estudo, foram priorizados como fatores críticos os itens que obtiveram pontuação 5 na escala, independentemente da empresa. Assim, os seguintes itens foram priorizados como críticos: L1 (o entendimento da norma), L2 (adaptação do sistema existente aos requisitos), L3 (motivação do pessoal para a qualidade), L7 (sensibilização dos funcionários sobre o significado da ISO 9001), EP2 (falta de envolvimento/comprometimento da equipe), EP5 (cronograma de implementação não definido), P3 (seguimento de processos), M1 (melhoria contínua de processos), EV1 (monitoramento e medição de processos), EV2 (ausência de auditorias), RI1 (definição e identificação de ameaças, riscos e oportunidades) e RI2 (definição de procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio). Como o gestor da Empresa 1 não classificou nenhum item do questionário com nível 4 ou 5 da escala, adicionalmente, o item P1 (estabelecimento de processos) também foi priorizado, uma vez que esse item destacou-se (pontuação 3 na escala) na avaliação do gestor da Empresa 1.

Dessa forma, do total de 31 itens (dificuldades) do questionário, 13 foram identificados como críticos. Os fatores críticos da implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 destacados pelos gestores das empresas são apresentados na Figura 6 a seguir. Na Figura 6, esses fatores foram ordenados de acordo com a sequência de apresentação das dimensões identificadas no Quadro 1, ou seja, liderança, engajamento de pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidência e gestão de risco.

Figura 6 - Fatores críticos para a implementação da Norma NBR ISO 9001:2015



Fonte: A autora (2021).

#### 4.2.2 Etapa 2 – Conversão dos fatores críticos em parâmetros de engenharia da TRIZ

A partir da identificação dos fatores críticos na Etapa 1, foi possível associá-los aos parâmetros de engenharia na Etapa 2 – Conversão dos fatores críticos em parâmetros de engenharia da TRIZ. A conversão foi conduzida por meio da análise entre os fatores críticos e os parâmetros de engenharia com mais afinidade, possibilitando o uso da matriz de contradições (CARVALHO, 2017). Assim, a associação entre os fatores críticos e os parâmetros de engenharia pode ter resultados diferentes a depender da afinidade identificada pelo gestor ou pelo pesquisador entre os fatores críticos e os parâmetros de engenharia.

Os parâmetros de engenharia “velocidade” e “dificuldade de detecção” foram diferenciados para facilitar a identificação do respectivo fator crítico e a sua compreensão na matriz de contradições. Determinou-se “velocidade (P3)” para o fator crítico “seguimento de processo”, “velocidade (M1)” para “melhoria contínua de processos”, “dificuldade de detecção (RI1)” para “definição e identificação de ameaças, riscos e oportunidades” e “dificuldade de detecção (RI2)” para “definição de procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio”.

A associação entre os fatores críticos das empresas estudadas e os parâmetros de engenharia é apresentada no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Associação entre os fatores críticos e os parâmetros de engenharia

Fator crítico		Parâmetro de engenharia		Interpretação
L1	O entendimento da norma.	36	Complexidade	Quantidade e diversidade de elementos e dos inter-relacionamentos entre os elementos presentes na norma.
L2	Adaptação do sistema existente aos requisitos.	35	Adaptabilidade	Adaptação às mudanças requeridas.
L3	Motivação do pessoal para a qualidade.	14	Resistência	Resistência da equipe com relação a melhorias da qualidade.
L7	Sensibilização dos funcionários sobre o significado da ISO 9001.	10	Força	Fortalecimento da conscientização sobre a importância da certificação.
EP2	Falta de envolvimento/comprometimento da equipe.	39	Produtividade	Falta de engajamento da equipe pode causar perda de produtividade.
EP5	Cronograma de implementação não definido.	25	Perda de tempo	Ineficiência de tempo.
P1	Estabelecimento de processos.	33	Facilidade de operação	Simplicidade no estabelecimento e na operação dos processos.
P3	Seguimento de processos.	9	Velocidade (P3)	Dificuldade de acompanhar os processos com rapidez.
M1	Melhoria contínua de processos.	9	Velocidade (M1)	Dificuldade de melhorar os processos com rapidez.
EV1	Monitoramento e medição de processos.	28	Precisão de medição	Precisão dos indicadores utilizados para o monitoramento e medição de processos.
EV2	Ausência de auditorias.	24	Perda de informação	Perda ou falta de acesso aos dados e informações.
RI1	Definição e identificação de ameaças, riscos e oportunidades.	37	Dificuldade de detecção (RI1)	Dificuldade de definição, detecção e medição de ameaças, riscos e oportunidades.
RI2	Definição de procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio.	37	Dificuldade de detecção (RI2)	Dificuldade de definição, detecção e medição de riscos do negócio.

Fonte: A autora (2021).

#### 4.2.3 Etapa 3 – Identificação das contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia

Na Etapa 3, são identificadas as contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia da Etapa 2. As contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia são apresentadas no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 - Identificação das contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia

<b>Melhora no parâmetro</b>	<b>Piora no parâmetro</b>
Complexidade (36)	Resistência (14)
	Facilidade de operação (33)
Adaptabilidade (35)	Resistência (14)
	Estabilidade (13)
Resistência (14)	Força (10)
	Produtividade (39)
	Amplitude da automação (38)
Força (10)	Resistência (14)
Produtividade (39)	Resistência (14)
Perda de tempo (25)	Adaptabilidade (35)
Facilidade de operação (33)	Complexidade (36)
Velocidade (P3) (9)	Resistência (14)
	Facilidade de operação (33)
Velocidade (M1) (9)	Resistência (14)
Precisão de medição (28)	Facilidade de operação (33)
Perda de informação (24)	Resistência (14)
	Facilidade de operação (33)
Dificuldade de detecção (RI1) (37)	Perda de informação (24)
Dificuldade de detecção (RI2) (37)	Perda de informação (24)

Fonte: A autora (2021).

Para a identificação das contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia na Etapa 3, uma análise foi realizada para cada parâmetro identificado na Etapa 2, com o objetivo de verificar se a melhora nesse parâmetro pode causar uma piora em um ou mais parâmetros. Caso isso ocorresse, seria identificada uma contradição técnica. A matriz de contradições (Anexo B) também foi consultada para definir as contradições entre os parâmetros de engenharia neste trabalho.

Identificou-se, por exemplo, que uma melhora no parâmetro complexidade (36) pode causar uma piora nos parâmetros resistência (14) e facilidade de operação (33). Nesse caso,

melhorar o parâmetro “complexidade” (ou seja, aumentar a complexidade, tornando o sistema mais complexo) poderá causar uma piora no parâmetro “resistência”, aumentando a resistência da equipe com relação a melhorias da qualidade. De forma semelhante, melhorar o parâmetro “complexidade” poderá causar uma piora no parâmetro “facilidade de operação”, com menor simplicidade no estabelecimento e na operação dos processos. O fato de não estar ao alcance do gestor ou do pesquisador modificar ou reescrever a Norma dificulta a eliminação dessa característica indesejada. Dessa forma, a resolução das contradições técnicas relacionadas ao parâmetro de engenharia “complexidade” poderá reduzir ou neutralizar essa característica.

Ao longo da análise das contradições entre os parâmetros, outros parâmetros não elencados inicialmente poderiam ser prejudicados. Isso aconteceu com os parâmetros “estabilidade (13)” e “amplitude da automação (38)”, que foram identificados como parâmetros piorados em algumas contradições técnicas do Quadro 3.

As contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia são apresentadas e exploradas na matriz de contradições da Etapa 4 a seguir.

#### 4.2.4 Etapa 4 – Desenvolvimento da matriz de contradições da TRIZ

A Etapa 4 tem como objetivo o desenvolvimento da matriz das contradições listadas na Etapa 3. Além disso, os princípios inventivos mais adequados para a solução das contradições são identificados na Etapa 4. Ou seja, para cada contradição identificada, um ou mais princípios inventivos são escolhidos para solucioná-la.

A matriz de contradições da TRIZ é apresentada no Quadro 4 a seguir, com os parâmetros a serem melhorados (nas linhas), os parâmetros prejudicados com a melhora dos primeiros (nas colunas) e os princípios inventivos sugeridos para solucionar as contradições (elementos resultantes do cruzamento das linhas e colunas).

Quadro 4 - Matriz de contradição da TRIZ

Parâmetro a melhorar		Parâmetro prejudicado														
		Complexidade	Adaptabilidade	Resistência	Força	Produtividade	Perda de tempo	Facilidade de operação	Velocidade (P3)	Velocidade (M1)	Precisão de medição	Perda de informação	Dificuldade de detecção (RI1)	Dificuldade de detecção (RI2)	Estabilidade	Amplitude da automação
		36	35	14	10	39	25	33	9	9	28	24	37	37	13	38
Complexidade	36	N/A		33				1								
Adaptabilidade	35		N/A	3											35	
Resistência	14			N/A	3	35, 10, 14										15
Força	10			35, 10, 14, 34	N/A											
Produtividade	39			10, 23		N/A										
Perda de tempo	25		35				N/A									
Facilidade de operação	33	25						N/A								
Velocidade (P3)	9			35				21	N/A							
Velocidade (M1)	9			13, 14						N/A						
Precisão de medição	28							1, 13, 17, 34			N/A					
Perda de informação	24			3				22				N/A				
Dificuldade de detecção (RI1)	37											10	N/A			
Dificuldade de detecção (RI2)	37											10		N/A		

Nota: N/A – Não Aplicável.

Fonte: A autora (2021).

Tomando-se como exemplo o parâmetro “complexidade (36)” a ser melhorado, a análise do Quadro 4 pode ser conduzida da seguinte forma: uma melhora do parâmetro “complexidade (36)” pode causar uma piora nos parâmetros “resistência (14)” e “facilidade de operação (33)”. Os princípios inventivos identificados como mais adequados para resolver essas contradições foram #33 Homogeneidade para a relação “complexidade – resistência” e #1 Segmentação para a relação “complexidade – facilidade de operação”. Dessa forma, essa análise pode ser realizada também para as demais contradições entre os parâmetros. As contradições e suas respectivas soluções serão apresentadas na Etapa 5 a seguir.

#### 4.2.5 Etapa 5 – Determinação dos princípios inventivos da TRIZ

A escolha dos princípios inventivos define a solução proposta na Etapa 5 – Determinação dos princípios inventivos da TRIZ. Os princípios inventivos sugeridos na matriz de contradições do Quadro 4 são soluções propostas para os fatores críticos do problema em estudo, que é de auxiliar os gestores de pequenas e médias empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015. Os princípios inventivos da matriz de contradições foram analisados e selecionados com base na sua utilidade e nas características do problema.

Como apresentado no Quadro 4, os princípios inventivos mais utilizados para resolver o problema estudado foram: 1# Segmentação, 3# Qualidade local, 10# Ação prévia, 13# Inversão, 14# Recurvação e 35# Transformação de propriedades. Os princípios 10# Ação prévia e 35# Transformação de propriedades destacaram-se por terem sido usados cinco vezes. Segundo Carvalho (2017), esses princípios são usados frequentemente para a solução de contradições. Os princípios “ação prévia” e “transformação de propriedades” podem ser interpretados, respectivamente, como “realizar a mudança necessária antes que ela seja necessária” e “alterar o grau de flexibilidade”. Ou seja, duas ações importantes para a implementação dos requisitos da Norma em pequenas e médias empresas.

#### 4.2.6 Diretrizes para alcançar os princípios inventivos da TRIZ com base nas Normas NBR ISO 9001:2015 e NBR ISO 9000:2015

Lee *et al.* (2020) acreditam que o desenvolvimento de diretrizes para alcançar os princípios inventivos é útil para auxiliar o pesquisador a atingir a solução do problema. Para esse fim, as diretrizes foram elaboradas com base nos requisitos da Norma NBR ISO

9001:2015 (ISO, 2015b) e nas ações possíveis para os princípios de gestão da qualidade da Norma NBR ISO 9000:2015 (ISO, 2015a). As diretrizes representam a saída (*output*) da abordagem proposta para a implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas baseada na metodologia TRIZ. Os Quadros de 5 a 14 apresentam as dimensões, os fatores críticos associados às dimensões, os parâmetros de engenharia associados aos fatores críticos, os princípios inventivos sugeridos para resolver as contradições entre os parâmetros e as diretrizes para alcançar os princípios inventivos.

Os Quadros de 5 a 8 apresentam as diretrizes para a dimensão liderança. Nessa dimensão, foram destacados quatro fatores críticos: o entendimento da norma (L1), adaptação do sistema existente aos requisitos (L2), motivação do pessoal para a qualidade (L3) e sensibilização dos funcionários sobre o significado da ISO 9001 (L7).

O Quadro 5 apresenta as diretrizes para o fator crítico “o entendimento da Norma” (L1) da dimensão liderança. Esse fator crítico está relacionado ao parâmetro de engenharia complexidade (36). Os princípios inventivos utilizados para resolver as seguintes contradições entre os parâmetros foram:

- Complexidade – Resistência: 33# Homogeneização.
- Complexidade – Facilidade de operação: 1# Segmentação.

O Quadro 6 apresenta as diretrizes para o fator crítico “adaptação do sistema existente aos requisitos” (L2) da dimensão liderança. Esse fator crítico está relacionado ao parâmetro de engenharia adaptabilidade (35). Os princípios inventivos utilizados para resolver as seguintes contradições entre os parâmetros foram:

- Adaptabilidade – Resistência: 3# Qualidade local.
- Adaptabilidade – Estabilidade: 35# Transformação de propriedades.

O Quadro 7 apresenta as diretrizes para o fator crítico “motivação do pessoal para a qualidade” (L3) da dimensão liderança. Esse fator crítico está relacionado ao parâmetro de engenharia resistência (14). Os princípios inventivos utilizados para resolver as seguintes contradições entre os parâmetros foram:

- Resistência – Força: 3# Qualidade local.
- Resistência – Produtividade: 35# Transformação de propriedades, 10# Ação prévia e 14# Recurvação.
- Resistência – Amplitude da automação: 15# Dinamização.

Quadro 5 - Diretrizes da dimensão “Liderança” – Fator crítico “O entendimento da Norma”

Dimensão	Fator crítico		Parâmetro de engenharia		Princípio inventivo	Diretrizes para alcançar o princípio	
Liderança	L1	O entendimento da norma.	36	Complexidade	33	Homogeneização	A complexidade da Norma pode causar resistência dos funcionários em querer entendê-la. Incentivar a troca de experiências com a Norma entre os funcionários, manter uma comunicação eficiente com os funcionários, compartilhar os benefícios da Norma e a necessidade da colaboração mútua podem ajudar a criar uma unidade de propósito, direcionamento e engajamento dos funcionários.
					1	Segmentação	Em geral, o entendimento da Norma é complexo para os funcionários, e segmentar o estudo da Norma pode ajudar no seu entendimento. Disponibilizar a Norma, fornecer treinamentos e estimular encontros para melhorar a sua compreensão são possíveis ações para o entendimento da Norma. Se necessário e possível, considerar a contratação de um serviço de consultoria externa para auxiliar no processo de certificação. Esta não é uma regra. É possível implementar os requisitos da Norma sem uma consultoria externa.

Fonte: A autora (2021).

Quadro 6 - Diretrizes da dimensão “Liderança” – Fator crítico “Adaptação do sistema existente aos requisitos”

Dimensão	Fator crítico		Parâmetro de engenharia		Princípio inventivo		Diretrizes para alcançar o princípio
Liderança	L2	Adaptação do sistema existente aos requisitos.	35	Adaptabilidade	3	Qualidade local	A adaptação do sistema de gestão da qualidade atual aos requisitos da Norma pode causar resistência dos funcionários. Identificar e definir lideranças para conduzir o processo de certificação, definir responsabilidades aos funcionários e fornecer condições adequadas de operação estão entre as possíveis ações para melhorar a adaptação do sistema existente aos requisitos da Norma.
					35	Transformação de propriedades	Promover um ambiente flexível e adaptável às mudanças pode ajudar na implementação dos requisitos. A Norma já se apresenta flexível e ajustável a qualquer natureza de negócios.

Fonte: A autora (2021).

Quadro 7 - Diretrizes da dimensão “Liderança” – Fator crítico “Motivação do pessoal para a qualidade”

Dimensão	Fator crítico		Parâmetro de engenharia		Princípio inventivo	Diretrizes para alcançar o princípio	
Liderança	L3	Motivação do pessoal para a qualidade.	14	Resistência	3	Qualidade local	Fazer de cada parte uma função diferente e útil. Definir responsabilidades aos funcionários e fornecer condições adequadas de operação. A função do líder é crucial na motivação da equipe para a implementação dos requisitos. Promover programas de capacitação e melhoria, estimular a criatividade, engajar, dirigir e apoiar os funcionários a contribuírem para a eficácia do sistema de gestão da qualidade.
					35	Transformação de propriedades	Alterar o grau de flexibilidade e permitir ao funcionário ter voz ativa no processo de certificação. Incentivar, engajar, dirigir e apoiar os funcionários a contribuírem para a eficácia do sistema de gestão da qualidade.
					10	Ação prévia	Executar a mudança antes que seja necessária. Preparar os funcionários para a certificação, promover treinamento da qualidade para descobrir e desenvolver competências dos funcionários.
					14	Recurvação	Incentivar o fluxo de comunicação circular. Estimular a interação entre a alta direção e os funcionários e entre os funcionários, permitindo que funcionário tenha voz ativa no processo de certificação.
					15	Dinamização	Se os funcionários são rígidos e inflexíveis, estimule um ambiente dinâmico e adaptativo. Em geral, a implementação de sistemas é sinônimo de mudanças. Preparar e capacitar os funcionários para receberem a mudança de forma positiva e segura, mostrar que as mudanças trarão benefícios ao seu trabalho e estabelecer uma cultura confiança e integridade na empresa são possíveis ações.

Fonte: A autora (2021).

O Quadro 8 apresenta as diretrizes para o fator crítico “sensibilização dos funcionários sobre o significado da ISO 9001” (L7) da dimensão liderança. Esse fator crítico está relacionado ao parâmetro de força (10). Os princípios inventivos utilizados para resolver a seguinte contradição entre os parâmetros foram:

- Força – Resistência: 35# Transformação de propriedades, 10# Ação prévia, 14# Recurvação e 34# Descarte e regeneração.

Na dimensão liderança, as principais dificuldades destacadas pelas empresas estão relacionadas ao entendimento da Norma, à adaptação do sistema de gestão da qualidade existente aos requisitos da certificação, motivação do pessoal para a qualidade e sensibilização dos funcionários sobre o significado da ISO 9001. É evidente a importância do papel desempenhado pelos recursos humanos no esforço pela qualidade nas empresas (PALADINI, 2019). Wilson e Campbell (2016) acreditam que essa dimensão enfatiza a necessidade dos líderes estabelecerem a direção e prepararem o ambiente para que a equipe possa atingir os objetivos da qualidade da empresa. Carpinetti (2017) sugere o trabalho em equipe e a gestão participativa como métodos de trabalho, além da promoção de estilos de liderança adequados. Para tal fim, Hersey e Blanchard (1986) apresentam contribuições e ferramentas importantes sobre os diferentes estilos de liderança que podem ser utilizados nas empresas. Quanto ao entendimento, Antilla e Jussila (2017) reconhecem que há ambiguidade de conceitos e definições, a apresentação das questões e a qualidade do texto não são claras na Norma.

Quadro 8 - Diretrizes da dimensão “Liderança” – Fator crítico “Sensibilização dos funcionários sobre o significado da ISO 9001”

Dimensão	Fator crítico		Parâmetro de engenharia		Princípio inventivo	Diretrizes para alcançar o princípio	
Liderança	L7	Sensibilização dos funcionários sobre o significado da ISO 9001.	10	Força	35	Transformação de propriedades	Alterar o grau de flexibilidade e permitir ao funcionário ter voz ativa no processo de certificação. Fazer com que a conscientização não seja imposta, mas desenvolvida através de uma boa comunicação sobre a importância e os benefícios da certificação.
					10	Ação prévia	Executar a mudança antes que seja necessária. Envolver todos os funcionários no processo de certificação, preparar os funcionários para a certificação, facilitar a discussão aberta e o compartilhamento de experiências entre os funcionários, divulgar informações e conteúdos da Norma e promover treinamento aos funcionários.
					14	Recurvação	Incentivar o fluxo de comunicação circular. Estimular a interação entre a alta direção e os funcionários e entre os funcionários, permitindo que funcionário tenha voz ativa no processo de certificação.
					34	Descarte e regeneração	Reduzir informações que não agregam valor ao processo de certificação e entregar informações direcionadas aos funcionários, comunicando formalmente a importância de uma gestão da qualidade eficaz e em conformidade com os requisitos da Norma.

Fonte: A autora (2021).

O Quadro 9 apresenta as diretrizes para a dimensão engajamento de pessoas. Dois fatores críticos foram destacados nessa dimensão: falta de envolvimento/comprometimento da equipe (EP2) e cronograma de implementação não definido (EP5). Esses fatores críticos estão relacionados aos seguintes parâmetros de engenharia respectivamente: produtividade (39) e perda de tempo (25). Os princípios inventivos utilizados para resolver as seguintes contradições entre os parâmetros foram:

- Produtividade – Resistência: 10# Ação prévia e 23# Retroalimentação.
- Perda de tempo – Adaptabilidade: 35# Transformação de propriedades.

Na dimensão engajamento de pessoas, a falta de envolvimento/comprometimento da equipe e o cronograma de implementação não definido são barreiras para a implementação dos requisitos da Norma, corroborando com os estudos de Chiarini (2019). Com relação ao comprometimento da alta direção, a Empresa 2 e a Empresa 3 identificam esse fator como uma barreira. Segundo Almeida, Pradhan e Muniz Jr (2018), esse é um fator chave para implementar efetivamente os requisitos da Norma. É importante observar ainda que o engajamento da equipe pode ser afetado por outros fatores, como a falta de comprometimento da alta direção (SUN *et al.*, 2019). Para avaliar a satisfação dos funcionários com as atividades realizadas, a empresa pode realizar pesquisas de satisfação, comunicar os resultados e tomar medidas apropriadas (ISO, 2015a).

Quadro 9 - Diretrizes da dimensão “Engajamento de pessoas”

Dimensão	Fator crítico		Parâmetro de engenharia		Princípio inventivo		Diretrizes para alcançar o princípio
Engajamento de pessoas	EP2	Falta de envolvimento/comprometimento da equipe.	39	Produtividade	10	Ação prévia	Executar a mudança antes que seja necessária. Preparar os funcionários para a certificação, facilitar a discussão aberta e o compartilhamento de experiências entre os funcionários. O reconhecimento e o aperfeiçoamento de competências facilitam o engajamento dos funcionários. Envolver, incentivar, engajar, dirigir e apoiar os funcionários a contribuírem para a realização dos objetivos da qualidade da organização.
					23	Retroalimentação	Acompanhar, dar <i>feedback</i> de desempenho e permitir a autoavaliação do desempenho em relação aos objetivos pessoais dos funcionários e da organização. É importante que a alta direção também receba <i>feedback</i> dos funcionários e utilizem essas informações para melhorar a comunicação, desenvolvendo um ambiente de confiança mútua. Ajudar a equipe a superar a resistência às mudanças organizacionais.
	EP5	Cronograma de implementação não definido.	25	Perda de tempo	35	Transformação de propriedades	Alterar o grau de flexibilidade. Não definir um cronograma dificulta a execução das ações necessárias para adaptar o atual sistema aos requisitos da Norma. É preciso desenvolver um cronograma flexível para orientar os funcionários no processo de implementação dos requisitos da Norma.

Fonte: A autora (2021).

O Quadro 10 apresenta as diretrizes para a dimensão abordagem de processo. Dois fatores críticos foram destacados nessa dimensão: estabelecimento de processos (P1) e seguimento de processos (P3). Esses fatores críticos estão relacionados aos seguintes parâmetros de engenharia respectivamente: facilidade de operação (33) e velocidade (P3) (9). Os princípios inventivos utilizados para resolver as seguintes contradições entre os parâmetros foram:

- Facilidade de operação – Complexidade: 25# Autosserviço.
- Velocidade (P3) – Resistência: 35# Transformação de propriedades.
- Velocidade (P3) – Facilidade de operação: 21# Aceleração.

As empresas apresentaram dificuldade com relação à dimensão abordagem de processo nos itens estabelecimento e seguimento de processos, bem como na melhoria contínua dos processos da dimensão melhoria. Psomas, Fotopoulos e Kafetzopoulos (2010) concordam que a melhoria contínua de processos é um fator importante para a implementação efetiva dos requisitos da Norma. Para que os processos sejam gerenciados adequadamente, a Norma NBR ISO 9001:2015 incorpora o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*, em português Planejar-Fazer-Checar-Agir) na abordagem de processo, objetivando a melhoria contínua. Esse ciclo pode ser aplicado para o sistema de gestão da qualidade como um todo (ISO, 2015b).

As diretrizes para a dimensão melhoria são apresentadas no Quadro 11. Apenas o fator crítico “melhoria contínua de processos” (M1) destacou-se nessa dimensão. Esse fator crítico está relacionado ao parâmetro de engenharia velocidade (M1) (9). Os princípios inventivos utilizados para resolver as seguintes contradições entre os parâmetros foram:

- Velocidade (M1) – Resistência: 13# Inversão e 14# Recurvação.

Quadro 10 - Diretrizes da dimensão “Abordagem de processo”

Dimensão	Fator crítico		Parâmetro de engenharia		Princípio inventivo		Diretrizes para alcançar o princípio
Abordagem de processo	P1	Estabelecimento de processos.	33	Facilidade de operação	25	Autosserviço	Fazer com que os funcionários desempenhem funções úteis. Essa ação é essencial para a implementação da certificação. É necessário mapear os processos para alcançar os objetivos do sistema. Em geral, definir processos, ainda que simples, é um desafio para as pequenas e médias empresas. Permitir que os funcionários participem ativamente da definição dos processos, estabelecendo processos simplificados, didáticos e eficientes. Estabelecer autoridade e responsabilidade pela gestão de processos.
	P3	Seguimento de processos.	9	Velocidade (P3)	35	Transformação de propriedades	Alterar o grau de flexibilidade. Acompanhar o processo com rapidez exige mais atenção dos funcionários, o que pode causar maior resistência. Se necessário, investir em <i>softwares</i> para coletar e registrar as informações atualizadas do processo em uma base de dados, de forma a assegurar que as informações necessárias estarão disponíveis no momento requisitado.
					21	Aceleração	Gerenciar uma quantidade alta de informações não é uma tarefa simples. Se necessário, investir em processos automatizados para que o acompanhamento seja feito em tempo real e de forma rápida.

Fonte: A autora (2021).

Quadro 11 - Diretrizes da dimensão “Melhoria”

Dimensão	Fator crítico		Parâmetro de engenharia		Princípio inventivo		Diretrizes para alcançar o princípio
Melhoria	M1	Melhoria contínua de processos.	9	Velocidade (M1)	13	Inversão	Inverter as ações usadas para resolver o problema. Pequenas mudanças podem gerar grandes melhorias. Aumentar a velocidade para a melhoria ainda é um grande desafio para as pequenas e médias empresas. Em geral, os funcionários são os mais capacitados para identificar oportunidades de melhoria. Ações como promover objetivos de melhoria em todos os níveis da empresa, educar e treinar os funcionários para promoverem melhorias e mostrar que eles são os mais adequados e capacitados para tal ação ajudam as empresas a terem um foco contínuo na melhoria.
					14	Recurvação	A busca por resultados melhores deve ser contínua. Desenvolver treinamento e programas para incentivar a busca contínua pela melhoria. Reconhecer e aplicar melhorias.

Fonte: A autora (2021).

Os Quadros 12 e 13 apresentam as diretrizes para a dimensão tomada de decisão baseada em evidência. Dois fatores críticos foram destacados nessa dimensão: monitoramento e medição de processos (EV1) e ausência de auditorias (EV2).

O Quadro 12 apresenta as diretrizes para o fator crítico “monitoramento e medição de processos” (EV1) da dimensão tomada de decisão baseada em evidência. Esse fator crítico está relacionado ao parâmetro de engenharia precisão de medição (28). Os princípios inventivos utilizados para resolver a seguinte contradição entre os parâmetros foram:

- Precisão de medição – Facilidade de operação: 1# Segmentação, 13# Inversão, 17# Outra dimensão e 34# Descarte e regeneração.

Com relação à dimensão tomada de decisão baseada em evidência, a Empresa 2 e a Empresa 3 destacaram como barreiras os itens monitoramento e medição de processos e a ausência de realização de auditorias. A tomada de decisão deve ser baseada na evidência, ou seja, na avaliação de dados e informações disponíveis (WILSON; CAMPBELL, 2016). Dessa forma, destaca-se a importância de manter um registro preciso, atualizado e disponível de dados e informações. O papel das auditorias (interna e externa) é fundamental entre as PMEs, orientando-as na direção correta da implementação dos requisitos da Norma (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

O Quadro 13 apresenta as diretrizes para o fator crítico “ausência de auditorias” (EV2) da dimensão tomada de decisão baseada em evidência. Esse fator crítico está relacionado ao parâmetro de engenharia perda de informação (24). Os princípios inventivos utilizados para resolver as seguintes contradições entre os parâmetros foram:

- Perda de informação – Resistência: 3# Qualidade local.
- Perda de informação – Facilidade de operação: 22# Transformação de dano em benefício.

Quadro 12 - Diretrizes da dimensão “Tomada de decisão baseada em evidência” – Fator crítico “Monitoramento e medição de processos”

Dimensão	Fator crítico		Parâmetro de engenharia		Princípio inventivo	Diretrizes para alcançar o princípio	
Tomada de decisão baseada em evidência	EV1	Monitoramento e medição de processos.	28	Precisão de medição	1	Segmentação	É importante que cada processo mapeado seja medido. Determinar, medir e monitorar os principais indicadores de desempenho da empresa. Alocar os indicadores a serem medidos entre os departamentos e responsabilizar cada departamento pelo monitoramento e medição dos processos mais adequados.
					13	Inversão	Inverter as ações usadas para resolver o problema. Estimular os funcionários a definirem os indicadores importantes para o monitoramento e medição dos processos junto com a alta direção.
					17	Outra dimensão	Em geral, acompanhar indicadores é sinônimo de dificuldade de operação para os funcionários. Promover reflexões sobre os seus próprios resultados: sem medição/monitoramento dos processos, não há como saber se o que o funcionário executa está trazendo o resultado esperado.
					34	Descarte e regeneração	A análise de evidências resulta em objetividade e confiança na tomada de decisões. Reter informação documentada como evidência dos resultados e descartar informações desnecessárias. Disponibilizar todos os dados necessários aos funcionários pertinentes, e assegurar precisão, confiança e segurança de dados e informações.

Fonte: A autora (2021).

Quadro 13 - Diretrizes da dimensão “Tomada de decisão baseada em evidência” – Fator crítico “Ausência de auditorias”

Dimensão	Fator crítico		Parâmetro de engenharia		Princípio inventivo		Diretrizes para alcançar o princípio
Tomada de decisão baseada em evidência	EV2	Ausência de auditorias.	24	Perda de informação	3	Qualidade local	Fazer de cada parte uma função diferente e útil. A realização de auditorias pode gerar resistência dos funcionários. Requer, entre outros fatores, planejamento, organização, controle e registro de informações para tomada de decisão. Definir responsabilidades aos funcionários e fornecer condições adequadas de operação para que a tomada de decisões e a execução de ações sejam baseadas em evidências, em equilíbrio com a experiência e a intuição.
					22	Transformação de dano em benefício	Ainda que o processo de auditoria não seja simples e demande tempo, é importante valorizar os seus benefícios, uma vez que lacunas de desempenho podem ser identificadas nas auditorias. Gerenciar os registros é essencial para a avaliação da situação atual da empresa nas auditorias.

Fonte: A autora (2021).

As diretrizes para a dimensão gestão de risco são apresentadas no Quadro 14. Dois fatores críticos foram destacados nessa dimensão: definição e identificação de ameaças, riscos e oportunidades (RI1) e definição de procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio (RI2). Esses fatores críticos estão relacionados aos seguintes parâmetros de engenharia respectivamente: dificuldade de detecção (RI1) (37) e dificuldade de detecção (RI2) (37). Os princípios inventivos utilizados para resolver as seguintes contradições entre os parâmetros foram:

- Dificuldade de detecção (RI1) – Perda de informação: 10# Ação prévia.
- Dificuldade de detecção (RI2) – Perda de informação: 10# Ação prévia.

Quanto à dimensão gestão de risco, a Empresa 2 e a Empresa 3 apresentaram grande dificuldade nos itens definição e identificação de ameaças, riscos e oportunidades e definição de procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio. Segundo Rybski, Jochem e Homma (2017), a maioria das empresas ainda empregam grandes esforços para implementar a gestão de riscos, objetivando atender às demandas do cliente e do ambiente. Esse aspecto não foi identificado como grande barreira para a Empresa 1, indicando que a abordagem de gestão de risco já faz parte da cultura dessa empresa (CAGNIN; DE OLIVEIRA; MIGUEL, 2019). Para a gestão de risco, ferramentas como a Análise do Modo e do Efeito da Falha (*Failure Mode and Effect Analysis* – FMEA), a Árvore de Falhas (*Fault Tree Analysis* – FTA) e o Diagrama de Pareto podem ser úteis (CARPINETTI, 2017). A análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) é uma ferramenta amplamente aplicada para a análise de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças do negócio, e também pode ser utilizada em pequenas e médias empresas (GALVÃO *et al.*, 2018; ROJAS *et al.*, 2018).

Quadro 14 - Diretrizes da dimensão “Gestão de risco”

Dimensão	Fator crítico		Parâmetro de engenharia		Princípio inventivo		Diretrizes para alcançar o princípio
Gestão de risco	RI1	Definição e identificação de ameaças, riscos e oportunidades.	37	Dificuldade de detecção (RI1)	10	Ação prévia	Executar a mudança antes que seja necessária. Estabelecer uma cultura de prevenção de risco por toda a empresa. Determinar os fatores de risco, incentivar o desenvolvimento e a prática de controles preventivos para minimizar efeitos negativos e maximizar oportunidades.
	RI2	Definição de procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio.	37	Dificuldade de detecção (RI2)	10	Ação prévia	Executar a mudança antes que seja necessária. A empresa precisa assegurar que o sistema de gestão da qualidade possa alcançar os resultados pretendidos. Envolver a alta direção e os funcionários na identificação dos riscos do negócio, bem como na elaboração e implementação de um plano de gerenciamento de riscos do negócio. Manter as informações precisas e seguras, prevenir, reduzir ou eliminar (se possível) efeitos indesejáveis, aumentar efeitos desejáveis e melhorar continuamente.

Fonte: A autora (2021).

As empresas não apresentaram como barreira a dimensão foco no cliente. Ao ser questionado sobre a principal dificuldade em obter a certificação, o gestor da Empresa 1 respondeu que não era prioridade no momento, uma vez que importantes clientes da empresa não estão exigindo a certificação. Ou seja, o atual sistema de gestão da qualidade da empresa é satisfatório. Em 2017, a empresa iniciou o processo de certificação, contratando uma empresa de consultoria, entretanto, o processo foi interrompido. O gestor da Empresa 1 indicou que o principal motivo da empresa não buscar a certificação no momento é que importantes clientes não estão interessados na certificação, confirmando os estudos de Chiarini (2019).

Apesar de identificar dificuldades com relação à maioria dos itens, os gestores das Empresas 2 e 3 também indicaram que não é prioridade da empresa, visto que importantes clientes não estão exigindo tal certificação. Deveras a Norma NBR ISO 9001:2015 destaca o dever da alta direção em assegurar o foco no aumento da satisfação do cliente (ISO, 2015b). Para isso, os modelos SERVQUAL e SERVPERF são indicados para avaliar a satisfação dos clientes com relação à qualidade dos serviços oferecidos pelas empresas e o impacto das dimensões na satisfação (CARVALHO; MEDEIROS, 2021). O modelo de KANO é indicado para classificar e priorizar os diferentes atributos de satisfação de um produto ou serviço oferecido pelas PMEs, e abordagens baseadas em gestão de relacionamento com os clientes (*Customer Relationship Management – CRM*) são sugeridas para a fidelização dos clientes de PMEs do setor de serviços (GALVÃO *et al.*, 2018).

Os Quadros de 5 a 14 forneceram diretrizes aos gestores de pequenas e médias empresas para alcançar os princípios inventivos sugeridos para os fatores críticos da implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015. Após a conclusão do estudo, as soluções propostas foram enviadas aos gestores das empresas por e-mail, seguindo o protocolo de pesquisa definido previamente. É importante destacar que as soluções propostas ainda não foram aplicadas nas empresas estudadas. Em função da situação da pandemia, as empresas decidiram aguardar para fazer o investimento da certificação. No entanto, os gestores das empresas destacaram que estão realizando esforços para implementar os requisitos da Norma e melhorar os respectivos sistemas de gestão da qualidade. Foi desenvolvido um guia (Apêndice C) para auxiliar os gestores (analistas de gestão e/ou equipes responsáveis) durante o processo de implementação da abordagem proposta.

De forma similar, como o *feedback* atua no tratamento novos problemas e na melhoria contínua, não foram verificados problemas com as diretrizes, nem aspectos a serem

melhorados, uma vez que as diretrizes propostas não foram implementadas nas empresas estudadas. Entretanto, a condução do estudo de múltiplos casos fornece evidências de aprendizagem para pequenas e médias empresas com base na experiência das três empresas estudadas. Isso porque a definição do porte das empresas pode variar entre as diversas entidades públicas e privadas. Como as pequenas e médias empresas possuem características similares, o estudo pode ser aplicado em ambos os portes.

A maioria das empresas prepara-se antes de começar a implementar os requisitos da certificação ISO 9001. Contudo, a maioria das empresas também não faz uma avaliação da sua situação atual (ESGARRANCHO; CÂNDIDO, 2020). A questão é que o tempo dedicado aos esforços de melhoria e o questionamento entre custo-benefício influenciam fortemente na decisão de abandonar a certificação no contexto de pequenas e médias empresas (ZIMON; DELLANA, 2019). Além disso, o compromisso de toda a organização com a qualidade é um fator crítico para alcançar a melhoria do desempenho, ou seja, destaca-se a importância de implementar práticas de qualidade adequadas para materializar os princípios da qualidade (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

### **4.3 Considerações sobre este capítulo**

Este capítulo apresentou a abordagem proposta para implementação dos requisitos da NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas com base na metodologia TRIZ e os resultados do estudo descritivo da aplicação em três empresas do estado de Pernambuco/Brasil. Justifica-se a condução do estudo descritivo para identificar e analisar as dificuldades enfrentadas pelas pequenas e médias empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015.

Com a identificação dos fatores críticos e a metodologia TRIZ, foi possível propor uma abordagem com soluções inventivas para auxiliar os gestores das empresas estudadas (e de outras pequenas e médias empresas) na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015.

No Capítulo 5 a seguir, serão apresentadas as conclusões da pesquisa, implicações gerenciais e teóricas, limitações, dificuldades e sugestões para trabalhos futuros.

## 5 CONCLUSÕES

Por muito tempo, acreditou-se que a conquista da certificação ISO 9001 era uma realização destinada para grandes empresas. Essa realidade tem mudado. Pela característica flexível da Norma NBR ISO 9001:2015, os seus requisitos podem adaptar-se também à realidade das pequenas e médias empresas. No entanto, em geral, os gestores de PMEs possuem dificuldade para implementar os requisitos da Norma, visto que são diversas as barreiras enfrentadas ao longo do processo de implementação dos requisitos.

Assim, o objetivo geral deste estudo foi desenvolver uma abordagem para auxiliar os gestores de pequenas e médias empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015. Para isto, este trabalho adotou a TRIZ por ser uma metodologia utilizada na busca pela resolução de problemas que exigem novas soluções. O problema identificado neste estudo pode ser considerado como inventivo, uma vez que não há uma solução previamente conhecida, ou seja, cada empresa apresenta níveis de dificuldades particulares com os requisitos da Norma. Esse fato potencializa o uso da metodologia TRIZ para resolver o problema de forma criativa, considerando as particularidades das empresas.

Os objetivos específicos estabelecidos para alcançar o objetivo geral da pesquisa foram atingidos. Inicialmente, o primeiro objetivo específico relacionado ao levantamento das dificuldades enfrentadas pelos gestores das empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 foi alcançado por meio da elaboração do questionário com base na revisão da literatura, no Capítulo 2.

O segundo objetivo específico (caracterizar os fatores críticos dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 por meio do estudo de caso em três empresas de Pernambuco/Brasil) foi atingido por meio das entrevistas conduzidas com os gestores de cada uma das três empresas de Pernambuco através do estudo de múltiplos casos, no Capítulo 3. Os fatores críticos foram identificados pelos gestores das empresas participantes do estudo. Do total de 31 dificuldades do questionário relacionadas a oito dimensões, 13 foram identificadas como fatores críticos. Os resultados do estudo de múltiplos casos indicaram que as dificuldades associadas à implementação dos requisitos da Norma estão relacionadas, principalmente, às dimensões liderança, engajamento de pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidência e gestão de risco. Dessa forma, é importante que os gestores das empresas concentrem esforços, sobretudo, nessas dimensões.

Com a aplicação da metodologia TRIZ no Capítulo 4, foi desenvolvida uma abordagem para auxiliar os gestores na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015, alcançando, assim, o terceiro objetivo específico. A abordagem proposta consistiu em cinco etapas: 1) identificação dos fatores críticos da Norma NBR ISO 9001:2015, 2) conversão dos fatores críticos em parâmetros de engenharia da TRIZ, 3) identificação das contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia, 4) desenvolvimento da matriz de contradições da TRIZ e 5) determinação dos princípios inventivos da TRIZ. Os fatores críticos identificados foram convertidos na linguagem da metodologia TRIZ.

O quarto objetivo específico está relacionado à proposição de soluções para os fatores críticos com base nas características do problema e nos princípios inventivos da TRIZ. A solução para os fatores críticos foi possível através da seleção dos princípios inventivos mais adequados da TRIZ, na Seção 4.2.5 do Capítulo 4. Por fim, o quinto objetivo específico foi atingido por meio das diretrizes sugeridas para alcançar esses princípios, elaboradas com base nos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 e nas ações possíveis para os princípios de gestão da qualidade da Norma NBR ISO 9000:2015. Essas diretrizes foram apresentadas na Seção 4.2.6 do Capítulo 4.

Embora a certificação da Norma NBR ISO 9001:2015 seja um dos fatores para alcançar vantagem competitiva das PMEs, importantes clientes das empresas estudadas não estão exigindo tal certificação. Ou seja, além das dificuldades levantadas, esse fato também é importante para a tomada de decisão dos gestores. Isso indica que as práticas adotadas pelas empresas atendem às necessidades dos seus clientes atualmente. Consequentemente, os gestores das empresas estudadas não priorizam a certificação da Norma NBR ISO 9001:2015.

É importante considerar ainda que, na atual situação da pandemia, as empresas estão focadas em sua sobrevivência. Mesmo com a decisão de não investir na certificação em curto prazo, os gestores das empresas destacaram que estão realizando esforços para implementar os requisitos da Norma e melhorar os sistemas de gestão da qualidade em suas empresas.

A principal contribuição do uso da abordagem proposta baseada na TRIZ é a de auxiliar os gestores de pequenas e médias empresas no processo de geração de ideias inovadoras para a implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015. Como apresentado no estudo com as empresas, a abordagem é capaz de auxiliar os gestores a desenvolverem soluções eficazes para resolver o problema dos fatores críticos identificados. As diretrizes apresentadas nos Quadros de 5 a 14 cooperam para a promoção do aumento da

produtividade das empresas de pequeno e médio porte, um dos projetos estruturantes de interesse privado do estado de Pernambuco, de forma a contribuir para o aumento da capacidade competitiva da economia do estado.

Utilizando a abordagem proposta, as PMEs podem melhorar o fator tempo e reduzir as dificuldades enfrentadas na implementação dos requisitos da Norma, tornando-se mais organizadas internamente. Além disso, visa promover a capacidade competitiva dessas empresas por meio da certificação, melhoria da qualidade e inovação, fortalecendo a economia local e do país. Dessa forma, a integração entre a qualidade e a inovação contribui para a melhoria e para o desenvolvimento de pequenas e médias empresas.

Considerando que cada empresa pode apresentar níveis particulares com relação às dificuldades levantadas no questionário, a priorização dos fatores críticos pode ter resultados diferentes. No entanto, isso não é uma restrição ao uso da abordagem proposta neste estudo, uma vez que os princípios inventivos da TRIZ estimulam o pensamento inovador e a geração de estratégias criativas para cada situação.

A abordagem proposta nesta pesquisa tem potencial para ser aplicada em outros portes e tipos de empresa por dois motivos principais. Primeiramente, a Norma NBR ISO 9001:2015 é indicada e acessível para os diversos contextos organizacionais. O outro motivo está relacionado ao fato de que os estudos envolvendo a TRIZ corroboram para a utilização desta metodologia em pequenas, médias ou grandes empresas de bens ou serviços.

Embora haja diversos estudos na literatura sobre as dificuldades enfrentadas pelas empresas na implementação dos requisitos da Norma, a presente pesquisa traz contribuições teóricas ao Estado da Arte ao propor uma abordagem inovadora e criativa no contexto de pequenas e médias empresas, utilizando a metodologia TRIZ. A abordagem proposta relaciona aspectos de PMEs, da Norma NBR ISO 9001:2015 e da TRIZ, ratificando seu caráter inovador.

A presente pesquisa possui impactos sociais, econômicos e financeiros. Com relação às contribuições sociais, dado que as PMEs se tornam mais organizadas internamente com a utilização da abordagem proposta, acredita-se que essas empresas sejam capazes de melhorar a qualidade dos produtos e serviços oferecidos, aumentando a satisfação dos seus clientes, e mantendo empregos. Além disso, proporcionam um ambiente de trabalho agradável e funcionários mais qualificados, capacitados e motivados.

Com relação aos impactos econômicos e financeiros, a abordagem proposta visa aumentar a capacidade competitiva das pequenas e médias empresas através da implementação dos requisitos da Norma, fortalecendo a economia local e do país por meio da promoção de práticas da qualidade e da inovação nas empresas. Além disso, sistemas de gestão da qualidade organizados e controlados tendem a reduzir ou até eliminar custos da não qualidade.

Acredita-se fortemente que o presente trabalho possa contribuir para fins educacionais no estudo de situações envolvendo pequenas e médias empresas. Debates e reflexões sobre estudos de caso nas áreas de qualidade, inovação e estratégia podem ser estimulados, visto que a problemática de pesquisa envolve situações reais de três empresas.

### **5.1 Limitações e dificuldades do trabalho**

Dado que a aplicação da metodologia TRIZ relacionada ao contexto da Norma NBR ISO 9001:2015 e de pequenas e médias empresas é escassa na literatura, o presente trabalho apresenta limitações.

Primeiramente, o estudo foi conduzido em três empresas de Pernambuco/Brasil. Sendo assim, o poder de generalização dos resultados da pesquisa é limitado aos casos.

Outra limitação está relacionada às diretrizes propostas para o problema, que não foram aplicadas nas empresas estudadas. Embora seja viável, a aplicação das diretrizes propostas dependerá da disponibilidade e do interesse de cada empresa.

Quanto às dificuldades encontradas para a realização da presente pesquisa, destacam-se o fator tempo e a disponibilidade dos entrevistados para a coleta dos dados por meio da entrevista. As condições da pandemia dificultaram a aplicação da abordagem proposta em outras PMEs, que estavam empenhadas em manter a sua sobrevivência no mercado e não estavam disponíveis para participar da pesquisa.

### **5.2 Sugestões de pesquisas futuras**

As limitações da presente pesquisa impulsionam a condução de outras pesquisas contemplando a problemática estudada. Dessa forma, sugestões de pesquisas futuras foram propostas para superar as suas limitações.

Pesquisas futuras podem utilizar uma amostra mais ampla de empresas para o estudo exploratório, possibilitando a comparação dos resultados da abordagem por porte (micro,

pequena, média e grande empresa) e por tipo de empresa (bens e serviços). O objetivo dessa sugestão concentra-se em identificar se os diferentes portes e tipos de empresas têm efeito significativo sobre os resultados.

Além disso, um dos desdobramentos deste trabalho pode ser a condução do estudo descritivo em uma amostra de empresas para a generalização estatística dos resultados, utilizando técnicas estatísticas, como a Modelagem de Equações Estruturais (*Structural Equation Modeling* – SEM), por exemplo. No caso de uma nova coleta de dados, com participação de um maior número de empresas, essa técnica poderá ser usada para verificar o impacto dos fatores críticos por dimensão (foco no cliente, liderança, engajamento das pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidência, gestão de relacionamento e gestão de risco), ou seja, se os indicadores (fatores críticos) das dimensões são significativos e se de fato medem aquilo que se esperava que medissem. A SEM também pode ser utilizada para o estudo das relações entre as dimensões, por exemplo, se há relação entre as dimensões “foco no cliente” e “melhoria”.

Para o sucesso organizacional, é necessário qualidade de todos em tudo. As pessoas nas empresas precisam estar motivadas e engajadas para a melhoria contínua da qualidade nos processos, produtos e serviços, com foco no cliente, de forma a aumentar o desempenho e a vantagem competitiva das organizações.

## REFERÊNCIAS

- ABUAZZA, O. A.; LABIB, A.; SAVAGE, B. M. Development of an auditing framework by integrating ISO 9001 principles within auditing. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 37, n. 2, p. 328-353, 2019.
- ALI, G. A.; HILMAN, H.; GORONDUTSE, A. H. Effect of entrepreneurial orientation, market orientation and total quality management on performance: Evidence from Saudi SMEs. *Benchmarking: An International Journal*, v. 27, n. 4, 1503-1531, 2020.
- ALMEIDA, D.; PRADHAN, N.; MUNIZ JR, J. Assessment of ISO 9001:2015 implementation factors based on AHP: Case study in Brazilian automotive sector. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 35, n. 7, 1343-1359, 2018.
- ALTSHULLER INSTITUTE (Altshuller Institute for TRIZ Studies). *Altshuller Institute for TRIZ Studies*. Disponível em: <<https://www.aitriz.org/triz>>. Acessado em: 8 de março de 2021.
- ALTSHULLER, G. S. *Creativity as an exact science: The Theory of The Solution of Inventive Problems*. Gordon and Breach Science Publishers, New York, 1984.
- \_\_\_\_\_. *Forty principles*. Worcester: Technical Innovation Center, 1998.
- \_\_\_\_\_. *The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. Worcester: Technical Innovation Center, 2000.
- AMALNICK, M. S.; ZADEH, S. A. Concurrent Evaluation of Customer Relationship Management and Organizational Excellence: An Empirical Study. *Performance Improvement Quarterly*, v. 30, n. 1, p. 55-88, 2017.
- ANTTILA, J.; JUSSILA, K. ISO 9001:2015 – a questionable reform. What should the implementing organisations understand and do? *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 28, n. 9-10, p. 1090-1105, 2017.
- BAGODI, V.; VENKATESH, S. T.; SINHA, D. A study of performance measures and quality management system in small and medium enterprises in India. *Benchmarking: An International Journal*, v. ahead-of-print, n. ahead-of-print, 2020.
- BAHTA, D.; YUN, J.; ISLAM, M. R.; ASHFAQ, M. Corporate social responsibility, innovation capability and firm performance: evidence from SME. *Social Responsibility Journal*, v. ahead-of-print, n. ahead-of-print, 2020.
- BASU, R.; BHOLA, P. Impact of quality management practices on performance stimulating growth: Empirical evidence from Indian IT enabled service SMEs. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 33, n. 8, p. 1179-1201, 2016.
- BATIZ-ZUK, E.; LÓPEZ-GALLO, F.; MOHAMED, A.; SÁNCHEZ-CAJAL, F. Determinants of loan survival rates for small and medium-sized enterprises: Evidence from an emerging economy. *International Journal of Finance & Economics*, p. 1-15, 2021.
- BNDES (O Banco Nacional do Desenvolvimento). *O Banco Nacional do Desenvolvimento*. Porte de empresa: classificação de porte dos clientes. Disponível em:

<<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/porte-de-empresa>>. Acessado em: 10 de fevereiro de 2021.

CAGNIN, F.; DE OLIVEIRA, M. C.; MIGUEL, P. A. C. Assessment of ISO 9001: 2015 implementation: focus on risk management approach requirements compliance in an automotive company. *Total Quality Management & Business Excellence*, 2019.

CÂNDIDO, C. J. F.; COELHO, L. M. S.; PEIXINHO, R. M. T. Why firms lose their ISO 9001 certification: Evidence from Portugal. *Total Quality Management & Business Excellence*, 2019.

CARPINETTI, L. C. R. *Gestão da qualidade: conceitos e técnicas*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

CARPINETTI, L. C. R.; GEROLAMO, M. C. *Gestão da qualidade ISO 9001:2015: requisitos e integração com a ISO 14001:2015*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

CARVALHO, M. A. *Inovação em produtos: IDEATRIZ: uma aplicação da Triz: inovação*. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

CARVALHO, M. A.; BACK, N. Uso dos conceitos fundamentais da TRIZ e do método dos princípios inventivos no desenvolvimento de produtos. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2001, Florianópolis. *Anais do III Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produto*, Florianópolis, 2001.

CARVALHO, R. C.; MEDEIROS, D. D. Assessing quality of air transport service: a comparative analysis of two evaluation models. *Current Issues in Tourism*, v. 24, p. 1123-1138, 2021.

CASAROTTO FILHO, N.; PIRES, L. H. *Redes de pequenas e médias empresas e desenvolvimento local*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2020.

CATANZARO, A.; TEYSSIER, C. Export promotion programs, export capabilities, and risk management practices of internationalized SMEs. *Small Business Economics*, 2020.

CHAI, K.-H.; ZHANG, J.; TAN, K.-C. A TRIZ-base method for new service design. *Journal of Service Research*, v. 8, p. 48-66, 2005.

CHANG, H. H.; LU, P. W. Using a TRIZ-based method to design innovative service quality – a case study on insurance industry. *Journal of Quality*, v. 16, n. 3, p. 179-193, 2009.

CHECHURIN, L.; BORGIANNI, Y. Understanding TRIZ through the review of top cited publications. *Computers in Industry*, v. 82, p. 119-134, 2016.

CHEN, C.; ANCHETA, K.; LEE, Y.; DAHLGAARD, J. A stepwise ISO-Based TQM implementation approach using ISO 9001:2015. *Management and Production Engineering Review*, v. 7, n. 4, 2016.

CHERIFI, A.; M'BASSÈGUE, P.; GARDONI, M.; HOUSSIN, R.; RENAUD, J. Eco-innovation and knowledge management: Issues and organizational challenges to small and medium enterprises. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, v. 33, n. 2, p. 129-137, 2019.

CHIARINI, A. Why are manufacturing SMEs cancelling their ISO 9001 certification? Research from Italy. *Production Planning & Control*, v. 30, n. 8, p. 639-649, 2019.

CIUCHTA, M. P.; MINER, A. S.; KIM, J-Y.; O'TOOLE, J. Founding logics, technology validation, and the path to commercialization. *International Small Business Journal*, v. 36, n. 3, p. 307-330, 2018.

COLCLOUGH, S. N.; MOEN, Ø.; HOVD, N. S.; CHAN, A. SME innovation orientation: Evidence from Norwegian exporting SMEs. *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*, v. 37, n. 8, p. 780-803, 2019.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. *Ministério da Saúde*. Resolução n. 466, de 12 de dezembro de 2012. Trata das diretrizes e normas regulamentadoras da pesquisa envolvendo seres humanos.

CQI (The Chartered Quality Institute). *The Chartered Quality Institute*. Members of the International Organization for Standardization (ISO) Technical Committee 176, Sub-Committee 2 (TC176/SC2) have taken the surprising decision not to proceed with the much-anticipated update of ISO 9001:2015. Disponível em: <<https://www.quality.org/news/iso-confirms-no-change-iso-9001>>. Acessado em: 06 de maio de 2021.

DA FONSECA, L. M. C. M.; DOMINGUES, J. P.; MACHADO, P. B.; HARDER, D. ISO 9001:2015 adoption: A multi-country empirical research. *Journal of Industrial Engineering and Management*, v. 12, n. 1, p. 27-50, 2019.

DE SOUSA, A. F.; NETO, A. B. *Manual prático de gestão para pequenas e médias empresas*. 1. ed. São Paulo: Manole, 2018.

DUAN, Y.; HUANG, L.; CHENG, H.; YANG, L.; REN, T. The moderating effect of cultural distance on the cross-border knowledge management and innovation quality of multinational corporations. *Journal of Knowledge Management*, v. ahead-of-print, n. ahead-of-print, 2020.

DURST, S.; PALACIOS ACUACHE, M. M. G.; BRUNS, G. Peruvian small and medium-sized enterprises and COVID-19: Time for a new start!. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*, v. ahead-of-print, n. ahead-of-print, 2021.

DURST, S; GERSTLBERGER, W. Financing Responsible Small- and Medium-Sized Enterprises: An International Overview of Policies and Support Programmes. *Journal of Risk and Financial Management*, v. 14, n. 1, p. 10, 2021

ENGSTRÖM, P.; MCKELVIE, A. Financial literacy, role models, and micro-enterprise performance in the informal economy. *International Small Business Journal*, v. 35, n. 7, p. 855-875, 2017.

ESGARRANCHO, S.; CÂNDIDO, C. J. F. Firm preparation for ISO 9001 certification – the case of the hotel industry in Portugal. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 31, n. 1-2, p. 23-42, 2020.

FABRIZIO, C. M.; KACZAM, F.; DE MOURA, G. L.; DA SILVA, L. S. C. V.; DA SILVA, W. V.; DA VEIGA, C. P. Competitive advantage and dynamic capability in small and medium-sized enterprises: a systematic literature review and future research directions. *Review of Managerial Science*, 2021.

- FENISER, C.; BURZ, G.; MOCAN, M.; IVASCU, L.; GHERHES, V.; OTEL, C. C. The Evaluation and Application of the TRIZ Method for Increasing Eco-Innovative Levels in SMEs. *Sustainability*, v. 9, p. 1125, 2017.
- FONSECA, L. M.; DOMINGUES, J. P. The best of both worlds? Use of Kaizen and other continuous improvement methodologies within Portuguese ISO 9001 certified organizations. *The TQM Journal*, v. 30, n. 4, p. 321-334, 2018.
- GALVÃO, M. B.; DE CARVALHO, R. C.; OLIVEIRA, L. A. B.; MEDEIROS, D. D. Customer loyalty approach based on CRM for SMEs. *Journal of Business & Industrial Marketing*, v. 33, n. 5, p. 706-716, 2018.
- GAZEM, N.; ABDULRAHMAN, A.; SAEED, F. Using TRIZ Systematic Innovation Methods for Redesign Services in Small and Medium Enterprises. *International Journal of Information Systems in the Service Sector*, v. 9, n. 3, p. 78-92, 2017.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- \_\_\_\_\_. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 7. ed. São Paulo, Atlas, 2019.
- HANSEN, E. B.; BØGH, S. Artificial intelligence and internet of things in small and medium-sized enterprises: A survey. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 58, n. B, p. 362-372, 2021.
- HENRIQUE, J.; CATARINO, J. Motivating towards energy efficiency in small and medium enterprises. *Journal of Cleaner Production*, v. 139, p. 42-50, 2016.
- HERAS-SAIZARBITORIA, I.; BOIRAL, O. Symbolic adoption of ISO 9000 in small and medium-sized enterprises: The role of internal contingencies. *International Small Business Journal*, v. 33, n. 3, p. 299-320, 2015.
- HERSEY, P.; BLANCHARD, K. H. *Psicologia para administradores: a teoria e as técnicas da liderança*. 1. ed. São Paulo: EPU, 1986.
- ISO. *ISO 9000 quality management systems – fundamentals and vocabulary*. Geneva: International Organization for Standardization, 2015a.
- \_\_\_\_\_. *ISO 9001 quality management systems – requirements*. Geneva: International Organization for Standardization, 2015b.
- ISO/TC 176 (ISO/Technical Committee 176). *ISO/Technical Committee 176*. Systematic reviews of ISO 9000 and ISO 9001 – paths forward. Disponível em: <<https://committee.iso.org/sites/tc176/home/news/content-left-area/news-and-updates/add-a-post-11.html>>. Acessado em: 06 de maio de 2021.
- JEERADIST, T.; THAWESAENGSKULTHAI, N.; SANGSUWAN, T. Using TRIZ to enhance passengers' perceptions of an airline's image through service quality and safety. *Journal of Air Transport Management*, v. 53, p. 131-139, 2016.
- LEE, C.-H.; CHEN, C.-H.; LEE, Y.-C. Customer requirement-driven design method and computer-aided design system for supporting service innovation conceptualization handling. *Advanced Engineering Informatics*, v. 45, p. 101117, 2020.

- LEE, C.-H.; CHEN, C.-H.; LI, F.; SHIE, A.-J. Customized and knowledge-centric service design model integrating case-based reasoning and TRIZ. *Expert Systems with Applications*, v. 143, p. 113062, 2020.
- LEE, C.-H.; CHEN, C.-H.; TRAPPEY, A. J. C. A structural service innovation approach for designing smart product service systems: Case study of smart beauty service. *Advanced Engineering Informatics*, v. 40, p. 154-167, 2019.
- LEE, C.-H.; WANG, Y.-H.; TRAPPEY, A. J. C. Service design for intelligent parking based on theory of inventive problem solving and service blueprint. *Advanced Engineering Informatics*, v. 29, n. 3, p. 295-306, 2015.
- LEE, C.-H.; ZHAO, X.; LEE, Y.-C. Service quality driven approach for innovative retail service system design and evaluation: A case study. *Computers & Industrial Engineering*, v. 135, p. 275-285, 2019.
- LIAO, C. T. Skill improvement by product imitation. *Small Business Economics*, 2021.
- LILJA, J.; HANSEN, D.; FREDRIKSON, J.; RICHARDSSON, D. Is innovation the future of quality management? Searching for signs of quality and innovation management merging. *International Journal of Quality and Service Sciences*, v. 9, n. 3-4, p. 232-240, 2017.
- MACHADO, M. C.; MENDES, E. F.; TELLES, R.; SAMPAIO, S. Towards a new model for SME self-assessment: a Brazilian empirical study. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 31, n. 9-10, p. 1041-1059, 2020.
- MAINARDES, E. W.; CISNEIROS, G. P. D. O.; MACEDO, C. J. T.; DURANS, A. D. A. Marketing capabilities for small and medium enterprises that supply large companies. *Journal of Business & Industrial Marketing*, v. ahead-of-print, n. ahead-of-print, 2021.
- MAIOLI, H. C.; CARVALHO, R. C.; MEDEIROS, D. D. SERVBIKE: Riding customer satisfaction of bicycle sharing service. *Sustainable Cities and Society*, v. 50, 2019.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MIGUEL, P. A. C. *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*. Afonso Fleury... [et al.]; coordenação Paulo Augusto Cauchick-Miguel. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.
- MOL-GÓMEZ-VÁZQUEZ, A.; HERNÁNDEZ-CÁNOVAS, G.; KOËTER-KANT, J. Banking stability and borrower discouragement: a multilevel analysis for SMEs in the EU-28. *Small Business Economics*, 2021.
- MOUSSA, F. Z. B.; DE GUIO, R.; DUBOIS, S.; RASOVSKA, I.; BENMOUSSA, R. Study of an innovative method based on complementarity between ARIZ, lean management and discrete event simulation for solving warehousing problems. *Computers & Industrial Engineering*, v. 132, p. 124-140, 2019.
- NGUYEN, V. C.; CHAU, N. T. Research framework for the impact of total quality management on competitive advantage: The mediating role of innovation performance. *Review of International Business and Strategy*, v. 27, n. 3, p. 335-351, 2017.

- OLIVEIRA, G. S.; CORRÊA, J. E.; BALESTRASSI, P. P.; MARTINS, R. A.; TURRIONI, J. B. Investigation of TQM implementation: empirical study in Brazilian ISO 9001-registered SMEs. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 30, n. 5-6, p. 641-659, 2019.
- PALADINI, E. P. *Gestão da qualidade: teoria e prática*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- PARNELL, J. A.; CRANDALL, W. What drives crisis readiness? An assessment of managers in the United States: The effects of market turbulence, perceived likelihood of a crisis, small-to medium-sized enterprises and innovative capacity. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, p. 1-13, 2020.
- PARVIN, M.; ASIMIRAN, S. B.; AYUB, A. F. B. M. Impact of introducing e-commerce on small and medium enterprises – a case on logistics provider. *Society and Business Review*, v. ahead-of-print, n. ahead-of-print, 2021.
- PERNAMBUCO. Governo do Estado de Pernambuco. *Carteira de Projetos de Interesse Privado*. Volume 7 da Coleção Memórias - Modelo de Gestão Todos por Pernambuco. 2015.
- PSOMAS, E.; FOTOPOULOS, C.; KAFETZOPOULOS, D. Critical factors for effective implementation of ISO 9001 in SME service companies. *Managing Service Quality: An International Journal*, v. 20, n. 5, p. 440-457, 2010.
- QUINTON, S.; CANHOTO, A.; MOLINILLO, S.; PERA, R.; BUDHATHOKI, T. Conceptualising a digital orientation: antecedents of supporting SME performance in the digital economy. *Journal of Strategic Marketing*, v. 26, n. 5, p. 427-439, 2018.
- REICHER, R.; KOMÁROMI, N.; SZEGHEGYI, Á. The Possible Success Factors of Introduction of CRM System at Hungarian SMEs. *Acta Polytechnica Hungarica*, v. 12, n. 8, p. 215-229, 2015.
- ROJAS, C. V.; REYES, E. R.; HERNÁNDEZ, F. A.; ROBLES, G. C. Integration of a text mining approach in the strategic planning process of small and medium-sized enterprises. *Industrial Management & Data Systems*, v. 118, n. 4, p. 745-764.
- ROMEIRO FILHO, E.; FERREIRA, C. V.; MIGUEL, P. A. C.; GOUVINHAS, R. P.; NAVEIRO, R. M. *Projeto do Produto*. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2011.
- ROSTAMKALAEI, A.; FREEL, M. The cost of growth: small firms and the pricing of bank loans. *Small Business Economics*, v. 46, n. 2, p. 255-272, 2016.
- ROXAS, B. Environmental sustainability engagement of firms: The roles of social capital, resources, and managerial entrepreneurial orientation of small and medium enterprises in Vietnam. *Business Strategy and Environment*, p. 1-15, 2021.
- RUSSO, D.; SCHÖFER, M.; BERSANO, G. Supporting ECO-innovation in SMEs by TRIZ Eco-guidelines. *Procedia Engineering*, v. 131, p. 831-839, 2015.
- RYBSKI, C.; JOCHEM, R.; HOMMA, L. Empirical study on status of preparation for ISO 9001:2015. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 28, n. 9-10, p. 1076-1089, 2017.

SCHERER, F. O. *Gestão da inovação na prática: como aplicar conceitos e ferramentas para alavancar a inovação*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

SCHMUCK, R. Comparison of the ESG Guidelines Used in the European Higher Education Sector with the Principles of the ISO 9001:2015 Quality Management Standard. *Quality-Access to Success*, v.22, n. 181, p. 87-92, 2021.

SCIARELLI, M.; GHEITH, M. H.; TANI, M. The relationship between quality management practices, organizational innovation, and technical innovation in higher education. *Quality Assurance in Education*, v. 28, n. 3, p. 137-150, 2020.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. *Anuário do trabalho nos pequenos negócios: 2016*. 9. ed. São Paulo: DIEESE, 2018.

\_\_\_\_\_. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. *O Impacto da pandemia de corona vírus nos Pequenos Negócios – Resultados Nacionais – Pesquisa Online*. 2. ed. 2020a.

\_\_\_\_\_. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. *Estudo sobre participação de micro e pequenas empresas na economia*. SEBRAE/FGV. 2020b.

\_\_\_\_\_. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. *Atualização de estudo sobre participação de micro e pequenas empresas na economia nacional*. SEBRAE/FGV. 2020c.

\_\_\_\_\_. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. *Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Pequenos negócios em números*. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/sp/sebraeaz/pequenos-negocios-em-numeros>>. Acessado em: 15 de fevereiro de 2021a.

\_\_\_\_\_. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. *Boletim sondagem econômica MPE. Sondagem de micro e pequenas empresas (MPE) – FGV/SEBRAE*. 2021b.

SFAKIANAKI, E.; KAKOURIS, A. P. Obstacles to ISO 9001 certification in SMEs. *Total Quality Management & Business Excellence*, 2018.

SFREDDO, L. S.; VIEIRA, G. B. B.; VIDOR, G.; SANTOS, C. H. S. ISO 9001 based quality management systems and organisational performance: a systematic literature review. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 32, n. 3-4, p. 389-409, 2021.

SHEU, D. D.; CHIU, M.-C.; CAYARD, D. The 7 pillars of TRIZ philosophies. *Computers & Industrial Engineering*, v. 146, p. 106572, 2020.

SILTORI, P. F. S.; RAMPASSO, I. S.; MARTINS, V. W. B.; ANHOLON, R.; SILVA, D.; PINTO, J. S. Analysis of ISO 9001 certification benefits in Brazilian companies. *Total Quality Management & Business Excellence*, 2020.

STERNAD, D.; KRENN, M.; SCHMID, S. Business excellence for SMEs: motives, obstacles, and size-related adaptations. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 30, n. 1-2, p. 151-168, 2019.

- SU, H.; KAO, T.; LINDERMAN, K. Where in the supply chain network does ISO 9001 improve firm productivity?. *European Journal of Operational Research*, v. 283, n. 2, p. 530-540, 2020.
- SUN, X.; WEN, D.; YAN, D.; LI, Y. Developing and validating a model of ISO 9001 effectiveness gap: empirical evidence from China. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 30, p. S274-S290, 2019.
- SWEIS, R.; AL-HUTHAIFI, N.; ALAWNEH, A.; ALBALKHY, W.; SUIFAN, T.; SAA'DA, R. ISO-9001 implementation and critical success factors of the Jordanian consulting engineering firms. *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. ahead-of-print, n. ahead-of-print, 2021.
- TAHIRI, A.; KOVACI, I.; BUSHI, F.; MEHA, A. Decision-Making and the Applying of Decision-Making Techniques in SMEs in Kosovo. *Quality-Access to Success*, v. 22, n. 180, p. 64-67, 2021.
- UNIDO (United Nations Industrial Development Organization). *Impacto da Certificação dos Sistemas de Gestão da Qualidade ISO 9001 no Brasil*. Relatório em parceria com a ISO, INMETRO e IAF, 2016.
- VANDENBRANDE, W. W. Quality for a sustainable future. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 32, n. 5-6, p. 467-475, 2021.
- VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.
- WANG, M.; MÜHLBACHER, H.; WITTMANN, X.; PERRETT, P. Dynamic collaboration between small- and medium-sized enterprises from highly dissimilar markets. *European Management Journal*, v. 39, n. 2, p. 185-200, 2021.
- WILSON, J. P.; CAMPBELL, L. Developing a knowledge management policy for ISO 9001: 2015. *Journal of Knowledge Management*, v. 20, n. 4, p. 829-844, 2016.
- YANG, C-C. The effectiveness analysis of the practices in five quality management stages for SMEs. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 31, n. 9-10, p. 955-977, 2020.
- YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre : Bookman, 2015.
- ZENG, J.; ZHANG, W.; MATSUI, Y.; ZHAO, X. The impact of organizational context on hard and soft quality management and innovation performance. *International Journal of Production Economics*, v. 185, p. 240-251, 2017.
- ZIMON, D.; DELLANA, S. A longitudinal exploratory study of ISO 9001 certification abandonment in small- and medium-sized enterprises. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 37, n. 1, p. 53-67, 2019.

**APÊNDICE A – MODELO DO QUESTIONÁRIO APLICADO****QUESTIONÁRIO – PARTE I: Perguntas ao entrevistado**

- 1) Idade: \_\_\_\_anos
- 2) Sexo: ( ) Feminino           ( ) Masculino
- 3) Nível de escolaridade:
  - ( ) Ensino fundamental incompleto
  - ( ) Ensino fundamental completo
  - ( ) Ensino médio incompleto
  - ( ) Ensino médio completo
  - ( ) Ensino superior incompleto
  - ( ) Ensino superior completo
  - ( ) Pós-graduação
- 4) Função na empresa: \_\_\_\_\_
- 5) Área de atuação na empresa: \_\_\_\_\_
- 6) Tempo de atuação na empresa: \_\_\_\_\_
- 7) Setor de atividade principal da empresa: \_\_\_\_\_
- 8) Tempo de mercado da empresa: \_\_\_\_\_
- 9) Número de funcionários da empresa: \_\_\_\_\_
- 10) A empresa é: ( ) Filial       ( ) Matriz
- 11) A empresa possui um sistema de gestão da qualidade? ( ) Sim   ( ) Não
- 12) Se sim, como você o classificaria?
  - ( ) Indefinido
  - ( ) Pouco definido
  - ( ) Não sabe informar
  - ( ) Bem definido
  - ( ) Muito bem definido

**QUESTIONÁRIO – PARTE II: Certificação ISO 9001**

13) Atualmente a empresa possui certificação ISO 9001?: ( ) Sim ( ) Não

14) Se sim, desde que ano? \_\_\_\_\_

15) Se não, a empresa deseja possuir? ( ) Sim ( ) Não

16) A empresa já possuiu certificação ISO 9001? ( ) Sim ( ) Não

17) Se sim, em que ano? \_\_\_\_\_

**QUESTIONÁRIO – PARTE III: Sistema de gestão da qualidade e ISO 9001**

Para cada item, demonstre a sua real percepção da empresa possuir as características apresentadas a seguir, dando notas de 1 a 5, onde:

**1 ☹= Discordo totalmente      2      3      4      5 ☺= Concordo totalmente**

**No atual sistema de gestão da qualidade da empresa:**

**1 ☹= Discordo totalmente      2      3      4      5 ☺= Concordo totalmente**

ITENS	1☹	2	3	4	5☺
1. A política da qualidade é definida.					
2. A adequação da política da qualidade é verificada.					
3. Os objetivos quantitativos da qualidade são definidos.					
4. A consecução dos objetivos da qualidade é verificada.					
5. A equipe é preocupada com a qualidade.					
6. O programa de treinamento da qualidade é realizado regularmente.					
7. O material disponibilizado pela empresa (documentos, manuais etc.) está de acordo com a política da qualidade da empresa.					
8. Os documentos da qualidade são verificados regularmente.					
9. Auditorias internas da qualidade são realizadas regularmente.					
10. Ameaças, riscos e oportunidades são definidos e identificados.					
11. Os procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio são definidos.					
12. Riscos são avaliados como oportunidades.					
13. Ações preventivas são realizadas para eliminar possíveis não conformidades.					

**A empresa deseja com a certificação:**

1 ☹= **Discordo totalmente**    2    3    4    5 ☺= **Concordo totalmente**

ITENS	1☹	2	3	4	5☺
14. Satisfazer as diretrizes da empresa matriz.					
15. Adotar uma abordagem da qualidade.					
16. Satisfazer os requisitos de alguns dos grandes clientes.					
17. Acessar novos mercados.					
18. Mobilizar a equipe em torno de um projeto.					
19. Considerar a certificação como um trampolim para o Gerenciamento da Qualidade Total.					
20. Aumentar a rentabilidade da empresa.					
21. Melhorar a organização interna.					
22. Melhorar a qualidade dos produtos.					

**Deseja comentar algum objetivo não elencado?**

---



---

**QUESTIONÁRIO – PARTE IV: Identificando as dificuldades**

Para cada item, demonstre a sua real percepção da empresa possuir as dificuldades apresentadas a seguir para obter a certificação, dando notas de 1 a 5, onde:

1 ☹= **Discordo totalmente**    2    3    4    5 ☺= **Concordo totalmente**

**Entre as principais dificuldades consideradas pela empresa para obter a certificação, estão:**

1 ☹= **Discordo totalmente**    2    3    4    5 ☺= **Concordo totalmente**

ITENS	1☹	2	3	4	5☺
1. A equipe não tem conhecimento dos seus clientes.					
2. A equipe não tem conhecimento da sua importância ao realizar as atividades e do impacto na satisfação dos clientes.					
3. O entendimento da norma.					
4. Adaptação do sistema existente aos requisitos.					
5. Motivação do pessoal para a qualidade.					

6. Treinamento de pessoal para qualidade.					
7. Superar a relutância da equipe.					
8. Disponibilidade de recursos (tempo, fundos e alocação de pessoal para garantir o planejamento da implementação).					
9. Sensibilização dos funcionários sobre o significado da ISO 9001 (importância para a organização e benefícios relacionados).					
10. Responsabilidades e autoridades não definidas.					
11. Falta de envolvimento/comprometimento da alta direção.					
12. Falta de envolvimento/comprometimento da equipe.					
13. Questionamento da maneira de fazer as coisas.					
14. Transformação do projeto de certificação em projeto de documentação.					
15. Cronograma de implementação não definido.					
16. A organização não possui uma cultura de qualidade difundida entre os colaboradores.					
17. Burocracia no sistema de gestão.					
18. Estabelecimento de processos.					
19. Padronização de processos.					
20. Seguimento de processos.					
21. Melhoria contínua de processos.					
22. Melhoria contínua de produtos/serviços.					
23. Falhas na prevenção de ocorrência de problemas.					
24. Monitoramento e medição de processos.					
25. Ausência de auditorias.					
26. Falta de integração entre os departamentos.					
27. Falhas na comunicação entre as partes interessadas (clientes, fornecedores, funcionários, entre outras).					
28. Definição e identificação de ameaças, riscos e oportunidades.					
29. Definição de procedimentos de gerenciamento de riscos do negócio.					
30. Capacidade de avaliar riscos como oportunidades.					
31. Realização de ações preventivas para eliminar possíveis não conformidades.					

**Deseja comentar alguma dificuldade não elencada?**

---

## APÊNDICE B – PESQUISA DOS ARTIGOS NA WOS

Clarivate English Products

Web of Science™ Search Marked List History Alerts Sign In Register

Search > Results

23,643 results from Web of Science Core Collection for:

Q small and medium enterprises (All Fields) Analyze Results Citation Report Create Alert

Copy query link Publications You may also like... New

Refine results

Search within results for...

Quick Filters

- Review Articles **New** 427
- Early Access 465
- Open Access 5,421

0/23,643 Add To Marked List Export Relevance < 1 of 473 >

1 Small and Medium-sized Enterprise Financing Channel Construction

Chang, ME and Jiang, J  
7th International Symposium on the Development of Small and Medium-sized Enterprises  
2013 | Development Of Small And Medium-sized Enterprises

3 Citations  
4 References

Small and medium-sized enterprise is an important part of our national economy, occupies a very important position. How to effectively expand the financing channels of small and medium-sized enterprises is the key to solve the problem of financing of small and medium-sized enterprises. Through the article, the paper discusses the different financing channels of small and medium-sized enterprises.

Clarivate English Products

Web of Science™ Search Marked List History Alerts Sign In Register

Search > Results

19,830 results from Web of Science Core Collection for:

Q sme (All Fields) Analyze Results Citation Report Create Alert

Copy query link Publications You may also like... New

Refine results

Search within results for...

Quick Filters

- Review Articles **New** 418
- Early Access 269
- Open Access 4,894

0/19,830 Add To Marked List Export Relevance < 1 of 397 >

1 The Suggestions from Japan's SME Credit Insurance Program To China's SME Re-Guarantee Agency

Zhang, B  
International Conference of System Management and Informationization  
2011 | System Management And Informationization Of China SME: Theory & Practice

9 References

SMEs play an important role in China's transitional economy, and make a great contribution to GDP. In order to promote its development, how to solve SME's finance difficulties became a significant issue. Since 1999, China started to establish Credit

Clarivate English Products

Web of Science™ Search Marked List History Alerts Sign In Register

Search > Results

2,068 results from Web of Science Core Collection for:

Q iso 9001 (All Fields) Analyze Results Citation Report Create Alert

Copy query link Publications You may also like... New

Refine results

Search within results for...

Quick Filters

- Review Articles **New** 43
- Early Access 31
- Open Access 439

0/2,068 Add To Marked List Export Relevance < 1 of 42 >

1 A software quality perspective on the evolution of ISO 9001 : 1994 to ISO 9001 : 2000

Wälzler, J  
40th IEEE International Symposium and Forum on Software Engineering Standards (SESS 99) - Best Software Practices for the Internet Age  
1999 | Fourth IEEE International Symposium And Forum On Software Engineering Standards - Proceedings

1 Citation  
10 References

The paper explores the implications of the ISO 9001:2000 Committee Draft in terms of its evolution from ISO 9001:1994. This review is undertaken using the business process model applied in ISO/IEC 12207 Software Lifecycle Processes. An analysis

Clarivate English Products

Web of Science™ Search Marked List History Alerts Sign In Register

Search > Results

372 results from Web of Science Core Collection for:

Q iso 9001:2015 (All Fields) Analyze Results Citation Report Create Alert

Copy query link Publications You may also like... New

Refine results

Search within results for...

Quick Filters

- Review Articles **New** 11
- Early Access 4
- Open Access 144

0/372 Add To Marked List Export Relevance < 1 of 8 >

1 INFLUENCE OF THE NEW STANDARDS ISO 9001:2015 AND ISO 9001:2015 ON HUMAN RESOURCE MANAGEMENT IN ORGANIZATION

Bilal, J, Grabenar, V and Jilkašev, G  
International Conference on Interdisciplinary Management Research XIII  
2017 | Interdisciplinary Management Research XIII

11 References

The old versions of standards ISO 9001:2008 and ISO 14001:2004 defines requirements about resources that are necessary and required to an organization. Human resources inside the organization as well as their knowledge and competency are

Clarivate English Products

Web of Science™ Search Marked List History Alerts Sign In Register

Search > Results

146,602 results from Web of Science Core Collection for:

quality and innovation (All Fields) Analyze Results Citation Report Create Alert

Copy query link

Publications You may also like... New

Refine results

Search within results for...

Quick Filters

- Review Articles **New** 10,345
- Early Access 1,810
- Open Access 58,253

0/146,602 Add To Marked List Export Relevance < 1 of 2,000 >

1 Total Quality Innovation of Manufacturing Enterprises Based on Innovation Unions

Jin, J.  
International Conference on Engineering Design and Optimization (ICEDO 2010)  
2011 | Advances In Engineering Design And Optimization, Pts 1 And 2 7 References

The quality is the eternal focus of market competition. Based on the analysis of the forming process of product quality, a total quality innovation model including investigating, designing, manufacturing and re-exploring quality characteristic requirement has been put forward. The characteristics of the total quality innovation is analyzed in ... Show more

Clarivate English Products

Web of Science™ Search Marked List History Alerts Sign In Register

Search > Results

1,901 results from Web of Science Core Collection for:

triz (All Fields) Analyze Results Citation Report Create Alert

Copy query link

Publications You may also like... New

Refine results

Search within results for...

Quick Filters

- Review Articles **New** 23
- Early Access 10
- Open Access 359

0/1,901 Add To Marked List Export Relevance < 1 of 39 >

1 TRIZ in science Reviewing indexed publications

Chuchustin, I.  
Conference on Structured Innovation with TRIZ in Science and Industry - Creating Value for Customers and Society  
2016 | Structured Innovation With TRIZ in Science And Industry: Creating Value For Customers And Society 87 References

The Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) is a toolkit of methods to support systematic creativity. The latter has been the focus of many studies since late 90s, when innovations became a recognized resource for wealth in modern world. The ... Show more

Search in: Web of Science Core Collection Editions: All

DOCUMENTS AUTHORS CITED REFERENCES

Your search found no results

Check the spelling and/or broaden your search parameters  
Need more help? Check our walkthrough, videos, or our help pages

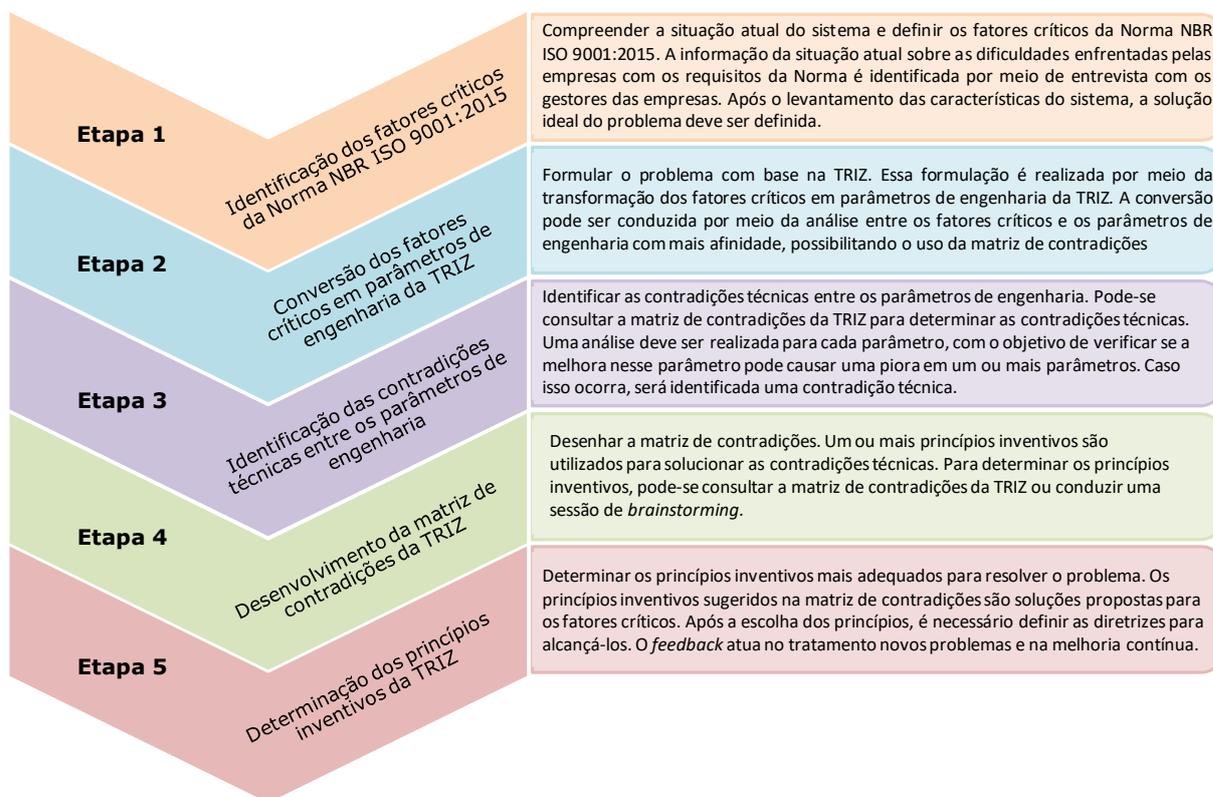
All Fields sme X

And All Fields iso 9001 X

And All Fields triz X

+ Add row + Add date range Advanced Search X Clear Search

## APÊNDICE C – GUIA DA ABORDAGEM PROPOSTA



Este guia foi desenvolvido para auxiliar os gestores (analistas de gestão e/ou equipes responsáveis) durante o processo de implementação da abordagem proposta. Cinco etapas compõem a abordagem proposta para implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015 em pequenas e médias empresas baseada na metodologia TRIZ: 1) identificação dos fatores críticos da Norma NBR ISO 9001:2015, 2) conversão dos fatores críticos em parâmetros de engenharia da TRIZ, 3) identificação das contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia, 4) desenvolvimento da matriz de contradições da TRIZ e 5) determinação dos princípios inventivos da TRIZ.

### Etapa 1: Identificação dos fatores críticos da Norma NBR ISO 9001:2015

A partir da literatura, foram identificadas 31 dificuldades enfrentadas pelas empresas na implementação dos requisitos da Norma NBR ISO 9001:2015. As dificuldades foram agrupadas em 8 dimensões, considerando os 7 princípios de gestão da qualidade e a gestão de riscos:

1. Foco no cliente;

2. Liderança;
3. Engajamento de pessoas;
4. Abordagem de processo;
5. Melhoria;
6. Tomada de decisão baseada em evidência;
7. Gestão de relacionamento;
8. Gestão de risco.

Um questionário contendo as 31 dificuldades foi desenvolvido para o levantamento dos fatores críticos da Norma, na Etapa 1. Os fatores críticos foram identificados por meio de entrevista com os gestores das empresas do estudo. Cada dificuldade foi avaliada pelos gestores através da escala Likert de cinco pontos, variando de “discordo totalmente (1)” a “concordo totalmente (5)”.

## **Etapa 2: Conversão dos fatores críticos em parâmetros de engenharia da TRIZ**

Na Etapa 2, cada fator crítico deve ser convertido em um dos 39 parâmetros de engenharia da TRIZ:

1. Peso do objeto em movimento;
2. Peso do objeto parado;
3. Comprimento do objeto em movimento;
4. Comprimento do objeto parado;
5. Área do objeto em movimento;
6. Área do objeto parado;
7. Volume do objeto em movimento;
8. Volume do objeto parado;
9. Velocidade;
10. Força;
11. Tensão ou pressão;
12. Forma;
13. Estabilidade da composição;
14. Resistência;
15. Duração da ação do objeto em movimento;
16. Duração da ação do objeto parado;

17. Temperatura;
18. Brilho;
19. Energia gasta pelo objeto em movimento;
20. Energia gasta pelo objeto parado;
21. Potência;
22. Perda de energia;
23. Perda de substância;
24. Perda de informação;
25. Perda de tempo;
26. Quantidade de substância;
27. Confiabilidade;
28. Precisão de medida;
29. Precisão de fabricação;
30. Fatores externos indesejados atuando no objeto;
31. Fatores indesejados causados pelo objeto;
32. Manufaturabilidade;
33. Facilidade de operação;
34. Manutenibilidade;
35. Adaptabilidade;
36. Complexidade do objeto;
37. Dificuldade de detecção;
38. Nível de automação;
39. Produtividade.

### **Etapa 3: Identificação das contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia**

Em seguida, na Etapa 3, as contradições técnicas entre os parâmetros de engenharia devem ser identificadas. A formulação das contradições técnicas pode ser realizada por meio da identificação da característica desejada a ser melhorada e/ou da característica indesejada a ser reduzida, eliminada ou neutralizada.

#### **Etapa 4: Desenvolvimento da matriz de contradições da TRIZ**

Na Etapa 4, a matriz de contradições deve ser desenhada, de forma a apresentar um ou mais dos 40 princípios inventivos da TRIZ para solucionar as contradições:

1. Segmentação;
2. Remoção ou extração;
3. Qualidade local;
4. Assimetria;
5. Consolidação;
6. Universalização;
7. Aninhamento;
8. Contrapeso;
9. Compensação prévia;
10. Ação prévia;
11. Amortecimento prévio;
12. Equipotencialidade;
13. Inversão;
14. Recurvação;
15. Dinamização;
16. Ação parcial ou excessiva;
17. Transição para nova dimensão;
18. Vibração;
19. Ação periódica;
20. Continuidade da ação útil;
21. Aceleração;
22. Transformação de dano em benefício;
23. Retroalimentação;
24. Mediação;
25. Autosserviço;
26. Cópia;
27. Uso e descarte;
28. Substituição de meios mecânicos;
29. Construção pneumática ou hidráulica;

30. Uso de filmes finos e membranas flexíveis;
31. Uso de materiais porosos;
32. Mudança de cor;
33. Homogeneização;
34. Descarte e regeneração;
35. Transformação de propriedades;
36. Mudança de fase;
37. Expansão térmica;
38. Uso de oxidantes fortes;
39. Uso de atmosferas inertes;
40. Uso de materiais compostos.

#### **Etapa 5: Determinação dos princípios inventivos da TRIZ**

Na Etapa 5, os princípios inventivos mais adequados são escolhidos para solucionar os fatores críticos.

Como saída da Etapa 5 da abordagem proposta, diretrizes foram elaboradas com o objetivo de auxiliar o alcance dos princípios inventivos para os fatores críticos associados às dimensões. Na dimensão liderança, destaca-se a importância do papel desempenhado pelos recursos humanos no esforço pela qualidade nas empresas. Essa dimensão enfatiza a necessidade dos líderes estabelecerem a direção e prepararem o ambiente para que a equipe possa atingir os objetivos da qualidade da empresa. O trabalho em equipe e a gestão participativa como métodos de trabalho são indicados, além da promoção de estilos de liderança adequados. Contribuições e ferramentas importantes sobre os diferentes estilos de liderança podem ser utilizados nas empresas.

Na dimensão engajamento de pessoas, o comprometimento da alta direção é um fator chave para implementar efetivamente os requisitos da Norma. Para avaliar a satisfação dos funcionários com as atividades realizadas, a empresa pode realizar pesquisas de satisfação, comunicar os resultados e tomar medidas apropriadas.

A melhoria contínua de processos é um fator importante para a implementação efetiva dos requisitos da Norma. Para que os processos sejam gerenciados adequadamente, a Norma NBR ISO 9001:2015 incorpora o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*, em português Planejar-

Fazer-Checar-Agir) na abordagem de processo, objetivando a melhoria contínua. Esse ciclo pode ser aplicado para o sistema de gestão da qualidade como um todo.

Em relação à dimensão tomada de decisão baseada em evidência, destaca-se a importância de manter um registro preciso, atualizado e disponível de dados e informações. O papel das auditorias (interna e externa) é fundamental entre as PMEs, orientando-as na direção correta da implementação dos requisitos da Norma.

Para a gestão de risco, ferramentas como a Análise do Modo e do Efeito da Falha (*Failure Mode and Effect Analysis – FMEA*), a Árvore de Falhas (*Fault Tree Analysis – FTA*) e o Diagrama de Pareto podem ser úteis. A análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) é uma ferramenta amplamente aplicada para a análise de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças do negócio, e também pode ser utilizada em pequenas e médias empresas.

A Norma NBR ISO 9001:2015 destaca o dever da alta direção em assegurar o foco no aumento da satisfação do cliente. Assim, os modelos SERVQUAL e SERVPERF são indicados para avaliar a satisfação dos clientes com relação à qualidade dos serviços oferecidos pelas empresas e o impacto das dimensões na satisfação. O modelo de KANO é indicado para classificar e priorizar os diferentes atributos de satisfação de um produto ou serviço oferecido pelas PMEs, e abordagens baseadas em gestão de relacionamento com os clientes (*Customer Relationship Management – CRM*) são sugeridas para a fidelização dos clientes de PMEs.

O *feedback* atua no tratamento da ocorrência de novos problemas e para a melhoria contínua. Deve ser realizado ao longo de todas as etapas da abordagem, para verificar se o que foi executado está conforme o planejado. Se a solução não for encontrada após a eliminação da contradição através do uso dos princípios inventivos, ou se novos problemas venham a surgir após a solução encontrada, ou ainda para se aproximar cada vez mais da solução ideal definida na primeira etapa, o processo de resolução de problemas deverá ser repetido a partir da Etapa 1 para que a situação original seja redefinida.

Por fim, destaca-se a importância do compromisso de todos da organização com a qualidade para a melhoria do desempenho e da vantagem competitiva da empresa. As práticas da qualidade devem ser implementadas adequadamente para materializar os princípios da qualidade.

## ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** UMA ABORDAGEM PARA IMPLEMENTAÇÃO DOS REQUISITOS DA ISO 9001 EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS DE PERNAMBUCO UTILIZANDO A METODOLOGIA TRIZ

**Pesquisador:** RAISSA CORREA DE CARVALHO

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 27175519.5.0000.5208

**Instituição Proponente:** CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIENCIAS

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.833.313

#### **Apresentação do Projeto:**

Trata-se de projeto de pesquisa da doutoranda RAISSA CORREA DE CARVALHO, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, sob a orientação da professora Denise Dumke de Medeiros. Segundo a proponente, o estudo tem como hipótese "verificar se a partir das dificuldades enfrentadas pelas empresas pernambucanas de médio porte ao implementar a ISO 9001 é possível elaborar uma abordagem para facilitar essa implementação". Para isso, a seleção da amostra não aleatória será definida por acessibilidade e composta por dois gestores de duas empresas de pequeno ou médio porte, localizadas no estado de Pernambuco. Os dados serão obtidos através de questionário enviado por e-mail aos gestores e serão analisados a partir da aplicação da modelagem de equações estruturais para avaliar as principais dificuldades encontradas na implantação dos requisitos da ISO 9001 pelas empresas participantes. Após esta análise, será desenvolvida uma abordagem para implementação dos requisitos da norma ISO 9001 em pequenas e médias empresas pernambucanas utilizando a metodologia TRIZ (Teoria para a Resolução de Problemas Criativos (acrônimo russo da TIPS – Theory of Inventive Problem Solving)).

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Esta pesquisa tem como objetivo geral desenvolver uma abordagem para implementação dos

<b>Endereço:</b> Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde	
<b>Bairro:</b> Cidade Universitária	<b>CEP:</b> 50.740-600
<b>UF:</b> PE	<b>Município:</b> RECIFE
<b>Telefone:</b> (81)2126-8588	<b>E-mail:</b> cepccs@ufpe.br

## ANEXO B – MATRIZ DE CONTRADIÇÕES DA TRIZ

		Parâmetros de engenharia piorados								Princípios inventivos		
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	
Parâmetros de engenharia a ser melhorados	1	Peso do objeto em movimento	-	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	1	Segmentação ou fragmentação
	2	Peso do objeto parado	-	-	-	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	2	Remoção ou extração
	3	Comprimento do objeto em movimento	15, 8, 29, 34	-	-	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	3	Qualidade localizada
	4	Comprimento do objeto parado	-	35, 28, 40, 29	-	-	-	-	17, 7, 10, 40	-	4	Assimetria
	5	Área do objeto em movimento	2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	-	-	-	7, 14, 17, 4	5	Consolidação
	6	Área do objeto parado	-	30, 2, 14, 18	-	-	26, 7, 9, 39	-	-	-	6	Universalização
	7	Volume do objeto em movimento	2, 26, 29, 40	-	1, 7, 35, 4	-	1, 7, 4, 17	-	-	-	7	Aninhamento
	8	Volume do objeto parado	-	35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	-	-	-	-	8	Contrapeso
	9	Velocidade	2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 29, 34	-	9	Compensação prévia
	10	Força	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 1	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	10	Ação prévia
	11	Tensão ou pressão	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 28	10, 15, 36, 37	6, 35, 10	35, 34	11	Amortecimento prévio
	12	Forma	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10	-	14, 4, 15, 22	7, 2, 35	12	Equipotencialidade
	13	Estabilidade da composição	21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	13	Inversão
	14	Resistência	1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 40, 29	9, 40, 28	10, 15, 14, 7	9, 14, 17, 15	14	Recurvação
	15	Duração da ação do objeto em movimento	19, 5, 34, 31	-	2, 19, 9	-	3, 17, 19	-	10, 2, 19, 30	-	15	Dinamização
	16	Duração da ação do objeto parado	-	6, 27, 19, 16	-	1, 40, 35	-	-	-	35, 34, 38	16	Ação parcial ou excessiva
	17	Temperatura	36, 22, 6, 38	22, 35, 32	15, 19, 9	15, 19, 9	3, 35, 39, 18	35, 38	34, 39, 40, 18	35, 6, 4	17	Transição para nova dimensão
	18	Brilho	19, 1, 32	2, 35, 32	19, 32, 16	-	19, 32, 26	-	2, 13, 10	-	18	Vibração mecânica
	19	Energia gasta pelo objeto em movimento	12, 18, 28, 31	-	12, 28	-	15, 19, 25	-	35, 13, 18	-	19	Ação periódica
	20	Energia gasta pelo objeto parado	-	19, 9, 6, 27	-	-	-	-	-	-	20	Continuidade da ação útil
	21	Potência	8, 36, 38, 31	19, 26, 17, 27	1, 10, 35, 37	-	19, 38	17, 32, 13, 38	35, 6, 38	30, 6, 25	21	Aceleração
	22	Perda de energia	15, 6, 19, 28	19, 6, 18, 9	7, 2, 6, 13	6, 38, 7	15, 26, 17, 30	17, 7, 30, 18	7, 18, 23	7	22	Transformação de prejuízo em lucro
	23	Perda de substância	35, 6, 23, 40	35, 6, 22, 32	14, 29, 10, 39	10, 28, 24	35, 2, 10, 31	10, 18, 39, 31	1, 29, 30, 36	3, 39, 18, 31	23	Retroalimentação
	24	Perda de informação	10, 24, 35	10, 35, 5	1, 26	26	30, 26	30, 16	-	2, 22	24	Mediação
	25	Perda de tempo	10, 20, 37, 35	10, 20, 26, 5	15, 2, 29	30, 24, 14, 5	26, 4, 5, 16	10, 35, 17, 4	2, 5, 34, 10	35, 16, 32, 18	25	Auto-serviço
	26	Quantidade de substância	35, 6, 18, 31	27, 26, 18, 35	29, 14, 35, 18	-	15, 14, 29	2, 18, 40, 4	15, 20, 29	-	26	Cópia
	27	Confiabilidade	3, 8, 10, 40	3, 10, 8, 28	15, 9, 14, 4	15, 29, 28, 11	17, 10, 14, 16	32, 35, 40, 4	3, 10, 14, 24	2, 35, 24	27	Uso e descarte
	28	Precisão de medição	32, 35, 26, 28	28, 35, 25, 26	28, 26, 5, 16	32, 28, 3, 16	26, 28, 32, 3	26, 28, 32, 3	32, 13, 6	-	28	Substituição de meios mecânicos
	29	Precisão de fabricação	28, 32, 13, 18	28, 35, 27, 9	10, 28, 29, 37	2, 32, 10	28, 33, 2, 29, 32	2, 29, 18, 36	32, 28, 2	25, 10, 35	29	Construção pneumática ou hidráulica
	30	Fatores externos indesejados atuando no objeto	22, 21, 27, 39	2, 22, 13, 24	17, 1, 39, 4	1, 18	22, 1, 33, 28	27, 2, 39, 35	22, 23, 37, 35	34, 39, 19, 27	30	Uso de filmes finos e membranas flexíveis
	31	Fatores indesejados causados pelo objeto	19, 22, 15, 39	35, 22, 1, 39	17, 15, 16, 22	-	17, 2, 18, 39	22, 1, 40	17, 2, 40	30, 18, 35, 4	31	Uso de materiais porosos
	32	Manufaturabilidade	28, 29, 15, 16	1, 27, 36, 13	1, 29, 13, 17	15, 17, 27	13, 1, 26, 12	16, 4	13, 29, 1, 40	35	32	Mudança de cor
	33	Conveniência de uso	25, 2, 13, 15	6, 13, 1, 25	1, 17, 13, 12	-	1, 17, 13, 16	18, 16, 15, 39	1, 16, 35, 15	4, 18, 31, 39	33	Homogeneização
	34	Mantenabilidade	2, 27, 35, 11	2, 27, 35, 11	1, 28, 10, 25	3, 18, 31	15, 32, 13	16, 25	25, 2, 35, 11	1	34	Descarte e regeneração
	35	Adaptabilidade	1, 6, 15, 8	19, 15, 29, 16	35, 1, 29, 2	1, 35, 16	35, 30, 29, 7	15, 16	15, 35, 29	-	35	Mudança de parâmetros e propriedades
	36	Complexidade do objeto	26, 30, 34, 36	2, 26, 35, 39	1, 19, 26, 24	26	14, 1, 13, 16	6, 36	34, 26, 6	1, 16	36	Mudança de fase
	37	Complexidade de controle	27, 26, 28, 13	6, 13, 28, 1	16, 17, 26, 24	26	2, 13, 18, 17	2, 39, 30, 16	29, 1, 4, 16	2, 18, 26, 31	37	Expansão térmica
	38	Nível de automação	28, 26, 18, 35	28, 26, 35, 10	14, 13, 28, 17	23	17, 14, 13	-	35, 13, 16	-	38	Uso de oxidantes fortes
	39	Capacidade ou produtividade	35, 26, 24, 37	28, 27, 15, 3	18, 4, 28, 38	30, 7, 14, 26	10, 26, 34, 31	10, 35, 17, 7	2, 6, 34, 10	35, 37, 10, 2	39	Uso de atmosferas inertes
										40	Uso de materiais compostos	



	Parâmetros de engenharia piorados									Princípios inventivos			
	17	18	19	20	21	22	23	24					
Parâmetros de engenharia a ser melhorados	1	Peso do objeto em movimento	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31	-	12, 36, 18, 31	6, 2, 34, 19	5, 35, 3, 31	10, 24, 35	1	Segmentação ou fragmentação	
	2	Peso do objeto parado	28, 19, 32, 22	35, 19, 32	-	18, 19, 28, 1	15, 19, 18, 22	18, 19, 28, 15	5, 8, 13, 30	10, 15, 35	2	Remoção ou extração	
	3	Comprimento do objeto em movimento	10, 15, 19	32	8, 35, 24	-	1, 35	7, 2, 35, 39	4, 29, 23, 10	1, 24	3	Qualidade localizada	
	4	Comprimento do objeto parado	3, 35, 38, 18	3, 25	-	-	12, 8	6, 28	10, 28, 24, 35	24, 26	4	Assimetria	
	5	Área do objeto em movimento	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32	-	19, 10, 32, 18	15, 17, 30, 26	10, 35, 2, 39	30, 26	5	Consolidação	
	6	Área do objeto parado	35, 39, 38	-	-	-	17, 32	17, 7, 30	10, 14, 18, 39	30, 16	6	Universalização	
	7	Volume do objeto em movimento	34, 39, 10, 18	10, 13, 2	35	-	35, 6, 13, 18	7, 15, 13, 16	36, 39, 34, 10	2, 22	7	Aninhamento	
	8	Volume do objeto parado	35, 6, 4	-	-	-	30, 6	-	10, 39, 35, 34	-	8	Contrapeso	
	9	Velocidade	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38	-	19, 35, 38, 2	14, 20, 19, 35	10, 13, 28, 38	13, 26	9	Compensação prévia	
	10	Força	35, 10, 21	-	19, 17, 10	1, 16, 36, 37	19, 35, 18, 37	14, 15	8, 35, 40, 5	-	10	Ação prévia	
	11	Tensão ou pressão	35, 39, 19, 2	-	14, 24, 10, 37	-	10, 35, 14	2, 36, 25	10, 36, 37	-	11	Amortecimento prévio	
	12	Forma	22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 6, 34, 14	-	4, 6, 2	14	35, 29, 3, 5	-	12	Equipotencialidade	
	13	Estabilidade da composição	35, 1, 32	32, 3, 27, 15	13, 19	27, 4, 29, 18	32, 35, 27, 31	14, 2, 39, 6	2, 14, 30, 40	-	13	Inversão	
	14	Resistência	30, 10, 40	35, 19	19, 35, 10	35	10, 26, 35, 28	35	35, 28, 31, 40	-	14	Recurvação	
	15	Duração da ação do objeto em movimento	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18	-	19, 10, 35, 38	-	28, 27, 3, 18	10	15	Dinamização	
	16	Duração da ação do objeto parado	19, 18, 36, 40	-	-	-	16	-	27, 16, 18, 38	10	16	Ação parcial ou excessiva	
	17	Temperatura	-	32, 30, 21, 16	19, 15, 3, 17	-	2, 14, 17, 25	21, 17, 35, 38	21, 36, 29, 31	-	17	Transição para nova dimensão	
	18	Brilho	32, 35, 19	-	32, 1, 19	32, 35, 1, 15	32	19, 16, 1, 6	13, 1	1, 6	18	Vibração mecânica	
	19	Energia gasta pelo objeto em movimento	19, 24, 3, 14	2, 15, 19	-	-	6, 19, 37, 18	12, 22, 15, 24	35, 24, 18, 5	-	19	Ação periódica	
	20	Energia gasta pelo objeto parado	-	19, 2, 35, 32	-	-	-	-	28, 27, 18, 31	-	20	Continuidade da ação útil	
	21	Potência	2, 14, 17, 25	16, 6, 19	16, 6, 19, 37	-	-	10, 35, 38	28, 27, 18, 38	10, 19	21	Aceleração	
	22	Perda de energia	19, 38, 7	1, 13, 32, 15	-	-	3, 38	-	35, 27, 2, 37	19, 10	22	Transformação de prejuízo em lucro	
	23	Perda de substância	21, 36, 39, 31	1, 6, 13	35, 18, 24, 5	28, 27, 12, 31	28, 27, 18, 38	35, 27, 2, 31	-	-	23	Retroalimentação	
	24	Perda de informação	-	19	-	-	10, 19	19, 10	-	-	24	Mediação	
	25	Perda de tempo	35, 29, 21, 18	1, 19, 21, 17	35, 38, 19, 18	1	35, 20, 10, 6	10, 5, 18, 32	35, 18, 10, 39	24, 26, 28, 32	25	Auto-serviço	
	26	Quantidade de substância	3, 17, 39	-	34, 29, 16, 18	3, 35, 31	35	7, 18, 25	6, 3, 10, 24	24, 28, 35	26	Cópia	
	27	Confiabilidade	3, 35, 10	11, 32, 13	21, 11, 27, 19	36, 23	21, 11, 26, 31	10, 11, 35	10, 35, 29, 39	10, 28	27	Uso e descarte	
	28	Precisão de medição	6, 19, 28, 24	6, 1, 32	3, 6, 32	-	3, 6, 32	26, 32, 27	10, 16, 31, 28	-	28	Substituição de meios mecânicos	
	29	Precisão de fabricação	19, 26	3, 32	32, 2	-	32, 2	13, 32, 2	35, 31, 10, 24	-	29	Construção pneumática ou hidráulica	
	30	Fatores externos indesejados atuando no objeto	22, 33, 35, 2	1, 19, 32, 13	1, 24, 6, 27	10, 2, 22, 37	19, 22, 31, 2	21, 22, 35, 2	33, 22, 19, 40	22, 10, 2	30	Uso de filmes finos e membranas flexíveis	
	31	Fatores indesejados causados pelo objeto	22, 35, 2, 24	19, 24, 39, 32	2, 35, 6	19, 22, 18	2, 35, 18	21, 35, 22, 2	10, 1, 34, 29	10, 21, 29	31	Uso de materiais porosos	
	32	Manufaturabilidade	27, 26, 18	28, 24, 27, 1	28, 26, 27, 1	1, 4	27, 1, 12, 24	19, 35	15, 34, 33	32, 24, 18, 16	32	Mudança de cor	
	33	Conveniência de uso	26327, 13	13, 17, 1, 24	1, 13, 24	-	35, 34, 2, 10	2, 19, 13	28, 32, 2, 24	4, 10, 27, 22	33	Homogeneização	
	34	Mantenabilidade	4, 10	15, 1, 13	15, 1, 28, 16	-	15, 10, 32, 2	15, 1, 32, 19	2, 35, 34, 27	-	34	Descarte e regeneração	
	35	Adaptabilidade	27, 2, 3, 35	6, 22, 26, 1	19, 35, 29, 13	-	19, 1, 29	18, 15, 1	15, 10, 2, 13	-	35	Mudança de parâmetros e propriedades	
	36	Complexidade do objeto	2, 17, 13	24, 17, 1, 24	27, 2, 29, 28	-	20, 19, 30, 34	10, 35, 13, 2	35, 10, 28, 29	-	36	Mudança de fase	
	37	Complexidade de controle	3, 27, 35, 16	2, 24, 26	35, 38	19, 35, 16	19, 1, 16, 10	35, 3, 15, 19	1, 18, 10, 24	35, 33, 27, 22	37	Expansão térmica	
	38	Nível de automação	26, 2, 19	8, 32, 19	2, 32, 13	-	28, 2, 27	23, 28	35, 10, 18, 5	35, 33	38	Uso de oxidantes fortes	
	39	Capacidade ou produtividade	35, 21, 28, 10	26, 17, 19, 1	35, 10, 38, 19	1	35, 20, 10	28, 10, 29, 35	28, 10, 35, 23	13, 15, 23	39	Uso de atmosferas inertes	
										40	Uso de materiais compostos		

	Parâmetros de engenharia piorados									Princípios inventivos		
	25	26	27	28	29	30	31	32				
Parâmetros de engenharia a ser melhorados	1	Peso do objeto em movimento	10, 35, 20, 28	3, 26, 18, 31	3, 11, 1, 27	28, 27, 35, 26	28, 35, 26, 18	22, 21, 18, 27	22, 35, 31, 39	27, 28, 1, 36	1	Segmentação ou fragmentação
	2	Peso do objeto parado	10, 20, 35, 26	19, 6, 18, 26	10, 28, 8, 3	18, 26, 28	10, 1, 35, 17	2, 19, 22, 37	35, 22, 1, 39	28, 1, 9	2	Remoção ou extração
	3	Comprimento do objeto em movimento	15, 2, 29	29, 35	10, 14, 29, 40	28, 32, 4	10, 28, 29, 37	1, 15, 17, 24	17, 15	1, 29, 17	4	Assimetria
	4	Comprimento do objeto parado	30, 29, 14	-	15, 29, 28	32, 28, 3	2, 32, 10	1, 18	-	15, 17, 27	5	Consolidação
	5	Área do objeto em movimento	26, 4	29, 30, 6, 13	29, 9	26, 28, 32, 3	2, 32	22, 33, 28, 1	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24	6	Universalização
	6	Área do objeto parado	10, 35, 4, 18	2, 18, 40, 4	32, 35, 40, 4	26, 28, 32, 3	2, 29, 18, 36	27, 2, 39, 35	22, 1, 40	40, 16	7	Aninhamento
	7	Volume do objeto em movimento	2, 6, 34, 10	29, 30, 7	14, 1, 40, 11	25, 26, 28	25, 28, 2, 16	22, 21, 27, 35	17, 2, 40, 1	29, 1, 40	8	Contrapeso
	8	Volume do objeto parado	35, 16, 32, 18	35, 3	2, 35, 16	-	35, 10, 25	34, 39, 19, 27	30, 18, 35, 4	35	9	Compensação prévia
	9	Velocidade	-	10, 19, 29, 38	11, 35, 27, 28	28, 32, 1, 24	10, 28, 32, 25	1, 28, 35, 23	2, 24, 32, 21	35, 13, 8, 1	10	Ação prévia
	10	Força	10, 37, 36	14, 29, 18, 36	3, 35, 13, 21	35, 10, 23, 24	28, 29, 37, 36	1, 35, 40, 18	13, 3, 36, 24	15, 37, 18, 1	11	Amortecimento prévio
	11	Tensão ou pressão	37, 36, 4	10, 14, 36	10, 13, 19, 35	6, 28, 25	3, 35	22, 2, 37	2, 33, 27, 18	1, 35, 16	12	Equipotencialidade
	12	Forma	14, 10, 34, 17	36, 22	10, 40, 16	28, 32, 1	32, 30, 40	22, 1, 2, 35	35, 1	1, 32, 17, 28	13	Inversão
	13	Estabilidade da composição	35, 27	15, 32, 35	-	13	18	35, 23, 18, 30	35, 40, 27, 39	35, 19	14	Recurvação
	14	Resistência	29, 3, 28, 10	29, 10, 27	11, 3	3, 27, 16	3, 27	18, 35, 37, 1	15, 35, 22, 2	11, 3, 10, 32	15	Dinamização
	15	Duração da ação do objeto em movimento	20, 10, 28, 18	3, 35, 10, 40	11, 2, 13	3	3, 27, 16, 40	22, 15, 33, 28	21, 39, 16, 22	27, 1, 4	16	Ação parcial ou excessiva
	16	Duração da ação do objeto parado	28, 20, 10, 16	3, 35, 3, 17	34, 27, 6, 40	10, 26, 24	-	17, 1, 40, 33	22	35, 10	17	Transição para nova dimensão
	17	Temperatura	35, 28, 21, 18	3, 17, 30, 39	19, 35, 3, 10	32, 19, 24	24	22, 33, 35, 2	22, 35, 2, 24	26, 27	18	Vibração mecânica
	18	Brilho	19, 1, 26, 17	1, 19	-	11, 15, 32	3, 32	15, 19	35, 19, 32, 39	19, 35, 28, 26	19	Ação periódica
	19	Energia gasta pelo objeto em movimento	35, 38, 19, 18	34, 23, 16, 18	19, 21, 11, 27	3, 1, 32	-	1, 35, 6, 27	2, 35, 6, 30	28, 26, 30	20	Continuidade da ação útil
	20	Energia gasta pelo objeto parado	-	3, 35, 31	10, 36, 23	-	-	10, 2, 22, 37	19, 22, 18	1, 4	21	Aceleração
	21	Potência	35, 20, 10, 6	4, 34, 26, 31	19, 24, 26, 31	32, 15, 2	32, 2	19, 22, 31, 2	2, 35, 18	26, 10, 34	22	Transformação de prejuízo em lucro
	22	Perda de energia	10, 18, 32, 7	7, 18, 25	11, 10, 35	32	-	21, 22, 35, 2	21, 35, 2, 22	-	23	Retroalimentação
	23	Perda de substância	15, 18, 35, 10	6, 3, 10, 24	10, 29, 39, 35	16, 34, 31, 28	35, 10, 24, 31	33, 22, 30, 10	10, 1, 34, 29	15, 34, 33	24	Mediação
	24	Perda de informação	24, 26, 28, 32	24, 28, 35	10, 28, 23	-	-	22, 10, 1	10, 21, 22	32	25	Auto-serviço
	25	Perda de tempo	-	35, 38, 18, 16	10, 30, 4	24, 34, 28, 32	24, 26, 28, 18	35, 18, 34	35, 22, 18, 39	35, 28, 34, 4	26	Cópia
	26	Quantidade de substância	35, 38, 18, 31	-	18, 3, 28, 40	3, 2, 28	33, 30	35, 33, 29, 31	3, 35, 40, 39	29, 1, 35, 27	27	Uso e descarte
	27	Confiabilidade	10, 30, 4	21, 28, 40, 3	-	32, 3, 11, 23	11, 32, 1	27, 35, 2, 40	35, 2, 40, 26	-	28	Substituição de meios mecânicos
	28	Precisão de medição	24, 34, 28, 32	2, 6, 32	5, 11, 1, 23	-	-	28, 24, 22, 26	3, 33, 39, 10	6, 35, 25, 18	29	Construção pneumática ou hidráulica
	29	Precisão de fabricação	32, 26, 28, 18	32, 30	11, 32, 1	-	-	26, 28, 10, 36	4, 17, 34, 26	-	30	Uso de filmes finos e membranas flexíveis
	30	Fatores externos indesejados atuando no objeto	35, 18, 34	35, 33, 29, 31	27, 24, 2, 40	28, 33, 23, 26	26, 28, 10, 18	-	-	24, 35, 2	31	Uso de materiais porosos
	31	Fatores indesejados causados pelo objeto	1, 22	3, 24, 39, 1	24, 2, 40, 39	3, 33, 26	4, 17, 34, 26	-	-	-	32	Mudança de cor
	32	Manufaturabilidade	35, 28, 34, 4	35, 23, 1, 24	-	1, 35, 12, 18	-	24, 2	-	-	33	Homogeneização
	33	Conveniência de uso	4, 28, 10, 34	12, 35	17, 27, 8, 40	25, 13, 2, 34	1, 32, 35, 23	2, 25, 28, 39	-	2, 5, 12	34	Descarte e regeneração
	34	Mantenabilidade	32, 1, 10, 25	2, 28, 10, 25	11, 10, 1, 16	10, 2, 13	25, 10	35, 102, 16	-	1, 35, 11, 10	35	Mudança de parâmetros e propriedades
	35	Adaptabilidade	35, 28	3, 35, 8, 24	35, 13, 8, 24	35, 5, 1, 10	-	35, 11, 32, 31	-	1, 13, 31	36	Mudança de fase
	36	Complexidade do objeto	6, 29	13, 3, 27, 10	13, 35, 1	2, 26, 10, 34	26, 24, 32	22, 19, 29, 40	19, 1	27, 26, 1, 13	37	Expansão térmica
	37	Complexidade de controle	18, 28, 32, 9	3, 27, 29, 18	27, 40, 28, 8	26, 24, 32, 28	-	22, 19, 29, 28	2, 21	5, 28, 11, 29	38	Uso de oxidantes fortes
	38	Nível de automação	24, 28, 35, 30	35, 13	11, 27, 32	28, 26, 10, 34	28, 26, 18, 23	2, 33	2	1, 26, 13	39	Uso de atmosferas inertes
	39	Capacidade ou produtividade	-	35, 38	1, 35, 10, 38	1, 10, 34, 28	32, 1, 18, 10	22, 35, 13, 24	35, 22, 18, 39	35, 28, 2, 24	40	Uso de materiais compostos

		Parâmetros de engenharia piorados							Princípios inventivos		
		33	34	35	36	37	38	39			
Parâmetros de engenharia a ser melhorados	1	Peso do objeto em movimento	35, 3, 2, 24	2, 27, 28, 11	29, 5, 15, 8	26, 30, 36, 34	28, 29, 26, 32	26, 35, 18, 19	35, 3, 24, 37	1	Segmentação ou fragmentação
	2	Peso do objeto parado	8, 13, 1, 32	2, 27, 28, 11	19, 15, 29	1, 10, 26, 39	25, 28, 17, 15	2, 26, 35	1, 28, 15, 35	2	Remoção ou extração
	3	Comprimento do objeto em movimento	15, 29, 35, 4	1, 28, 10	14, 15, 1, 16	1, 19, 26, 24	35, 1, 26, 24	17, 24, 26, 16	14, 4, 28, 29	3	Qualidade localizada
	4	Comprimento do objeto parado	2, 25	3	1, 35	1, 26	26	-	30, 14, 7, 26	4	Assimetria
	5	Área do objeto em movimento	15, 17, 13, 16	15, 13, 10, 1	15, 30	14, 1, 13	2, 36, 26, 18	14, 30, 28, 23	10, 26, 34, 2	5	Consolidação
	6	Área do objeto parado	16, 4	16	15, 16	1, 18, 36	2, 35, 30, 18	23	10, 15, 17, 7	6	Universalização
	7	Volume do objeto em movimento	15, 13, 30, 12	10	15, 29	26, 1	29, 26, 4	35, 34, 16, 24	10, 6, 2, 34	7	Aninhamento
	8	Volume do objeto parado	-	1	-	1, 31	2, 17, 26	-	35, 37, 10, 2	8	Contrapeso
	9	Velocidade	32, 28, 13, 12	34, 2, 28, 27	15, 10, 26	10, 28, 4, 34	3, 34, 27, 16	10, 18	-	9	Compensação prévia
	10	Força	1, 28, 3, 25	15, 1, 11	15, 17, 18, 20	26, 35, 10, 18	36, 37, 10, 19	2, 35	3, 28, 35, 37	10	Ação prévia
	11	Tensão ou pressão	11	2	35	19, 1, 35	2, 36, 37	35, 24	10, 14, 35, 37	11	Amortecimento prévio
	12	Forma	32, 15, 26	2, 13, 1	1, 15, 29	16, 29, 1, 28	15, 13, 39	15, 1, 32	17, 26, 34, 10	12	Equipotencialidade
	13	Estabilidade da composição	32, 35, 30	2, 35, 10, 16	35, 30, 34, 2	2, 35, 22, 26	35, 22, 39, 23	1, 8, 35	23, 35, 40, 3	13	Inversão
	14	Resistência	32, 40, 28, 2	27, 11, 3	15, 3, 32	2, 13, 28	27, 3, 15, 40	15	29, 35, 10, 14	14	Recurvação
	15	Duração da ação do objeto em movimento	12, 27	29, 10, 27	1, 35, 13	10, 4, 29, 15	19, 29, 39, 35	6, 10	35, 17, 14, 19	15	Dinamização
	16	Duração da ação do objeto parado	1	1	2	-	25, 34, 6, 35	1	20, 10, 16, 38	16	Ação parcial ou excessiva
	17	Temperatura	26, 27	4, 10, 16	2, 18, 27	2, 17, 16	3, 27, 35, 31	23, 2, 19, 16	15, 28, 35	17	Transição para nova dimensão
	18	Brilho	28, 28, 19	15, 17, 13, 16	15, 1, 19	6, 32, 13	32, 15	2, 26, 10	2, 25, 16	18	Vibração mecânica
	19	Energia gasta pelo objeto em movimento	19, 35	1, 15, 17, 28	15, 17, 13, 16	2, 29, 27, 28	35, 38	32, 2	12, 28, 35	19	Ação periódica
	20	Energia gasta pelo objeto parado	-	-	-	-	19, 35, 16, 25	-	1, 6	20	Continuidade da ação útil
	21	Potência	26, 35, 10	35, 2, 10, 34	19, 17, 34	20, 19, 30, 34	19, 35, 16	28, 2, 17	28, 35, 34	21	Aceleração
	22	Perda de energia	35, 32, 1	2, 19	-	7, 23	35, 3, 15, 23	2	28, 10, 29, 35	22	Transformação de prejuízo em lucro
	23	Perda de substância	32, 28, 2, 24	2, 35, 34, 27	15, 10, 2	35, 10, 28, 24	35, 18, 10, 13	35, 10, 18	28, 35, 10, 23	23	Retroalimentação
	24	Perda de informação	27, 22	-	-	-	35, 33	35	13, 23, 15	24	Mediação
	25	Perda de tempo	4, 28, 10, 34	32, 1, 10	35, 28	6, 29	18, 28, 32, 10	24, 28, 35, 30	-	25	Auto-serviço
	26	Quantidade de substância	35, 29, 10, 25	2, 32, 10, 25	15, 3, 29	3, 13, 27, 10	3, 27, 29, 18	8, 35	13, 29, 3, 27	26	Cópia
	27	Confiabilidade	27, 17, 40	1, 11	13, 35, 8, 24	13, 35, 1	27, 40, 28	11, 13, 27	1, 35, 29, 38	27	Uso e descarte
	28	Precisão de medição	1, 13, 17, 34	1, 32, 13, 11	13, 35, 2	27, 35, 10, 34	26, 24, 32, 28	28, 2, 10, 34	10, 34, 28, 32	28	Substituição de meios mecânicos
	29	Precisão de fabricação	1, 32, 35, 23	25, 10	-	26, 2, 18	-	26, 28, 18, 23	10, 18, 32, 39	29	Construção pneumática ou hidráulica
	30	Fatores externos indesejados atuando no objeto	2, 25, 28, 39	35, 10, 2	35, 11, 22, 31	22, 19, 29, 40	22, 19, 29, 40	33, 3, 34	22, 35, 13, 24	30	Uso de filmes finos e membranas flexíveis
	31	Fatores indesejados causados pelo objeto	-	-	-	19, 1, 31	2, 21, 27, 1	2	22, 35, 18, 39	31	Uso de materiais porosos
	32	Manufaturabilidade	2, 5, 13, 16	35, 1, 11, 9	2, 13, 15	27, 26, 1	6, 28, 11, 1	8, 28, 1	35, 1, 10, 28	32	Mudança de cor
	33	Conveniência de uso	-	12, 26, 1, 32	15, 34, 1, 16	32, 25, 12, 17	-	1, 34, 12, 3	15, 1, 28	33	Homogeneização
	34	Mantenabilidade	1, 12, 26, 15	-	7, 1, 4, 16	35, 1, 13, 11	-	34, 35, 7, 13	1, 32, 10	34	Descarte e regeneração
	35	Adaptabilidade	15, 34, 1, 16	1, 16, 7, 4	-	15, 29, 37, 28	1	27, 34, 35	35, 28, 6, 37	35	Mudança de parâmetros e propriedades
	36	Complexidade do objeto	27, 9, 26, 24	1, 13	29, 15, 28, 37	-	15, 10, 37, 28	15, 1, 24	12, 17, 28	36	Mudança de fase
	37	Complexidade de controle	2, 5	12, 26	1, 15	15, 10, 37, 28	-	34, 21	35, 18	37	Expansão térmica
	38	Nível de automação	1, 12, 34, 3	1, 35, 13	27, 4, 1, 35	15, 24, 10	34, 27, 25	-	5, 12, 35, 26	38	Uso de oxidantes fortes
	39	Capacidade ou produtividade	1, 28, 7, 19	1, 32, 10, 25	1, 35, 28, 37	12, 17, 28, 24	35, 18, 27, 2	5, 12, 35, 26	-	39	Uso de atmosferas inertes
									40	Uso de materiais compostos	