



FRAMEWORK PARA IMPLEMENTAÇÃO DA ABNT NBR ISO 9001 UTILIZANDO PRINCÍPIOS E FERRAMENTAS *LEAN SIX SIGMA*

Versão do autor aceita publicada online: 27 abr. 2023

Publicado online: 03 maio 2023

Como citar esse artigo - American Psychological Association (APA):

Soliman, M., & Trevisan, M. (2023, artigo aceito online). *Framework* para implementação da ABNT NBR ISO 9001 utilizando princípios e ferramentas *Lean Six Sigma*. *Exacta*, artigo aceito online. <https://doi.org/10.5585/2023.22527>

 **Marlon Soliman¹**

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - Curso de Engenharia de Produção - Santa Maria (RS) - Brasil

 **Mateus Trevisan²**

Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas / Santa Maria (RS) - Brasil

¹ Acadêmico de Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria - UFSM (2017). Estagiário no Sistema de Gestão de Laboratórios do Centro de Tecnologia - SGLab CT

² Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2018), Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Maria (2014), e Engenheiro Químico pela Universidade Federal de Santa Maria (2013). Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Produção Enxuta (Lean), Business Process Management (BPM), Gerenciamento de Projetos, Logística, Engenharia Econômica, Avaliação de Desempenho Organizacional e Competitividade. Atualmente, é Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Resumo: Na busca da qualidade e melhoria contínua, muitas organizações buscam certificar seus sistemas de gestão conforme a ABNT NBR ISO 9001:2015. No entanto, essa norma não faz prescrições sobre como os requisitos podem ser atingidos, o que implica em potenciais desperdícios na implantação. Assim, este estudo teve por objetivo propor um framework para implantação da norma ABNT NBR ISO 9001:2015, integrando princípios e práticas do Lean Six Sigma. A pesquisa foi subdividida em quatro etapas, onde inicialmente buscou-se explorar a literatura sobre o tema. Após, um levantamento das principais ferramentas Lean Six Sigma foi realizado, para então proceder-se com o cruzamento das ferramentas com os requisitos da norma. Por fim, a proposta foi apresentada e validada por um grupo de especialistas. Espera-se, como resultado, auxiliar gestores e tomadores de decisão a implantar a norma ISO 9001 de maneira efetiva e eficaz, direcionando o trabalho a ser feito e reduzindo os desperdícios.

Palavras-chave: Produção enxuta. Seis Sigma. ABNT NBR ISO 9001.

SYSTEMATIC FOR IMPLEMENTING ABNT NBR ISO 9001 USING LEAN SIX SIGMA PRINCIPLES AND TOOLS

Abstract: In the pursuit of quality and continuous improvement, many organizations seek to certify their management systems according to the ABNT NBR ISO 9001:2015. However, this standard does not prescribe how the requirements can be achieved, which implies in potential wastes in the implementation. Thus, this study aimed to propose a systematic for the implementation of the ABNT NBR ISO 9001:2015 standard, integrating Lean Six Sigma principles and practices. The research was subdivided into four stages, where we initially sought to explore the literature on the subject. Afterwards, we carried a survey for the main Lean Six Sigma tools, to then proceed with the crossing of tools and requirements of the standard. Finally, the proposal was presented and validated by a panel of experts. As a result, we expect to help managers and decision makers to implement the ISO 9001 standard effectively and efficiently, directing the work to be done and reducing waste.

Keywords: Lean. Six Sigma. ABNT NBR ISO 9001.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as empresas buscam ter a capacidade de fornecer produtos que satisfaçam as necessidades de seus clientes de forma a manterem-se competitivas no mercado (Djapic, Popovic & Lukic, 2019). Tendo este como objetivo a ser atingido, acabam por procurar novas estratégias, meios e práticas a fim de alcançá-lo. Nesse sentido, a implantação de sistemas de gestão da qualidade, baseados na norma ABNT NBR ISO 9001 mostra-se de grande relevância para garantir a consistência interna dos processos, agregando qualidade no valor entregue aos clientes (Sá et al., 2020). A ABNT NBR ISO 9001:2015, quando implantada nas organizações, pode trazer dois tipos de benefícios: internos e externos. Os benefícios internos referem-se à redução dos custos, erros, reclamações, e melhoria da qualidade dos produtos e serviços. Já os

externos são o aumento da receita, a melhora do relacionamento com os clientes, melhor reputação e, conseqüentemente, vantagem competitiva (Murmura et al., 2018).

No entanto, para que a empresa implemente a norma ABNT NBR ISO 9001:2015, a mesma acaba enfrentando dificuldade, pois a norma não descreve o que a empresa deve fazer, mas sim requisitos a serem atingidos (Chinvigai et al., 2010). Para contornar isso, a utilização de princípios e práticas do Lean e Six Sigma alinhadas com os requisitos da ABNT NBR ISO 9001:2015 podem servir para o preenchimento dessa lacuna. A abordagem Lean possui como objetivo identificar e eliminar os desperdícios dos sistemas produtivos a fim de tornar os processos mais eficientes e eficazes (Alvarez et al., 2017). Por outro lado, o Six Sigma tem uma abordagem estatística para evidenciar e minimizar as variabilidades e defeitos dos processos, mostrando-se assim de grande utilidade para o atendimento dos requisitos da norma (Antony, Snee & Hoerl, 2017).

Recentemente, a adoção conjunta das abordagens Lean e Six Sigma, conhecida por Lean Six Sigma, tem se expandido para além do horizonte de aplicação em indústrias manufatureiras, na qual ambas foram inicialmente originadas (Raja Sreedharan & Raju, 2016). Ao longo dos anos pode-se perceber a entrada da abordagem em diferentes setores como, por exemplo, indústrias farmacêuticas, healthcare, instituições de ensino, construção civil, entre outros (Singh & Rathi, 2019). Isso decorre dos benefícios que essas abordagens podem preencher quando abordadas juntas, e devido aos seus objetivos disporem de vários pontos em comum, tendo como princípio a procura pela excelência empresarial.

Assim, com base na temática apresentada, esse projeto de pesquisa visa responder a seguinte questão: como planejar a implantação de um sistema de gestão da qualidade baseado na norma ABNT NBR ISO 9001:2015 apoiado por conceitos Lean Six Sigma? O objetivo geral da pesquisa é propor um framework de implantação da norma ABNT NBR ISO 9001:2015, integrando princípios e práticas do Lean Six Sigma para o atendimento dos seus requisitos.

Para fins acadêmicos, esta pesquisa tem um viés teórico que visa contribuir com a linha de estudos que propõem meios para auxiliar a implementação da norma ABNT NBR ISO 9001:2015 e, ao mesmo tempo, promovam a eliminação do desperdício e variabilidade, como pode ser obtido por meio da abordagem Lean Six Sigma (Marques, Guerreiro & Saraiva, 2019). Para a prática, essa pesquisa pretende auxiliar gestores e tomadores de decisão que buscam implantar a norma ABNT NBR ISO 9001:2015 em suas organizações, mas que enfrentam dificuldades em face da ausência de direcionamento sobre como os requisitos podem ser cumpridos de maneira efetiva e eficaz.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LEAN SIX SIGMA

A origem do Lean ocorreu através de inspirações no Sistema Toyota de Produção (STP), em que os pioneiros por trás da sua evolução foram Taiichi Ohno e Shigeo Shingo (Monden, 1993; Yamamoto, Milstead & Lioyd, 2019). Os mesmos começaram a desenvolver as primeiras ideias da metodologia nos anos de 1940, porém, somente nos anos de 1960 houve avanço nos estudos e desenvolvimentos da produção enxuta (Womack et al., 1990). Devido a produtividade ser uma medida que expõem de maneira mais objetiva os desperdícios de recursos, o Sistema Toyota de Produção foi inicialmente fundamentado na produtividade em vez da qualidade (Haque & James-moore, 2004). Apesar de o termo “Lean” ser primeiramente introduzido por John Krafcik (1988), os conceitos somente se tornaram populares com a publicação do livro de Womack, Jones e Roos (1990) (Holweg, 2007; Samuel, Found & Williams, 2015). O Lean tem como princípios meios lógicos, simples e focados para identificar e eliminar os desperdícios, reduzir os custos a fim de tornar a empresa mais competitiva (Alves & Alves, 2015). Também pode ser caracterizado como uma série de etapas as quais as empresas precisam implementar para desenvolver o pensamento enxuto, que, se aplicado corretamente, pode trazer grandes benefícios (Haque & James-moore, 2004).

Já o Six Sigma foi desenvolvido na Motorola, nos anos de 1980 (Chakrabarty & Chuan Tan, 2007; Herrera & van Hillegersberg, 2019). Em 1988 a Motorola recebeu o prêmio Malcolm Baldrige National Quality, desta forma, o Six Sigma passou a ser conhecido como razão de sucesso da empresa (Drohomeretski et al., 2014). Porém, só teve uma maior notoriedade em 1995 através dos trabalhos de Jack Welch - na época CEO da General Eletric, quando implementou e liderou projetos envolvendo a metodologia Six Sigma (Brady & Allen, 2006). O nível de qualidade do Six Sigma é caracterizado por não mais do que 3,4 defeitos por milhão de oportunidades. Assim, o Six Sigma tem por objetivo eliminar a variabilidade dos processos, mensurando as taxas de defeitos em um sistema, tendo como sua estrutura base as ferramentas e técnicas da estatística (Gowen III et al., 2008). Desde a sua fundamentação na Motorola, a metodologia passou a ser adotada em outras grandes empresas, como ABB, Polaroid, Sony, Honda, American Express, Ford, entre outras (Szeto & Tsang, 2005). A metodologia tem como principais ganhos a minimização de erros e recursos, diminuição de erros de qualidade, redução de custos, aumento da eficiência e eficácia dos processos assim como a satisfação do cliente (Andersson et al., 2006).

Assim, muitas empresas buscam realizar a implementação do Lean Manufacturing juntamente com a implantação do Six Sigma a fim de atingir seus objetivos e metas (Karthi, Devadasan & Muruges, 2011a). A integração entre Lean Manufacturing e Six sigma começou a ser discutida em 1986, onde o The George Group – maior companhia de consultoria privada de Lean Six Sigma e especialista em ajudar empresas a melhorar seu desempenho - foram os primeiros a avaliarem as concepções de ambas as ferramentas e começaram a difundir os princípios das ferramentas em uma única concepção (Salah et al., 2010). A junção das duas abordagens tende a trazer vantagens de competitividade, melhora na satisfação do cliente, ganho operacional, além de uma maior quantidade de ferramentas para a utilização nos processos, tornando assim, os processos mais robustos e eficazes (Mustapha et al., 2019; Yadav et al., 2021). Atualmente, a aplicação do Lean Six Sigma tem ganhado espaço em diversos segmentos econômicos além da manufatura, tais como indústrias farmacêuticas, instituições de ensino, construção civil, cadeia de suprimentos, healthcare, logística, financeiras, entre outros (Alkunsol et al., 2019; O'Reilly et al., 2019; Singh & Rathi, 2019; Sunder M., 2016).

Pepper & Spedding (2010) reiteram os benefícios da implantação das duas metodologias - Lean e Six Sigma - juntas. Os autores descrevem que ambas se completam e que há mais benefícios implantando as metodologias juntas, pois as mesmas têm vários objetivos em comum, como, por exemplo, a busca pela elevada satisfação do cliente e a melhoria da qualidade dos produtos, dos processos e do treinamento dos colaboradores. Mustapha, Abu Hasan & Muda (2019) buscaram entender, através de entrevistas com Black Belts e Master Black Belts (denominação hierárquica inspirada no sistema de faixas coloridas das artes marciais para indicar nível de conhecimento e posições de liderança na metodologia Six Sigma), o porquê do sucesso da implementação conjunta das duas metodologias e as estratégias de suas implementações, tendo como principal resultado de pesquisa fatores aos quais os entrevistados consideravam mais importantes, sendo eles: suporte na gestão e comprometimento; cultura de mudança; comunicação; educação e treinamento e sistemas de reconhecimento e recompensa. Flor Vallejo et al. (2020) também procuraram entender quais eram os fatores de maior relevância para se ter uma implantação de Lean Six Sigma de sucesso. A pesquisa se deu através de questionários com funcionários de uma companhia, tendo como principal resultado os fatores: comprometimento da alta gerência, engajamento e liderança, treinamento e conexão entre o negócio e as estratégias. Estes fatores ainda ajudaram os autores a desenvolver um roteiro de implementação de Lean Six Sigma para pequenas e médias empresas.

Apesar disso, alguns autores ainda questionam a utilização dessas metodologias ou encontraram dificuldade e barreiras de implantação para sua implementação (Gaikwad et al.,

2020; Hilton & Sohal, 2012; Snee, 2010; Raval & Kant, 2017). Outros relatam que muitas vezes é difícil encontrar falhas nas implementações de Lean Six Sigma devido muitas publicações e até as próprias empresas não quererem as mostrar, pois procuram geralmente só revelar os casos de sucesso de implantação (Singh & Rathi, 2019). Assim, Dado os fatores que podem afetar a implantação do Lean Six Sigma nas empresas, cabe as mesmas traçar estratégias para que estes elementos não acabem as prejudicando no processo da busca pela eficiência.

2.2 ABNT NBR ISO 9001

A norma ABNT NBR ISO 9001, conhecida mundialmente pelos seus padrões de qualidade, começou a ser desenvolvida em 1979. A British Standard Institution (BSI) adaptou a primeira versão da BS 5750:1979, a qual possuía três níveis de especificações, desde o mais alto nível de especificação até o mais baixo (Hiyassat, 2000; Karthi et al., 2012). Assim, em 1987, a Internacional Organization for Standardization (ISO) divulgou três novas normas que correspondiam ao grupo de normas ISO 9000:1987. Porém, em 2000, as três normas deixaram de ser avaliadas separadamente e se tornaram uma única norma, ISO 9001:2000 (Karthi, Devadasan & Muruges, 2011a). Desde então, a norma ISO 9001 teve duas novas revisões, sendo a mais recente a versão de 2015. A norma contém dez requisitos, separada em sete princípios: foco no cliente; liderança; engajamento de pessoas; abordagem de processo; tomada de decisão baseada em evidências e gestão de relacionamentos (Wilson & Campbell, 2016).

Quando as empresas desejam passar pelo processo de certificação de seus sistemas de gestão de qualidade, necessitam realizar um conjunto de adequações, verificações, e cumprimentos de requisitos determinados na ABNT NBR ISO 9001. Assim, caso estejam de acordo, os órgãos certificadores, por meio de auditorias externas, avaliam se a empresa atende todos os requisitos da norma, para, por fim, certificá-la (Bacoup et al., 2018). Com a certificação, a empresa tem a oportunidade de mostrar-se mais competitiva frente às empresas atuantes no mesmo ramo que ela (Rusjan & Alič, 2010).

Santos & Millán, 2013) reportaram sua busca para entender quais foram as principais motivações e benefícios que organizações certificadas evidenciaram com a implantação da ABNT NBR ISO 9001. O estudo teve resultados favoráveis frente às duas dimensões – motivações e benefícios –, que podem ser citadas como as mais importantes: melhoria da qualidade – garantia da qualidade da empresa; imagem corporativa – melhoria da imagem da empresa; procedimentos – padronização de trabalho; vantagens de marketing; e maior satisfação dos clientes. Por outro lado, Bravi, Murmura & Santos (2019) perceberam que a imagem e reputação é um dos principais benefícios da certificação, seguido por uma maior

consciência de oportunidades corporativas e redução de não conformidades. Já em relação às motivações, a imagem corporativa, seguida pela melhoria interna das organizações e utilização dos padrões como uma ferramenta de marketing foram as principais motivações. Assim, é notável que, mesmo que os estudos tenham sido publicados em anos distintos, as principais motivações e benefícios se mantiveram semelhantes.

Apesar dos benefícios da implantação da ABNT NBR ISO 9001, alguns autores discutem em seus estudos o porquê de as empresas não conseguirem sustentar as adequações da norma. CHIARINI (2019) avaliou os principais fatores que levam ao cancelamento de certificações, onde revelou-se que muitos consumidores não estavam interessados na certificação, além da falta de comprometimento por parte da gerência. Já Simon & Kafel (2018) identificaram como motivos para a não certificação em empresas polonesas problemas com finanças (36,92%), carência de valor agregado (8,46%) e custo de certificação elevado (6,92%). Algumas empresas ainda apontam que a burocracia é um obstáculo (Boiral & Amara, 2009; Sfakianaki & Kakouris, 2020), mesmo que a norma tenha passado por novas revisões, alguns requisitos ainda são generalistas, o que acaba dificultando sua implantação ou não fornecendo as informações necessárias para a empresa verificar se agregará valor a ela com a sua implantação.

2.3 INTEGRAÇÃO ENTRE ABNT NBR ISO 9001 e LEAN SIX SIGMA

Desde que a norma ABNT NBR ISO 9001 foi desenvolvida, em 1987, houve uma série de estudos e práticas que buscaram integrá-la com outras estratégias, tais quais, Total Quality Management (TQM), Six Sigma, 5S, Total Productive Maintenance (TPM), entre outros (Karthi, Devadasan & Murugesh, 2011a). Porém, estes primeiros estudos não integraram a metodologia Lean Six Sigma juntamente com a ABNT NBR ISO 9001, mas sim, as abordagens separadas – Lean ou Six Sigma. Um dos primeiros estudos realçando a integração do Six Sigma com a ABNT NBR ISO 9001 foi o de Pfeifer, Reissiger & Canales (2004), onde os autores trouxeram várias ideias iniciais que contribuíram para os estudos subsequentes. As ideias eram voltadas para a importância do processo documental do negócio e processos de auditorias. Apesar disso, o estudo não conta com nenhum processo de implementação em relação as ferramentas Lean Six Sigma e itens da ABNT NBR ISO 9001. Por outro lado, Marques et al. (2013) puderam corrigir esta lacuna em seu estudo, onde os autores sugeriram 27 diretrizes para a implantação da ABNT NBR ISO 9001 e, em cada diretriz, houve a referência a determinados requisitos da norma, facilitando o processo de implantação da mesma.

O Lean também foi abordado junto com a ABNT NBR ISO 9001. Micklewright (2010) enfatiza a implantação Lean junto a sistemas de gestão da qualidade a fim de proporcionar uma maior lucratividade para a empresa. Já Chiarini (2011) trouxe uma série de ferramentas Lean e seus princípios. O estudo, considerado um dos primeiros guias de implementação, foi baseado em diferentes empresas europeias e procurou entender as ferramentas utilizadas nessas companhias. Assim, a autora pôde fazer diretrizes de implantação utilizando as ferramentas Lean alinhadas aos itens da ABNT NBR ISO 9001. Djapic et al. (2019), assim como Chiarini (2011), trouxeram uma abordagem de associação entre os principais itens da nova versão da norma ABNT NBR ISO 9001:2015 com as possíveis ferramentas Lean.

A abordagem de integração da metodologia – Lean Six Sigma – junto a ABNT NBR ISO 9001 teve uma maior ênfase com a publicação do livro de George (2002). A publicação do livro serviu de impulso para que alguns autores começassem aos poucos a realizar pesquisas referentes às abordagens Lean Six Sigma. Karthi, Devadasan & Muruges, (2011a) foram uns dos primeiros autores que perceberam a relevância que as abordagens tinham juntas, onde buscaram traçar um roteiro para a integração das abordagens – Lean Six Sigma e ABNT NBR ISO 9001, porém, o estudo não contou com nenhuma abordagem prática para verificar a eficácia da proposta. Já no seu estudo subsequente, Karthi, Devadasan & Muruges (2011b) enfatizaram um roteiro chamado “L6QMS-2008”, a fim de implementar a junção do Lean Six Sigma com a norma ABNT NBR ISO 9001:2008. O estudo ainda foi implantado em duas empresas onde pôde se perceber ganhos significativos em termos de redução de perdas e comprometimento da organização. Entretanto, a amostra de implementação deste estudo é muito pequena, visto que foi aplicado somente em duas empresas.

Já com a nova revisão da ABNT NBR ISO 9001:2015, Marques et al. (2016) trouxeram um dos primeiros estudos em que foram unidas as duas abordagens – Lean Six Sigma com a nova revisão da ABNT NBR ISO 9001:2015. Os autores utilizaram um sistema – Annex SL – para averiguar as similaridades entre os requisitos da norma com as atividades presentes na abordagem Lean Six Sigma. Porém, o estudo não demonstra qualquer similaridade entre as ferramentas Lean Six Sigma para com a norma. Para preencher esta lacuna, Marques et al. (2019) utilizaram a mesma abordagem de Marques et al. (2016), porém uniram a cada requisito da norma possíveis ferramentas Lean Six Sigma que pudessem ajudar no cumprimento do requisito.

Veena e Prabhushankar (2019) em seu primeiro estudo revelaram a existência de lacunas nas diferentes abordagens Lean Manufacturing, Six Sigma e ABNT NBR ISO 9001. Estas lacunas podem se tornar aliadas para pesquisas futuras que buscam criar um modelo que

integre as ferramentas. Veena e Prabhushankar (2020), em seu estudo mais recente, trouxeram um roteiro (LSSQMS-15) separado em cinco passos para que as empresas pudessem integrar as diferentes abordagens. Entretanto, o estudo se absteve de abordagem prática para evidenciar se o roteiro seria adequado ou não para as empresas que buscam ou que já detêm a certificação. Sá et al. (2020) demonstraram, em seu estudo de caráter prático, que, ao aplicar as ferramentas Lean Six Sigma as organizações podem evidenciar ganhos, tais quais, melhora na resolução dos problemas, redução de perda, melhora na comunicação interna, incremento na produtividade, porém, as organizações sentem algumas dificuldades ao implementar as abordagens, sendo as principais: falta de tempo para implementação, necessidade de treinamento e pouco comprometimento dos colaboradores.

Assim como citado anteriormente, vários estudos apresentam um abundante caráter teórico, porém, muitas destas pesquisas ainda apresentam limitações no quesito de aprofundamento de pesquisa. Além disso, segundo Fonseca & Domingues (2018), existe uma oferta escassa de trabalhos que abordam a integração das ferramentas Lean Six Sigma necessárias para cumprir cada requisito da ABNT NBR ISO 9001.

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa é de natureza aplicada, visto que irá buscar entender meios que possam auxiliar as empresas que objetivam realizar a certificação ABNT NBR ISO 9001 de forma prática e eficaz, em um contexto atual. Segundo Zanella (2013), a pesquisa de natureza aplicada tem por finalidade a procura pelas soluções dos problemas humanos a fim de entender os passos para a sua resolução.

Esta pesquisa é de abordagem qualitativa, devido seu problema de pesquisa ser a busca de dados que possam ser estimados a fim de descobrir conceitos e relações entre as informações e organizá-las para um caráter investigativo com a intenção de satisfazer o propósito da pesquisa frente a utilização de abordagens Lean Six Sigma. Segundo Mishra e Alok (2017), este tipo de pesquisa tem como foco a procura por dados não numéricos a fim de atingir o objetivo do estudo.

A pesquisa ainda conta com objetivo de caráter exploratório. Segundo Gil (2010), a pesquisa que tem por objetivos exploratórios busca ampliar a compreensão sobre um determinado tema, podendo ocorrer a sugestão de hipóteses ao seu término. Quanto aos procedimentos, a pesquisa classifica-se como estudo de caso; devido objetivar a procura,

análise, e resolução das problemáticas (Dul & Hak, 2008). E pesquisa bibliográfica, devido grande parte do estudo se basear em trabalhos já realizados para a verificação e validações do framework proposto.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

A realização desta pesquisa se deu pelo desenvolvimento de quatro etapas sequenciais, quais sejam: (i) estabelecer o referencial teórico; (ii) identificar as ferramentas Lean Six Sigma; (iii) cruzar as abordagens Lean Six Sigma e ABNT NBR ISO 9001; e (iv) propor e validar o framework.

A primeira etapa desta pesquisa consistiu em estabelecer o referencial bibliográfico. Segundo Sampieri, Collado & Lucio (2013), o referencial bibliográfico tem por objetivo detectar, obter e consultar pesquisas de assuntos que possam ser úteis para o estudo, de forma a extrair as informações pertinentes para a construção do conhecimento. Para tanto, essa etapa foi executada por meio de pesquisas nas bases de dados Science Direct, Emerald Insight, SpringerLink, Taylor & Francis Online e Google Acadêmico. As palavras-chaves utilizadas para essa etapa foram: Lean; Lean Manufacturing; Six Sigma; Lean Six Sigma; ABNT NBR ISO 9001; ABNT NBR ISO 9001:2015; e ISO 9001. A ordem de priorização foi apoiada por artigos publicados a partir de 2015, devido à última revisão da norma datar de 2015. Porém, como houve uma oferta limitada de materiais, realizou-se a procura em anos anteriores. O referencial bibliográfico serviu como aliado ao levantamento de informações, características, vantagens e desvantagens das ferramentas e aplicações existentes.

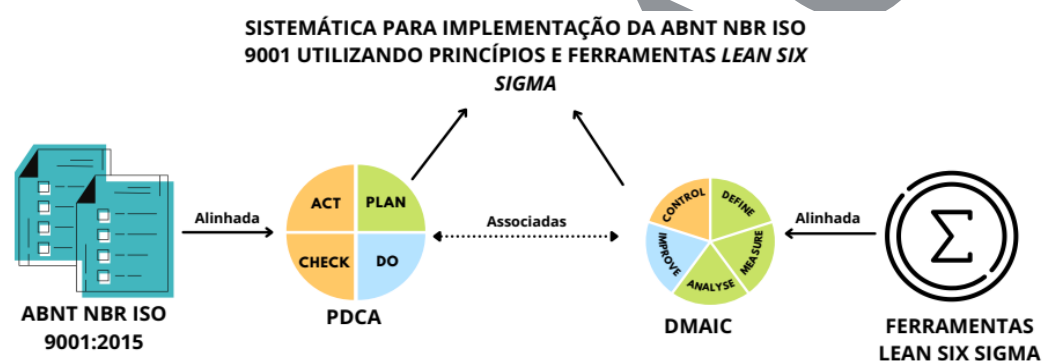
Por conseguinte, na segunda etapa pretendeu-se identificar as diferentes ferramentas Lean Six Sigma existentes na literatura e as maneiras que elas podem ser utilizadas. Esta foi uma das etapas cruciais na pesquisa, na qual a busca das ferramentas se deu por meio de bases de dados consolidadas e livros; podendo, assim, classificá-las pelo número de citações em cada estudo. Assim, para etapa subsequente, só seriam utilizadas as ferramentas que tivessem duas citações ou mais. A segunda etapa ainda auxiliou em um entendimento generalista da aplicação das ferramentas Lean Six Sigma.

Já a terceira etapa consistiu no cruzamento das ferramentas Lean Six Sigma com os requisitos da ABNT NBR ISO 9001:2015. Esta etapa tem como caráter o método hipotético-dedutivo. Segundo Marconi & Lakatos (2021), esse método se orienta pela procura de lacunas que existem no conhecimento sobre determinado assunto, formula hipóteses e, através do processo dedutivo, experimenta e verifica as hipóteses estabelecidas. Para o cumprimento desta etapa e, para a melhor escolha das ferramentas, a utilização dos ciclos PDCA (Plan-Do-Check-

Act) e DMAIC (Define-Measure-Analyse-Improve-Control) tornaram-se aliados para a pesquisa. A escolha destas abordagens se deu visto que as duas já estão alinhadas entre si – por exemplo, o ciclo Plan é equivalente ao Define, Measure e Analyse. A ABNT NBR ISO 9001:2015 está ordenada pelo ciclo PDCA e as ferramentas Lean Six Sigma, segundo a literatura, estão alinhadas ao ciclo do DMAIC. Desta forma, o cruzamento entre ferramentas Lean Six Sigma – segundo DMAIC - e a ABNT NBR ISO 9001:2015 – segundo PDCA - pode ocorrer de maneira eficaz, pois houve um afinamento no qual foi somente considerado as ferramentas que pertenciam as etapas dos ciclos. Abaixo, na Figura 1, buscou-se ilustrar a terceira etapa do estudo.

Figura 1

Ilustração da terceira etapa da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após ser realizado o cruzamento da ABNT NBR ISO 9001:2015 com as ferramentas do Lean Six Sigma, obteve-se um relatório de ferramentas que poderiam ajudar no cumprimento do contexto. Desta forma, a quarta e última etapa conduziu-se através da abordagem de grupos focais, no qual foi levado à proposição inicial de cruzamento para ser discutida e validada. Para isso, foram convidados especialistas que detêm conhecimento sobre a norma ABNT NBR ISO 9001 e a abordagem Lean Six Sigma. A finalidade desta etapa é buscar discussões e interações entre os especialistas e reunir informações detalhadas sobre a percepção do grupo referente a pertinência dos cruzamentos das ferramentas e contexto.

4 RESULTADOS

4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS FERRAMENTAS LEAN SIX SIGMA

Para a identificação das ferramentas Lean Six Sigma foi levado em consideração trabalhos ontext na ontext re, que, de alguma forma, referenciavam as ferramentas Lean Six Sigma e seu ontext de implementação. A ontext se deu através das bases de dados ResearchGate, Emerald Insight, Taylor & Francis Online e Inderscience Publishers. Para alcançar os objetivos propostos pelo estudo e identificar uma quantidade ideal de ferramentas Lean Six Sigma, foram consultados treze trabalhos, dentre eles quatro livros e nove ontext. Cada trabalho utilizado no estudo, citou ferramentas do Lean Six Sigma, as quais foram elencadas em um ontext para a melhor organização e, por seguinte, análise. Ao final disso, obteve-se o ontext apresentado no Apêndice A, com todos os estudos lidos e as ferramentas que cada estudo citou. Desta forma, a primeira etapa do estudo baseou-se nos trabalhos de: Sá et al. (2020a), Djapic, Popovic & Lukic (2019), Chivigai (2010), Ismyrlis & Moschidis (2013), Uluskan (2016), Anand & Kodali (2010), Basu (2009), George et al. (2004), Sá et al. (2020b), Tague (2005), Marques, Guerreiro & Saraiva (2019), Veena & Prabhushankar (2019) e Staudter et al. (2008).

O levantamento inicial de ferramentas Lean Six Sigma foi de 287. Devido ao grande número de ferramentas, e a fim de unificar algumas abordagens para poder elencar as ferramentas mais usuais para a sequência do estudo, as mesmas foram separadas pelo número de vezes que foram citadas em cada trabalho. Assim, na sequência do estudo, foram utilizadas as ferramentas Lean Six Sigma que possuíram cerca de 2 ou mais citações nos 13 trabalhos. A partir disso, restaram 70 ferramentas, que foram essenciais para as próximas etapas do estudo. No Apêndice B buscou-se trazer as ferramentas Lean Six Sigma, número de citações, e número de ferramentas a partir de cada citação.

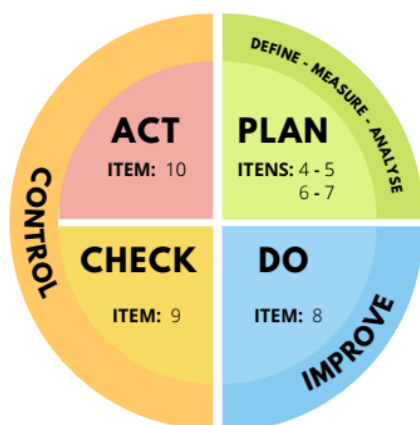
4.2 CRUZAMENTO DAS ABORDAGENS

Em relação à separação das ferramentas juntamente aos ontext re da norma, foi necessário, primeiramente, descobrir qual era o ontext da implementação das ferramentas Lean Six Sigma. Algumas ferramentas possuem um caráter voltado para a ação, outras de planejamento e esta distinção foi importante, visto que a norma segue um padrão da construção da “ ontext do todo”. Segundo Djapic, Popovic & Lukic (2019) e SÁ et al., (2020b), a norma também pode ser organizada pelo ciclo PDCA e, conseqüentemente, devido ao PDCA estar associado ao DMAIC, pode ser separada pelo ciclo DMAIC; que para este estudo é de extrema

importância, pois assim pôde-se realizar o cruzamento a partir dos ciclos. Abaixo, na Figura 2, demonstra-se os ciclos e os itens da norma que se encaixam com cada uma das etapas do ciclo das ferramentas.

Figura 2

Ilustração dos itens da ABNT NBR ISO 9001 separados pelo ciclo PDCA/DMAIC



Fonte: Autor – baseado em (Sá *et al.*, 2020a).

Com o entendimento da caracterização da ABNT NBR ISO 9001:2015 frente ao ciclo PDCA (consequentemente ao DMAIC), foi realizado o mesmo processo, porém com as ferramentas Lean Six Sigma; visto que cada ferramenta tem uma finalidade diferente e, no contexto pesquisado no estudo, estão associadas ao DMAIC. Desta forma, buscou-se entender um pouco sobre cada ferramenta e seu contexto de implantação, para que o posicionamento do mesmo frente aos ciclos do DMAIC ocorresse de maneira eficaz. Como já mencionado, o ciclo PDCA e DMAIC estão alinhados entre si, desta forma, se uma ferramenta se encaixa no Define ou Measure ou Analyse, consequentemente se encaixa com a fase Plan do PDCA; e assim suscetivelmente, conseguindo-se assim realizar as devidas distinções para as análises. Se antes havia 70 ferramentas que poderiam ser alocadas no item 4, por exemplo, com esta distinção e entendimento do contexto da ferramenta separada por ciclo, pode-se ter um número menor de ferramentas, facilitando a análise do estudo.

Os trabalhos de Uluskan (2016), Ismyrlis & Moschidis (2013) e Basu (2004) foram importantes nesta etapa. Estes trabalhos além de demonstrarem um contexto sobre as ferramentas, as caracterizaram frente ao ciclo DMAIC. Abaixo traz-se uma imagem – Figura 3 – para fins ilustrativos de como a etapa ocorreu. Em cada etapa do PDCA (plan-do-check-act)

apresenta-se uma série de ferramentas que, sendo relacionada aos três trabalhos referenciados acima, se encaixam com a determinada etapa dos ciclos.

Figura 3

Ferramentas Lean Six Sigma separada pelos Ciclos PDCA e DMAIC

<p style="text-align: center;">ACT CONTROL</p> <p>CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS - CEP FMEA - ANÁLISE DE MODOS E EFEITOS DE FALHA POKA YOKE DOE - DESIGN OF EXPERIMENTS 8D - RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS KAIKAKU ANÁLISE DA CAUSA RAIZ DMAIC RELATÓRIO A3 GEMBA PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO 5S DIAGRAMA DE GANTT CRITICAL TO QUALITY VOZ DO CLIENTE CONTROLE VISUAL PROJETO DE DOCUMENTAÇÃO</p>	<p style="text-align: center;">PLAN DEFINE E MEASURE E ANALYSE</p> <p>CONTROLE VISUAL 5W2H 8D RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS 5 PORQUÊS QFD KATA METHOD ONE PIECE FLOW KAMISHIBAI SIMULAÇÃO ANÁLISE DE CUSTO E RISCO MATRIZ DE ANÁLISE DE DADOS MÉTRICAS LEAN SIX SIGMA MAPAS E FLUXOS DE PROCESSOS KANO MODEL BALANCED SCORECARD PESTEL HOSHIN KANRI OBEYA ROOM LIÇÃO DE UM PONTO JIDOKA ANÁLISE DA CAUSA RAIZ ANÁLISE DE CAMPO DE FORÇAS BRAINSTORMING DIAGRAMA DE REDE MATRIX DIAGRAM DIAGRAMA DE ISHIKAWA GESTÃO DE ROTINA CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS - CEP RELATÓRIO A3 PLANO DE COLETA DE DADOS MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO FMEA GEMBA DMEDI PLANOS DE COMUNICAÇÃO PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO CRITICAL TO QUALITY BENCHMARKING DIAGRAMA DE ÁRVORE PDCA MFV - MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR VOZ DO CLIENTE MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL DIAGRAMA DE GANTT 5S POKA YOKE DIAGRAMA DE AFINIDADES TÉCNICA DE VOTAÇÃO MÚLTIPLA GRÁFICOS SIPOC DOE - DESIGN OF EXPERIMENTS MATRIZ DE TREINAMENTO E HABILIDADES DIAGRAMA DE ESPAGUETE SWOT.</p>
<p style="text-align: center;">CHECK CONTROL</p> <p>CONTROLE VISUAL KAMISHIBAI BALANCED SCORECARD OBEYA ROOM LIÇÃO DE UM PONTO JIDOKA MATRIZ DIAGRAM GESTÃO DA ROTINA GESTÃO DO TIME CRITICAL TO QUALITY DIAGRAMA DE GANTT 5S MÉTRICAS LEAN SIX SIGMA ANDON BOARD CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS - CEP FMEA - ANÁLISE DE MODOS E EFEITOS DE FALHA POKA YOKE DOE - DESIGN OF EXPERIMENTS</p>	<p style="text-align: center;">DO IMPROVE</p> <p>CONTROLE VISUAL ONE PIECE FLOW MILK RUN KAIKAKU ANÁLISE DE CUSTO E RISCO SIMULAÇÃO MÉTRICAS SIX SIGMA MIND MAP ANÁLISE DA CAUSA RAIZ JIDOKA MATRIZ DE ANÁLISE DE DADOS MATRIZ DE PUGH DISGRAMA DE ISHIKAWA GESTÃO DE ROTINA TESTE PILOTO DIAGRAMA DE RELAÇÕES RELATÓRIO A3 PLANO DE COLETA DE DADOS MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS - CEP GEMBA PLANOS DE COMUNICAÇÃO PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO SMED - SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE BRAINSTORMING CRITICAL TO QUALITY BENCHMARKING QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL DIAGRAMA DE GANTT 5S POKA YOKE TÉCNICA DE VOTAÇÃO MÚLTIPLA GRÁFICOS MFV - MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR SIPOC DOE - DESIGN OF EXPERIMENTS KANBAN GRÁFICO DE PROGRAMA DE DECISÃO DE PROCESSO FMEA - ANÁLISE DE MODOS DE EFEITOS DE FALHA.</p>

Fonte: Elaborada pelo autor adaptada de Uluskan (2016), Ismyrlis & Moschidis (2013) e Basu (2004).

Dispondo da ABNT NBR ISO 9001 e ferramentas Lean Six Sigma separadas pelo ciclo PDCA/DMAIC, pode-se cruzar os requisitos da norma, juntamente as ferramentas. Para isso, uma análise prévia foi realizada pelo autor do trabalho, na qual procurou-se verificar, em profundidade, a essência do requisito (o que ele quer dizer), propósito que ele pretende atingir, para assim, alocar as melhores ferramentas para o cumprimento do requisito.

Com um consolidado entendimento sobre requisitos e ferramentas, pode-se realizar a alocação das ferramentas que mais se adequavam ao requisito. O processo de alocação se deu em duas etapas, uma realizada pelo autor e outra realizada pelo autor e orientador, afim de afinilar e discutir às proposições. Ao final da verificação, percebeu-se que, algumas ferramentas como: Design of Experiments (DOE), Técnica da Votação Múltipla, Diagrama de Espaguete, One Piece Flow (OPF), Análise de Custos e Risco, Milk Run e Single Minute Exchange of Die (SMED), presentes no conjunto de 70 ferramentas, acabaram por não ser utilizadas para o cumprimento de algum requisito. Assim, apesar da ferramenta ser citada inúmeras vezes nos trabalhos lidos, o contexto dela não se encaixa com algum requisito da

norma, não contribuindo com algum resultado adicional para este estudo, bem como ferramentas que antes não foram evidenciadas na literatura, por terem um contexto de implantação voltado para outras metodologias, acabaram sendo acrescentadas ao estudo, sendo elas: Estrutura Analítica de Projetos (EAP), Canvas, Henkaten e Yokoten.

Assim, com isso finalizado, pode-se ter a proposição inicial – ferramentas e requisitos – para que pudesse ser validada pelos especialistas na etapa seguinte.

4.3 PROPOSIÇÃO E VALIDAÇÃO DO FRAMEWORK

Com a etapa anterior finalizada, pode-se iniciar a busca por especialistas que pudessem contribuir para com a pesquisa. Desta forma, procurou-se por especialistas na mídia social LinkedIn, filtrando por assuntos como: Lean Six Sigma e ABNT NBR ISO 9001. Foram selecionados 12 especialistas, das mais diferentes formações/especialidades; alguns auditores da ABNT NBR ISO 9001. Assim, encaminhou-se aos especialistas convites formais por e-mail, direct do LinkedIn e Whatsapp buscando explicar aos mesmos a finalidade do estudo e verificar a disponibilidade para a participação no grupo focal. Após a confirmação da participação dos especialistas, foi enviado mais informações através do e-mail; no qual havia um link para um formulário. Este formulário, teve o intuito de verificar o conhecimento dos especialistas frente as ferramentas já descritas anteriormente. Desta forma, o especialista poderia escolher de um a cinco qual era o conhecimento dele frente aquela determinada ferramenta, na qual 1 (um) se caracterizava como nenhum entendimento e 5 (cinco), muito entendimento. Em posse dos resultados deste formulário, pôde-se realizar um folheto com todas as ferramentas utilizadas no estudo disponibilizado no dia do grupo focal. As ferramentas que tiveram pontuações menores ou iguais a 3 no formulário, independentemente se somente um especialista não compreendia aquela ferramenta, foi alocada ao manual com um pequeno texto explicativo a nível de ajudar no momento da reunião.

A reunião do grupo focal teve a presença dos 4 especialistas, os quais as formações e especialidades estão descritas no Quadro 1 a seguir:

Quadro 1

Perfil dos especialistas participantes do grupo focal

Especialista	Formação	Especialidades
Especialista 1	- Graduação em Engenharia Química	- Certificação Green Belt Lean Six Sigma; - Auditor interno ABNT NBR ISO 14001:2015; - Lead Auditor QMS ISO 9001:2015 CQI IRCA.
Especialista 2	- Graduação em Gestão da Qualidade; - Pós-graduação em Engenharia de Produção	- Experiência industrial em equipes multifuncionais, compostas por analistas, metrologistas e inspetores - Mais de 20 anos de experiência na área qualidade em pequenas e médias empresas; - Condução de auditorias externas com os órgãos certificadores; - Elaboração e mapeamento de processos através das ferramentas lean; - Participação da certificação, manutenção e implantação da ANBT NBR ISO 9001.
Especialista 3	- Graduação em Engenharia de Produção; - Doutorando em Design de serviços	- Diretor de escritório de processos; - Prática na aplicação da Gestão de processos; - Trabalha diretamente com mapeamento de processos segundo a abordagem BPM.
Especialista 4	- Graduação em Engenharia Operacional Mecânico - Graduação em Ciências Contábeis - Doutorado em Engenharia Agrícola	- Experiência de ensino em instituições de educação; - Conhecimento nas abordagens Lean Six Sigma. Possui certificação White belt Lean Six Sigma; - Participação de implantação de programas da qualidade;

Fonte: Elaborado pelo autor.

O grupo focal ocorreu em um sábado, para facilitar o acesso de mais especialistas, tendo 2 horas e 30 minutos de duração total. O grupo focal iniciou com uma breve apresentação do autor e, posteriormente, os motivos pelos quais a pesquisa é relevante. Após isso, houve a apresentação do orientador e, junto a isso, instruções para o grupo focal. Ainda, foram apresentadas todas as etapas deste estudo até aquele momento, para que os especialistas estivessem cientes do nível de aprofundamento do estudo.

A reunião foi conduzida de forma que o autor apresentava os requisitos da norma juntamente com as ferramentas que foram previamente alocadas. Após isso, iniciava-se a discussão entre os especialistas para verificar se, na percepção deles, aquelas ferramentas realmente ajudariam no cumprimento do requisito. Como cada requisito tem uma complexidade diferente entre ou demais, ocorreu que em alguns requisitos houve uma maior discussão e outros um menor tempo empregado. Durante o grupo focal, foi instigado aos especialistas que as

ferramentas que foram alocadas para cada requisito poderiam ser removidas, e outras poderiam ser acrescentadas. Desta forma, ao final do grupo focal, teve-se, como principal saída, uma planilha com as ferramentas Lean Six Sigma. Nesta planilha, algumas ferramentas da proposição inicial feita pelo autor se mantiveram, algumas ferramentas foram retiradas de determinados requisitos, pois, na opinião dos especialistas, não ajudariam no cumprimento de determinados requisitos, bem como algumas ferramentas foram acrescentadas a nível de ajudar no cumprimento do mesmo. A nível de classificação, na proposição inicial haviam sido consideradas em todos os requisitos 198 ferramentas; através do grupo focal, foram acrescentadas 77 ferramentas e retiradas 44 ferramentas nos diferentes requisitos.

Vale frisar que, ferramentas como Brainstorming, Benchmarking e Checklist/Folha de verificação, não foram considerados em nenhum requisito. Estas ferramentas fazem parte do conjunto utilizado, mas elas acabam por se adequar a qualquer requisito. Desta forma, optou-se por mantê-las no escopo, porém, não as alocar em nenhum requisito/ferramenta. No Apêndice C buscou-se trazer o framework com os requisitos e ferramentas finais após o grupo focal.

5 DISCUSSÃO

Existe na literatura muitos trabalhos que referenciam a norma ABNT NBR ISO 9001 e os conceitos Lean Six Sigma. Porém, não há estudos que utilizaram todas as mesmas etapas desta pesquisa. Djapic, Popovic & Lukic (2019), em sua pesquisa, buscaram cruzar as ferramentas Lean, a ABNT NBR ISO 9001:2015, e o ciclo PDCA; todos estes para contribuir com a construção de um sistema de gestão da qualidade. Já Marques, Guerreiro & Saraiva (2019) buscaram identificar fatores que ajudassem os gestores na implantação da ABNT NBR ISO 9001:2015, utilizando as ferramentas Lean Six Sigma. Desta forma, os autores separaram cada requisito da norma em etapas de projetos, sendo elas: Projeto de Identificação; Projeto de Seleção; Projeto de Planejamento, Execução e Compreensão e, Pós-projeto, unindo as etapas de projeto aos requisitos e ferramentas. Ambas as pesquisas, além de não terem muitas ferramentas para o cumprimento do requisito, não fizeram uma verificação da abordagem proposta, desta forma, é insuficiente afirmar que as ferramentas alocadas para cada requisito são capazes de suprir o que é realmente necessário.

O estudo de SÁ et al. (2020a) teve como finalidade investigar quais as ferramentas mais utilizadas dentro das empresas, para assim, validar a proposta de ferramentas vs requisito. Apesar do estudo ter um contexto prático onde identificou casos reais para a validação, os

autores indicaram várias ferramentas para o cumprimento de um único requisito, dificultando o direcionamento para as empresas que se baseiam no estudo para a aplicação das abordagens.

Desta forma, a presente pesquisa tem um destaque perante a sua revisão na literatura para a busca das ferramentas Lean Six Sigma mais citadas a fim de usá-las no cumprimento dos requisitos da ABNT NBR ISO 9001:2015. Diferentes dos estudos citados, este estudo ainda contou com uma validação do framework por especialistas da área; auditores e professores, que puderam auxiliar através dos seus conhecimentos, experiências e vivências.

6 CONCLUSÃO

Levando em consideração que, atualmente os clientes estão mais exigentes, é necessário que os produtos atendam altos padrões de qualidade para satisfazer grande parte do público-alvo. Desta forma, a implantação da ABNT NBR ISO 9001 tem se tornado uma grande aliada para as organizações, no entanto, para que a empresa implemente a norma ABNT NBR ISO 9001:2015, a mesma acaba enfrentando dificuldades, pois a norma não descreve o que a empresa deve fazer, mas sim requisitos a serem atingidos. Para contornar isso, o presente estudo buscou identificar a implantação de um sistema de gestão da qualidade baseado na ABNT NBR ISO 9001:2015 apoiado pelos conceitos do Lean Six Sigma.

Para a realização desta pesquisa foi necessária uma revisão na literatura a fim de buscar um entendimento sobre os conceitos Lean Six Sigma unificados aos padrões de qualidade – ABNT NBR ISO 9001. A partir disso, de um consolidado conhecimento sobre as abordagens, pôde-se cruzar a norma ABNT NBR ISO 9001 juntamente as ferramentas Lean Six Sigma, tendo em vista que cada requisito é único e tem uma finalidade diferente aos demais. Para a validação da pesquisa foi realizado um grupo focal com especialistas experientes a nível de verificação da abordagem proposta.

Em conclusão, este estudo conseguiu demonstrar a aplicabilidade dos conceitos da Lean Six Sigma em busca de atendimento dos requisitos da norma ABNT NBR ISO 9001, além de validar o framework junto a especialistas da área. Vale ressaltar que, com a validação teórica proposta pelo estudo, há indícios de que este trabalho, principalmente a parte teórica, é passível de ser aplicada em qualquer organização.

Tendo em vista que a pesquisa teve uma ênfase maior na parte teórica, não houve a aplicação prática das ferramentas Lean Six Sigma levantadas no estudo. Isso se deu devido o curto período de tempo para a pesquisa, bem como as restrições impostas pela pandemia da SARS-CoV-2. Para futuros estudos é necessária a implantação das ferramentas junto as

empresas, buscando testar o framework proposto em um contexto prático onde possa ser levantado informações para a retroalimentação do estudo.

REFERÊNCIAS

- Alkunsol, W. H., Sharabati, A.-A. A., AlSalhi, N. A., & El-Tamimi, H. S. (2019). Lean Six Sigma effect on Jordanian pharmaceutical industry's performance. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(1), 23–43. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-01-2017-0003>
- Alvarez, K., Aldas, D., & Reyes, J. (2017). Towards Lean Manufacturing from Theory of Constraints: A Case Study in Footwear Industry. 2017 International Conference on Industrial Engineering, Management Science and Application (ICIMSA), 1–8. <https://doi.org/10.1109/ICIMSA.2017.7985615>
- Alves, J. R. X., & Alves, J. M. (2015). Production management model integrating the principles of lean manufacturing and sustainability supported by the cultural transformation of a company. *International Journal of Production Research*, 53(17), 5320–5333. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1033032>
- Anand, G., & Kodali, R. Development of a framework for implementation of lean manufacturing systems. *International Journal of Management Practice*, v. 4, n. 1, p. 95–116, 2010. https://www.researchgate.net/publication/247834073_Development_of_a_framework_for_implementation_of_lean_manufacturing_systems
- Andersson, R., Eriksson, H., & Torstensson, H. (2006). Similarities and differences between TQM, six sigma and lean. *The TQM Magazine*, 18(3), 282–296.

<https://doi.org/10.1108/09544780610660004>

Antony, J., & Desai, D. A. Assessing the status of six sigma implementation in the Indian industry: Results from an exploratory empirical study. *Management Research News*, v. 32, n. 5, p. 413–423, 2009.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01409170910952921/full/html>

Bacoup, P., Michel, C., Habchi, G., & Pralus, M. (2018). From a Quality Management System (QMS) to a Lean Quality Management System (LQMS). *The TQM Journal*, 30(1), 20–42. <https://doi.org/10.1108/TQM-06-2016-0053>

Basu, R. *Implementing Six Sigma and Lean: A Practical Guide to Tools and Techniques*. Amsterdam: Elsevier, 2009.

Boiral, O., & Amara, N. (2009). Paradoxes of ISO 9000 Performance: A Configurational Approach. *Quality Management Journal*, 16(3), 36–60.

<https://doi.org/10.1080/10686967.2009.11918240>

Brady, J. E., & Allen, T. T. (2006). Six Sigma Literature: A Review and Agenda for Future Research. *Quality and Reliability Engineering International*, 22(3), 335–367.

<https://doi.org/10.1002/qre.769>

Bravi, L., Murmura, F., & Santos, G. (2019). The ISO 9001:2015 Quality Management System Standard: Companies' Drivers, Benefits and Barriers to Its Implementation.

Quality Innovation Prosperity, 23(2), 64. <https://doi.org/10.12776/qip.v23i2.1277>

Chakrabarty, A., & Chuan Tan, K. (2007). The current state of six sigma application in services. *Managing Service Quality: An International Journal*, 17(2), 194–208.

<https://doi.org/10.1108/09604520710735191>

Chiarini, A. Integrating lean thinking into ISO 9001: a first guideline. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 2, n. 2, p. 96–117, 31 maio 2011.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/20401461111135000/full/html>

Chiarini, A. (2019). Why are manufacturing SMEs cancelling their ISO 9001 certification? Research from Italy. *Production Planning & Control*, 30(8), 639–649.

<https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1566840>

Chinvigai, C., Dafaoui, E., & El Mhamedi, A. Iso 9001: 2000/2008 and Lean-Six Sigma Integration Toward To Cmmi-Dev for Performance Process Improvement. 8th International Conference of Modeling and Simulation, Mosim'10 - May 10-12, Hammamet, p. 3-9, 2010.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.167.1808&rep=rep1&type=pdf>

Simon, A., & Kafel, P. (2018). Reasons for Decer-tification of Iso 9001. An Empirical Study. *Innovar*, 28(70), 69–80. <https://doi.org/10.15446/innovar.v28n70.74>

Djapic, M., Popovic, P., & Lukic, L. (2019). Lean Business Practice as Support to QMS

Implementation in According to ISO 9001:2015. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 682(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/682/1/012017>

Drohomeretski, E., Gouvea da Costa, S. E., Pinheiro de Lima, E., & Garbuio, P. A. D. R.

(2014). Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: an analysis based on operations strategy. *International Journal of Production Research*, 52(3), 804–824.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2013.842015>

Dul, J.; Hak, T. *Case Study Methodology in Business Research*. 1 ed. Oxford: Elsevier, 2008.

329 p.

Flor Vallejo, V., Antony, J., Douglas, J. A., Alexander, P., & Sony, M. (2020). Development of a roadmap for Lean Six Sigma implementation and sustainability in a Scottish packing company. *The TQM Journal*, 32(6), 1263–1284.

<https://doi.org/10.1108/TQM-02-2020-0036>

Fonseca, L. M., & Domingues, J. P. (2018). The best of both worlds? Use of Kaizen and other continuous improvement methodologies within Portuguese ISO 9001 certified organizations. *The TQM Journal*, 30(4), 321–334. [https://doi.org/10.1108/TQM-12-](https://doi.org/10.1108/TQM-12-2017-0173)

[2017-0173](https://doi.org/10.1108/TQM-12-2017-0173)

Gaikwad, S. K. et al. Analyzing barriers and strategies for implementing Lean Six Sigma in the context of Indian SMEs. *Benchmarking*, v. 27, n. 8, p. 2365–2399, 2020.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BIJ-11-2019-0484/full/html>

George, M. L. *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality With Lean Speed*. New York:

McGraw-Hill, 2002.

George, M. L. et al. The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to 70 Tools for Improving Quality and Speed. McGraw Hill Professional, 2004.

Gil, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 176 p.

Gowen III, C. R., Stock, G. N., & Mcfadden, K. L. (2008). Simultaneous implementation of Six Sigma and knowledge management in hospitals. *International Journal of Production Research*, 46(23), 6781–6795.

<https://doi.org/10.1080/00207540802496162>

Haque, B., & James-moore, M. (2004). Applying lean thinking to new product introduction. *Journal of Engineering Design*, 15(1), 1–31.

<https://doi.org/10.1080/0954482031000150125>

Herrera, M., & van Hillegersberg, J. (2019). Using Metamodeling to Represent Lean Six Sigma for IT Service Improvement. 2019 IEEE 21st Conference on Business Informatics (CBI), 1(1), 241–248. <https://doi.org/10.1109/CBI.2019.00034>

Hilton, R. J., & Sohal, A. A conceptual model for the successful deployment of Lean Six Sigma. *International Journal of Quality and Reliability Management*, v. 29, n. 1, p. 54–70, 2012.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02656711211190873/full/html>

Hiyassat, M. A. S. (2000). Applying the ISO standards to a construction company: a case study. *International Journal of Project Management*, 18(4), 275–280.

[https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(99\)00051-4](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(99)00051-4)

Holweg, M. The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, v. 25, n. 2, p. 420–437, mar. 2007 <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>

Ismyrilis, V., & Moschidis, O. (2013). Six Sigma's critical success factors and toolbox. *International Journal of Lean Six Sigma*, 4(2), 108–117.
<https://doi.org/10.1108/20401461311319310>

Karthi, S., Devadasan, S. R., & Muruges, R. (2011a). Lean Six Sigma through ISO 9001 standard-based quality management system: an investigation for research. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 8(2), 180.
<https://doi.org/10.1504/IJPQM.2011.041845>

Karthi, S., Devadasan, S. R., & Muruges, R. Integration of Lean Six-Sigma with ISO 9001:2008 standard. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 2, n. 4, p. 309–331, 22 nov. 2011b.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/20401461111189416/full/html>

Karthi, S., Devadasan, S. R., Muruges, R., Sreenivasa, C. G., & Sivaram, N. M. (2012). Global views on integrating Six Sigma and ISO 9001 certification. *Total Quality Management & Business Excellence*, 23(3–4), 237–262.
<https://doi.org/10.1080/14783363.2011.637803>

Marconi, M. A. & Lakatos, E. M. *Fundamentos de metodologia científica*. 9. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2021. cap 4.

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597026580/cfi/6/28!/4/102/6/2>

@0:7.1

Marques, P. A., Guerreiro, F. F., & Saraiva, P. M. (2019). Lean Six Sigma methods and tools in ISO 9001:2015 management systems. *Journal of Engineering and Science Research*, 3(5), 28–35. <https://doi.org/10.26666/rmp.jesr.2019.5.5>

Marques, P. et al. Integrating six sigma with iso 9001. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 4, n. 1, p. 36–59, 2013.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/20401461311310508/full/html>

Marques, P. A. et al. Integrating Lean Six Sigma with ISO 9001:2015. In: *International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2016. Anais...IEEE, dez. 2016. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7798006/>

Micklewright, M. *Lean ISO 9001: Adding spark to your ISO 9001 QMS and sustainability to your Lean efforts*. ASQ Quality Press. Milwaukee: Wisconsin, 2010. 234 p.

Mishra, S. B., & Alok, S. *Handbook of Research Methodology: A Compendium for Scholars and Researchers*. New Delhi: Educreation Publishing, 2017

Monden, Y. *Toyota Production System. An Integrated Approach to Just in Time*. 2. ed. Norcross, GA: Engineering and Management Press, Institute of Industrial Engineers, 1993.

Murmura, F. et al. An empirical analysis of ISO 9001:2008 application in Italian services and

manufacturing companies. *Total Quality Management and Business Excellence*, v. 29, n. 7–8, p. 786–797, 2018.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14783363.2016.1237286>

Mustapha, M. R., Abu Hasan, F., & Muda, M. S. (2019). Lean Six Sigma implementation: multiple case studies in a developing country. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(1), 523–539. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-08-2017-0096>

O'Reilly, S. J., Healy, J., Murphy, T., & Ó'Dubhghaill, R. (2019). Lean Six Sigma in higher education institutes: an Irish case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(4), 948–974. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-08-2018-0088>

Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 27(2), 138–155. <https://doi.org/10.1108/02656711011014276>

Pfeifer, T., Reissiger, W., & Canales, C. Integrating six sigma with quality management systems. *The TQM Magazine*, v. 16, n. 4, p. 241–249, ago. 2004.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780410541891/full/html>

Raja Sreedharan, V., & Raju, R. A systematic literature review of Lean Six Sigma in different industries. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 7, n. 4, p. 430–466, 2016.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLSS-12-2015-0050/full/html>

Raval, S. J., & Kant, R. Study on Lean Six Sigma frameworks: a critical literature review.

International Journal of Lean Six Sigma, v. 8, n. 3, p. 275–334, 2017.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLSS-02-2016-0003/full/html>

Rusjan, B., & Alič, M. (2010). Capitalising on ISO 9001 benefits for strategic results.

International Journal of Quality & Reliability Management, 27(7), 756–778.

<https://doi.org/10.1108/02656711011062372>

Sá, J. C., Vaz, S., Carvalho, O., Lima, V., Morgado, L., Fonseca, L., Doiro, M., & Santos, G.

(2020a). A model of integration ISO 9001 with Lean six sigma and main benefits achieved. Total Quality Management and Business Excellence, 0(0), 1–25.

<https://doi.org/10.1080/14783363.2020.1829969>

Sá, J. C., Vaz, S., Carvalho, O., Lima, V., Morgado, L., Fonseca, L., Doiro, M., & Santos, G.

(2020b). A model of integration ISO 9001 with Lean six sigma and main benefits achieved. Total Quality Management & Business Excellence, 0(0), 1–25.

<https://doi.org/10.1080/14783363.2020.1829969>

Salah, S., Rahim, A., & Carretero, J. A. (2010). The integration of Six Sigma and lean management. International Journal of Lean Six Sigma, 1(3), 249–274.

<https://doi.org/10.1108/20401461011075035>

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. del. P. B. Metodologia de Pesquisa. 5. ed. Porto

Alegre, RS: Penso, 2013. cap 2.

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788565848367/cfi/1!/4/4@0.00:56>

Samuel, D., Found, P., & Williams, S. J. How did the publication of the book *The Machine That Changed the World* change management thinking? Exploring 25 years of lean literature. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 35, n. 10, p. 1386–1407, 5 out. 2015.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJOPM-12-2013-0555/full/html>

Santos, G., & Millán, A. L. (2013). Motivation and benefits of implementation and certification according ISO 9001 - the Portuguese experience. *International Journal for Quality Research*, 7(1), 71–86.

Sfakianaki, E., & Kakouris, A. P. (2020). Obstacles to ISO 9001 certification in SMEs. *Total Quality Management & Business Excellence*, 31(13–14), 1544–1564.

<https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1490640>

Singh, M., & Rathi, R. (2019). A structured review of Lean Six Sigma in various industrial sectors. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(2), 622–664.

<https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2018-0018>

Snee, R. D. Lean Six Sigma – getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*, v. 1, n. 1, p. 9–29, 2010.

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/20401461011033130/full/html>

Staudter, C. et al. *Six Sigma Lean Toolset: Executing Improvement Projects Successfully*, Springer, Heidelberg. 2008.

Sunder M., V. (2016). Constructs of quality in higher education services. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65(8), 1091–1111.

<https://doi.org/10.1108/IJPPM-05-2015-0079>

Szeto, A. Y. T., & Tsang, A. H. C. (2005). Antecedents to successful implementation of Six Sigma. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 1(3), 307.

<https://doi.org/10.1504/IJSSCA.2005.008094>

Tague, N.R. *The Quality Toolbox*, American Society for Quality Control, Quality Press, Milwaukee, WI. 2005.

Uluskan, M. (2016). A comprehensive insight into the Six Sigma DMAIC toolbox.

International Journal of Lean Six Sigma, 7(4), 406–429.

<https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2015-0040>

Veena, T. R., & Prabhushankar, G. V. A literature review on lean, Six Sigma and ISO 9001:2015 in manufacturing industry to improve process performance. *International Journal of Business and Systems Research*, v. 13, n. 2, p. 162, 2019.

<http://www.inderscience.com/offer.php?id=98652>

Veena, T. R., & Prabhushankar, G. V. Roadmap for integration of Lean Six Sigma methodology with ISO 9001:2015 QMS standard. *International Journal of Advanced Operations Management*, v. 12, n. 4, p. 303, 2020.

<http://www.inderscience.com/offer.php?id=112724>

Wilson, J. P., & Campbell, L. (2016). Developing a knowledge management policy for ISO

9001: 2015. *Journal of Knowledge Management*, 20(4), 829–844.

<https://doi.org/10.1108/JKM-11-2015-0472>

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. *The Machine That Changed the World* Toronto: Collier Macmillan, 1990.

Yadav, N., Shankar, R., & Singh, S. P. (2021). Hierarchy of Critical Success Factors (CSF) for Lean Six Sigma (LSS) in Quality 4.0. *International Journal of Global Business and Competitiveness*, 16(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s42943-020-00018-0>

Yamamoto, K., Milstead, M., & Lloyd, R. (2019). A Review of the Development of Lean Manufacturing and Related Lean Practices: The Case of Toyota Production System and Managerial Thinking. *International Management Review*, 15(2), 21-40,89-90.

Zanella, L. C. H. *Metodologia de Pesquisa*. 2. ed. reimp. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2013. 32 p.

APÊNDICE A

QUADRO DE ANÁLISE DAS FERRAMENTAS LEAN SIX SIGMA E CITAÇÕES

Ferramentas Lean Six Sigma	Referências													
	TC	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]
Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV)	11	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
Fundação Europeia de Gestão da Qualidade (EFQM)	1													X
Gestão de Valor Agregado	1													X
Solução Inovadora de Problemas	1													X
Matriz de Escala de Compromisso	1											X		
Documentação de Projetos	2											X	X	
Lista de Verificação de Evolução da Reunião	1									X				
Matriz de Avaliação de Controles	1								X					
Avaliação dos Custos	1								X					
Custeio Baseado em Atividades	1													X
Parâmetros de Localização e Spread	1												X	
Matriz C&E	1								X					
Matriz Radar	2									X				X
Segregação de Clientes	1								X					
Matriz de Seleção de Soluções	1								X					
Eficiência de Ciclo de Processo	1								X					
Comparação por Pares	1									X				
Gráfico de Setores	2						X				X			
Teste Accorn	1									X				
Classificação de Pares	1								X					
Matriz de Decisão	1									X				
Planos de Controle de Processos	1						X							
Gráfico de Programa de Decisão de Processo	3						X			X	X			
Produção de Fábrica Focada	1				X									
PDCA	6				X	X			X	X		X		X
Análise de Trabalho	1							X						
Diagrama de Fluxo de Trabalho	1									X				
Diagrama de Raia	3	X							X			X		
Análise de Vieses	1								X					

GEMBA	5	X	X	X		X			X					
Diagrama de espaguete	5	X				X			X			X	X	
Controle Estatístico de Processos - CEP	12	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Análise de Potencias Problemas	1									X				
Contrato de Escopo de Projeto	1						X							
SWOT	5	X	X			X					X			X
Kaizen Diário	5	X	X			X		X	X					
Cadeia de Valor de Michael Porter	1	X												
Técnica de Monte Carlo	1													X
SIPOC	10	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mapeamento Makigami	1	X												
Business Model Canvas	1	X												
Balanced Scorecard - BSC	3	X								X				X
Tabela de Necessidade dos Clientes	1												X	
Voz do Processo - VOP	1									X				
Métricas Lean	8	X		X	X		X	X	X	X		X		
Indicadores Chave de Performance - KPI	1			X										
Voz do Cliente - VOC	8	X	X			X	X		X	X	X	X		
PESTEL	3	X	X											X
Análise Estratégica	1	X												
Matriz Hourensou	1	X												
Exibição Visual	1												X	
Análise de Sistema de Medição	1									X				
Hoshin Karin	3	X	X	X										
Matriz de Responsabilidade e Autoridades de Funções	1	X												
Controle Visual	2							X	X					
Brainwriting	1									X				
Tableau de Bord	1	X												
Storyboard	1									X				
Mapa mental	2									X				X
Voz das Informações Comerciais - VOBI	1									X				
5W2H	2	X								X				
Brainstorming	8	X					X	X	X	X	X	X		X
Planejamento Avançado da Qualidade do Produto - APQP	1	X												
Ishikawa Diagram	7	X						X	X	X	X	X		X
Diagrama de Gantt	8	X					X		X	X	X	X	X	X
Matriz GUT	1	X												

Modo de Falha e Análise de Efeitos - FMEA	11	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X
Projeto de Experimentos - DOE	10	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X
8D – Solução de Problemas	2	X	X											
Obeya Room	3	X	X			X								
QFD – Quality Function Deployment	6	X				X	X	X			X			X
Compartilhamento de Processos - PRS	1				X									
Diagrama PERT	1	X												
5 Porquês	2	X								X				
DMADV	1					X								
IDOV	1					X								
Lição de um Ponto - OPL	3	X	X			X								
Mapa de Valor de Tempo	1								X					
Trabalho Padrão - Procedimento Operacional Padrão	7	X	X	X	X		X	X	X					
TABLEU	0													
Quadro SCRUM	1	X												
Jidoka	3	X			X	X								
Diagrama IPO	1													X
Diagrama de Contingência	1									X				
5S	11	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
Lean Coaching	1	X												
Método Kata	2	X	X											
Matriz de Função	1	X												
PMI	1									X				
Árvore de Requisitos e Medidas	1									X				
Tabela de Requisitos	1									X				
Checklist	1									X				
Matriz de Seleção de Medição	1								X					
Kanban	10	X		X	X	X	X	X	X			X	X	X
Traveler Check Sheet	1								X					
TPM – Manutenção Produtiva Total	7	X		X	X	X	X		X				X	
Matriz de Pugh	3								X			X	X	
Fluxo de uma Peça - OPF	2			X	X									
Milestone Tracker Diagram	1													X
Milk Run	2	X				X								
SMED – Troca Rápida de Ferramenta	8	X		X	X	X	X	X						
Poka Yoke	11	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Quadro Andon	4	X		X	X	X								
Gráfico Yamazumi	1	X												
Kamishibai	2	X	X											
Kaikaku	2	X		X										
Kakushin	1	X												
Yokoten	1	X												

CVCA	1		X																
Gráfico de Duas Dimensões	1									X									
Matriz de Responsabilidades	1		X																
Painéis e Auditorias	1																	X	
TWI	1		X																
Matriz de Habilidades e Treinamentos	4	X	X		X					X									
DMEDI	2		X							X									
Análise de Lacunas	1		X																
Johari Window	1		X																
Análise de Causa Raíz - RCA	4			X			X		X				X						
Effective Achievable Chart	1									X									
PGCV Index	1									X									
3M's	1															X			
Gestão de Projetos	1																X		
DMAIC	4		X			X				X									X
Planejamento de Fluxo de Valor	1		X																
A3 – Solução de Problemas	4	X	X	X		X													
Revisar Fontes de Ideias de Soluções	1									X									
Treinamento Lean	1			X															
Análise de Desempenho de Importância	1										X								
Gerenciamento Diário	1			X															
Benchmarking	5						X			X	X	X							X
Kaizen RIE – Melhoria Rápida	1		X																
Gestão de Time	4		X		X						X					X			
Multivotação	3									X	X					X			
Filtragem de Critérios	1										X								
MSW – Força de Trabalho Multiquificação	1				X														
Análise de Campo de Força	3									X	X								X
STC – Standardized Containers	1				X														
Desenvolvimento de Critérios	1									X									
Diagrama de Afinidades	7						X	X	X	X	X	X							X
RPP – Rolling Production Plan	1				X														
Simulação	2							X	X										
QUC – Fornecedor de Certificação da Qualidade	1				X														
CTQ – Critico para a Qualidade	8						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Diagrama de Árvore	5						X			X	X	X	X						
DFM – Projeto de Fabricação	1				X														

CSP – Padrão de Comunicação	1				X									
Gestão de Riscos e Partes Interessadas	1												X	
Plano de Comunicação	2				X							X		
RRE – Recompensas e Reconhecimento	1				X									
Diagrama de Relações	3					X			X	X				
Análise de Custo e Risco	2					X						X		
Análise RU/CS	1													X
Mapas e Fluxo de Processos	7					X	X	X	X	X	X	X		X
CDAM – Combinar, Excluir, Adicionar ou Modificar	1								X					
CIM – Computer Integrated Manufacturing	1				X									
Custo da Análise de Baixa Qualidade	1								X					
COE – Engenharia Simultânea	1				X									
Plano de Coleta de Dados	4					X		X				X	X	
Cálculo Sigma da Linha de Base	1					X								
Diagrama de Seta	3					X			X	X				
Diagrama Matriz	3					X			X	X				
Observação do Processo	1							X						
Processo-Chave e variáveis de Entrada	1							X						
Principais Variáveis de Saída do Processo (KPOVs)	1							X						
Análise de Dados Matriz	2					X				X				
Dicas Sobre a Seleção de Soluções	1							X						
Teste Piloto	3							X				X	X	
Kano Model	6					X		X	X	X	X	X	X	
Indicadores Six Sigma	2					X				X				
Matriz de Priorização	4					X			X	X	X			

Legenda: TC – Total cumulativo. [1] Sá et al. (2020a); [2] Marques, Guerreiro & Saraiva (2019); [3] Djapic, Popovic & Lukic (2019); [4] Anand & Kodali (2010); [5] Sá et al. (2020b); [6] Veena & Prabhushankar (2019); [7] Chivigai, Dafaoui & Mhamedi (2010); [8] George et al. (2004); [9] Tague (2005); [10] Ismyrlis & Moschidis (2013); [11] Uluskan (2016); [12] Staudter et al. (2008); [13] Basu (2009).

APÊNDICE B

FERRAMENTAS IDENTIFICADAS NA LITERATURA LEAN SIX SIGMA E SUAS CITAÇÕES

Nº de citações	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nº de ferramentas	19	15	8	6	3	5	6	0	3	4	1
FERRAMENTAS	<ul style="list-style-type: none"> - Documentação de projeto - Gráficos - Gráficos de setores - Gestão visual - Mapa mental - 5W2H - 8D - 5 Porquês - Kata - Fluxo unitário - Milk run - Kamishibai - Kaikaku - DMEDI - Simulação - Planos de Comunicação - Análise de Custo e Risco - Matriz de Análise de Dados - Indicadores Seis Sigma 	<ul style="list-style-type: none"> - Gráfico de Programa de Decisão de Processo - Fluxogramas - Balanced Scorecard (BSC) - PESTEL - Hoshin Karin - Obeya Room - Lição de um ponto - Jidoka - Matriz ou Diagrama de Pugh - Técnica de votação múltipla - Análise do Campo de Forças - Diagrama de Relações - Diagrama de Rede - Matrix Diagram - Teste Piloto 	<ul style="list-style-type: none"> - Andon - Matriz de Treinamento e Habilidades - Análise da Causa Raiz - DMAIC - Relatório A3 - Gestão do Time - Plano de Coleta de Dados - Matriz de priorização 	<ul style="list-style-type: none"> - GEMBA - Diagrama de espaguete - SWOT - Daily Kaizen - Benchmarking - Diagrama da Árvore 	<ul style="list-style-type: none"> - PDCA - Quality Function Deployment (QFD) - KANO MODEL 	<ul style="list-style-type: none"> - Diagrama de Ishikawa - Procedimento operacional padrão (POP) - TPM - Diagrama de Afinidades - Mapas e Fluxos de Processos 	<ul style="list-style-type: none"> - Métricas Lean - Voz do Cliente - Brainstorming - Diagrama de Gantt - SMED - Single minute Exchange of die - Critical to Quality 	<ul style="list-style-type: none"> - SIPOC - Projeto de Experimentos - Kanban 	<ul style="list-style-type: none"> - MFV - FMEA - Análise de Modos de Falha e Efeitos - 5S - Poka Yoke 	<ul style="list-style-type: none"> - CEP 	

APÊNDICE C

FRAMEWORK DE FERRAMENTAS LEAN SIX SIGMA INDICADAS PARA O CUMPRIMENTO DE REQUISITOS DA ABNT NBR ISO 9001:2015

REQUISITO ABNT ISO 9001:2015 FERRAMENTAS LEAN SIX SIGMA

REQUISITO ABNT ISO 9001:2015	FERRAMENTAS LEAN SIX SIGMA
4.1 Entendendo a organização e seu contexto	SWOT; Pestel; Benchmarking; Balanced Scorecard; Hoshin Kanri; Mapeamento de Cadeia de Valor; Canvas.
4.2 Entendendo as necessidades e expectativas de partes interessadas	Voz do Cliente; Quality Function Deployment; Kano Model; Mapa de Stakeholders.
4.3 Determinando o escopo do sistema de gestão da qualidade	Smart; Estrutura Analítica de Processos – EAP; Canvas.
4.4 Sistema de gestão da qualidade e seus processos	Gestão de Rotina, Diagrama de Rede; Critical to Quality; SIPOC; Mapeamento de Fluxo de Valor – MFV; Mapas e Fluxos de Processos; Balanced Scorecard; PDCA; Gráfico de Programa de Decisão de Processo; Diagrama de Árvore; Procedimento Operacional Padrão; 5 Porquês; Gestão a Vista – KPI; Gestão de Risco.
5.1 Liderança e comprometimento	Hoshin Kanri; Matriz de Treinamento e Habilidades – Kanri-Ban; Kamishibai; Gemba; Gestão de Time; Gestão de Rotina; Gráfico de Programa de Decisão de Processo; Voz do Cliente; SWOT de Equipe; Matriz de Responsabilidades; Objectives and Key Results – OKR; Feedback.
5.2 Política	Hoshin Kanri; Kamishibai; Planos de Comunicação; Gestão a Vista – KPI.
5.3 Papéis, responsabilidades e autoridades organizacionais	Gestão de time; Gráficos; Organograma; Planos de Comunicação; Matriz de Responsabilidades
6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades	Análise de Causa Raiz; A3; Manutenção Produtiva Total; Análise de Modos de Falha e Efeito – FMEA; Obeya Room; 8D – resolução de Problemas; Diagrama de Ishikawa; 5 Porquês; 5W2H; Gráfico de Programa de Decisão de Processo; SWOT; GUT; Diagrama de Relações.
6.2 Objetivos da qualidade e planejamento para alcançá-los	Métricas Lean Six Sigma; Planos de Comunicação; Controle Visual; Gráficos; Diagrama de Gantt; PDCA; A3; 5W2H; Diagrama de Rede; Obeya Room; OKR; Gestão a Vista; Diagrama de Ishikawa; 5 Porquês.
6.3 Planejamento de mudança	Diagrama de Afinidade; A3; FMEA; Critical to Quality; 5 Porquês; Diagrama de Gantt; Kanri-Ban; Gestão de Time; Mapa Mental – Mind Map; Matrix Diagram; 5W2H; Voz do Cliente; Gestão de Riscos; Plano de Comunicação.
7.1 Recursos	Kanri-Ban; Kata Method; Manutenção Produtiva Total; Procedimento Operacional Padrão; Controle Visual; gestão de Time; 5S; Kamishibai; PDCA; Métricas Lean Six Sigma; A3; Plano de Coleta de Dados; Poka Yoke; SWOT; Measurement Systems Analysis – MSA
7.2 Competência	Kata Method; Kanri-Ban; 5W2H; Matriz de Competência.
7.3 Conscientização	Planos de Comunicação; A3; Hoshin Kanri; OKR; Matriz de Competências; Matriz de Responsabilidades; Storytelling
7.4 Comunicação	Plano de Comunicação; Gestão a Vista; Matriz de Responsabilidades

7.5 Informação documentada	Kamishibai; Mapas e Fluxos de Processos; Controle Visual; POP; BPMN; Repositório de Processos.
8.1 Planejamento e controle operacional	Controle Visual; Controle Estatístico de Processos – CEP; Métricas Lean Six Sigma; POP; Gráfico de Programa de Decisão de Processo; Poka Yoke; Henkaten; QFD; Andon; Kanban.
8.2 Requisitos para produtos e serviços	Voz do Cliente; QFD
8.3 Projeto e desenvolvimento de produtos e serviços	A3; MFV; Diagrama de Gantt; Design For Lean Six Sigma – DFLSS; FMEA; Status Report; Checklist; Project Change Request; Voz do Cliente; QFD; Diagrama de Afinidades; Kanban; POP; Plano de Controle.
8.4 Controle de processos, produtos e serviços providos externamente	POP; Poka Yoke; CEP; Planos de Comunicação; BPMN; Supplier Relationship Management – SRM; Extended Value Stream Mapping.
8.5 Produção e provisão de serviços	CEP; Controle Visual; Kanban; POP; Gráfico de Programa de Decisão de Processo; Poka Yoke; Jidoka; Lição de um Ponto; Análise da Causa Raiz; Diagrama de Ishikawa; Matriz de Análise de Dados; BPMN; Manutenção Produtiva Total; KPI; FMEA; Troca Rápida de Ferramenta – TRF; Heijunka
8.6 Liberação de produtos e serviços	CEP; Folhas de Verificação ou Checklist; Poka Yoke; Andon; POP; Quality Gate.
8.7 Controle de saídas não conformes	CEP; Planos de Comunicação; Folhas de Verificação ou Checklist; Controle Visual; Gráficos; 8D; 5S; Quality Gate.
9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	POP, Balanced Scorecard; Obeya Room; CEP; Hoshin Kanri; Controle Visual; Voz do Cliente; Métricas Lean Six Sigma; A3; Análise da Causa Raiz; 5 Porquês; Gráficos; OKR; KPI; Hansei.
9.2 Auditoria Interna	POP
9.3 Análise crítica pela direção	Desenhar a Governança
10.1 Generalidades	5S; POP; Gestão da Rotina; MFV; Controle Visual; Kaikaku; Kaizen; Simulação; 8D; A3; Poka Yoke; DMAIC; Hansei.
10.2 Não conformidade e ação corretiva	8D; A3; Kaikaku; Kaizen; Andon Board; Yokoten; Diagrama de Ishikawa; 5 Porquês; Método de Análise e Solução de Problemas – MASP; 5W2H; Pareto; FMEA.
10.3 Melhoria Contínua	Kaikaku; Kaizen; SWOT; Hansei; Obeya Room; 5W2H.