

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA MARIA GERÔNIMO

**MODELO DE MATURIDADE DE SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO PARA
LABORATÓRIOS DE ENSAIO E CALIBRAÇÃO**

PONTA GROSSA

2023

BRUNA MARIA GERÔNIMO

**MODELO DE MATURIDADE DE SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO PARA
LABORATÓRIOS DE ENSAIO E CALIBRAÇÃO**

**Integrated Management System Maturity Model for Test and Calibration
Laboratories**

Tese apresentada como requisito para obtenção do título de Doutora em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Giane Gonçalves Lenzi.

PONTA GROSSA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



BRUNA MARIA GERONIMO

**MODELO DE MATURIDADE DE SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO PARA LABORATÓRIOS DE ENSAIO
E CALIBRAÇÃO**

Trabalho de pesquisa de doutorado apresentado como requisito para obtenção do título de Doutora Em Engenharia De Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Gestão Industrial.

Data de aprovação: 31 de Março de 2023

Dra. Giane Goncalves Lenzi, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Franciely Velozo Aragao, Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina (Ufsc)

Dra. Lariana Negrao Beraldo De Almeida, Doutorado - Universidade Estadual de Maringá (Uem)

Dra. Marcia Marcondes Altimari Samed, Doutorado - Universidade Estadual de Maringá (Uem)

Dra. Regina Negri Pagani, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 31/03/2023.

Dedico este trabalho à minha família, sobretudo meus pais, por sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

À Deus, mentor da minha vida.

Aos meus pais, José Alexandre e Geralda, por todo apoio e paciência em todas as fases da minha vida.

À minha orientadora, prof.^a Giane, por toda sabedoria, paciência e atenção dedicada a este trabalho.

Às professoras da banca de qualificação, que contribuíram com a evolução deste trabalho.

Aos professores do curso, por transmitirem seus conhecimentos que colaboraram com a minha formação profissional e pessoal.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná por conceder esta oportunidade de crescimento.

E um último agradecimento especial aos que estão sempre ao meu lado, pela presença nos momentos de alegria e nos de tristeza, sempre me apoiando e compreendendo minha ausência, principalmente nos últimos tempos.

RESUMO

Os laboratórios de ensaio e calibração estão passando por uma reestruturação organizacional em função de exigências técnicas e regulamentares, o que implica em uma reorganização dos seus sistemas de gestão (SG). Para auxiliar esses laboratórios, modelos de maturidade (MMs) podem ser utilizados para a implantação e a manutenção de SG, já que são ferramentas utilizadas para avaliar as capacidades atuais das organizações e possibilitam a implementação de mudanças de maneira estruturada. O uso da lógica *fuzzy* é frequentemente encontrado em associação com a construção de MMs, juntamente com os métodos multicritérios de tomada de decisão. A lógica *fuzzy* auxilia na construção dos MMs, retirando elementos subjetivos da avaliação da maturidade. Já os métodos multicritérios permitem uma classificação e ranqueamento de alternativas, o que possibilita ao usuário uma tomada de decisão mais assertiva. Apesar da existência de MMs voltados para SGs, não existem estudos sobre MMs voltados para laboratórios de ensaio e calibração que utilizem a lógica *fuzzy* e métodos multicritérios de tomada de decisão. Assim, o presente estudo visa propor um MM descritivo de um SGI – Sistema de Gestão Integrado - para laboratórios de ensaio e calibração. O SGI foi construído utilizando as normas ABNT NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, ABNT NBR ISO 14001 – Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso e ABNT NBR ISO 45001 – Sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional – Requisitos com orientação para uso. Para a construção do MM foi adotado o método multicritério de apoio a decisão VIKOR, juntamente com a lógica *fuzzy*. Ao aplicar o MM, o resultado obtido corresponde ao distanciamento da situação atual do laboratório em relação à um cenário positivo ideal, no que diz respeito ao cumprimento dos requisitos integrados das normas. Após o seu desenvolvimento, este MM foi parcialmente testado e validado. Assim, é esperado que o MM proposto permita a avaliação da maturidade dos laboratórios, auxiliando os gestores a melhorarem continuamente suas atividades e processos laboratoriais. Dessa forma, pôde-se concluir que o objetivo traçado foi alcançado, contribuindo assim para o desenvolvimento e avanço da ciência. Sugere-se, para trabalhos futuros, a implementação deste MM em laboratórios de ensaio e calibração que possuem um SGI baseado nas referidas normas.

Palavras-chave: avaliação de maturidade; *fuzzy* VIKOR; ISO 17025; ISO 14001; ISO 45001.

ABSTRACT

The test and calibration laboratories are undergoing an organizational restructuring due to technical and regulatory requirements, which implies a reorganization of their management systems (MS). To help these laboratories, maturity models (MMs) can be used for the implantation and maintenance of SG, since they are tools used to evaluate the current capabilities of organizations and enable the implementation of changes in a structured way. The use of fuzzy logic is often found in association with the construction of MMs, along with multicriteria decision-making methods. Fuzzy logic assists in the construction of MMs, removing subjective elements from the maturity assessment. The multicriteria methods, on the other hand, allow a classification and ranking of alternatives, which allows the user to make a more assertive decision. Despite the existence of MMs aimed at SGs, there are no studies on MMs aimed at testing and calibration laboratories that use fuzzy logic and multicriteria decision-making methods. Thus, the present study aims to propose a descriptive MM of an SGI - Integrated Management System - for testing and calibration laboratories. The SGI was built using the standards ABNT NBR ISO/IEC 17025 - General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, ABNT NBR ISO 14001 - Environmental management systems - Requirements with guidelines for use and ABNT NBR ISO 45001 - Management systems occupational health and safety – Requirements with guidance for use. For the construction of the MM, the VIKOR multicriteria decision support method was adopted, along with fuzzy logic. When applying the MM, the result obtained corresponds to the distancing of the current situation of the laboratory in relation to an ideal positive scenario, about compliance with the integrated requirements of the standards. After its development, this MM was partially tested and validated. Thus, it is expected that the proposed MM will allow the assessment of the laboratories' maturity, helping managers to continuously improve their laboratory activities and processes. In this way, it could be concluded that the objective outlined was achieved, thus contributing to the development and advancement of science. It is suggested, for future work, the implementation of this MM in testing and calibration laboratories that have an SGI based on the referred standards.

Keywords: maturity assessment; fuzzy VIKOR; ISO 17025; ISO 14001; ISO 45001.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organização dos princípios	32
Figura 2 - Etapas metodológicas	42
Figura 3 - Fases da <i>Methodi Ordinatio</i>	44
Figura 4 - Esquema de construção do SGI	48
Figura 5 - Fases de construção de MMs genéricos.....	49
Figura 6 – Síntese do funcionamento do MM proposto.....	51
Figura 7 - Principais autores do portfólio bibliográfico.....	54
Figura 8 - Principais palavras-chave correlacionadas.....	55
Figura 9 - Escala de avaliação em TFNs	74
Figura 10 - Requisitos de Contexto da Organização.....	101
Figura 11 - Requisitos de Liderança.....	102
Figura 12 – Continuação de Requisitos de Liderança	103
Figura 13 – Requisitos de Planejamento.....	104
Figura 14 – Continuação de Requisitos de Planejamento - A	105
Figura 15 – Continuação de Requisitos de Planejamento - B	106
Figura 16 – Requisitos de Apoio.....	107
Figura 17 – Continuação de Requisitos de Apoio - A	108
Figura 18 – Continuação de Requisitos de Apoio - B	109
Figura 19 – Continuação de Requisitos de Apoio - C	110
Figura 20 – Continuação de Requisitos de Apoio - D	111
Figura 21 – Requisitos de Operação	112
Figura 22 – Continuação de Requisitos de Operação - A.....	113
Figura 23 – Continuação de Requisitos de Operação - B.....	114
Figura 24 – Continuação de Requisitos de Operação - C.....	115
Figura 25 – Continuação de Requisitos de Operação - D.....	116
Figura 26 – Continuação de Requisitos de Operação - E.....	117
Figura 27 – Continuação de Requisitos de Operação – F.....	118
Figura 28 – Continuação de Requisitos de Operação – G.....	119
Figura 29 – Continuação de Requisitos de Operação – H.....	120
Figura 30 – Continuação de Requisitos de Operação – I.....	121
Figura 31 – Requisitos de Avaliação de Desempenho.....	122
Figura 32 – Continuação de Requisitos de Avaliação de Desempenho - A.....	123
Figura 33 – Continuação de Requisitos de Avaliação de Desempenho - B.....	124
Figura 34 – Continuação de Requisitos de Avaliação de Desempenho - C.....	125
Figura 35 – Requisitos de Melhoria	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Alguns exemplos de ensaios e calibrações	22
Quadro 2 – Descrição dos princípios para os MMs	33
Quadro 3 - Principais características de <i>design</i> do MM proposto.....	49
Quadro 4 - Principais destaques dos trabalhos do portfólio	61
Quadro 5 - Sumário das três normas	64
Quadro 6 - Sumário do SGI.....	67
Quadro 7 - Critérios a serem avaliados no MM proposto	70
Quadro 8 - Escala de maturidade proposta	72
Quadro 9 - Escala de avaliação dos critérios	72
Quadro 10 - Descrição das alternativas	75
Quadro 11 - Matriz de decisão com as variáveis linguísticas	75
Quadro 12 - Matriz de decisão com variáveis linguísticas - cenário 01	79
Quadro 13 - Matriz de decisão com variáveis linguísticas - cenário 02	79
Quadro 14 - Valores da <i>InOrdinatio</i> para os trabalhos do portfólio.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de trabalhos encontrados por base de dados	53
Tabela 2 - Representação dos <i>TFNs</i>	74
Tabela 3 - Matriz de decisão <i>defuzzificada</i>	76
Tabela 4 - Resultado obtido	76
Tabela 5 – Faixa de resultado e o nível de maturidade correspondente	77
Tabela 6 - Matriz de Decisão <i>Fuzzificada</i>	128
Tabela 7 - Aplicação do método VIKOR – Definição dos valores máximos e mínimos	129
Tabela 8 - Aplicação do método VIKOR – Definição dos valores de S_i e R_i	130

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problema de Pesquisa	15
1.2	Objetivos	17
1.2.1	Objetivo Geral.....	17
1.2.2	Objetivos Específicos	17
1.3	Justificativa	17
1.4	Delimitação do Escopo	19
1.5	Estrutura da Tese	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	Laboratórios de Ensaio e Calibração	21
2.2	Sistemas de Gestão	25
2.2.1	Sistema de Gestão da Qualidade.....	26
2.2.2	Sistema de Gestão Ambiental	27
2.2.3	Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional.....	28
2.2.4	Sistema de Gestão Integrado	29
2.3	Modelos de Maturidade	30
2.4	Métodos Multicritérios de Tomada de Decisão	34
2.4.1	<i>Fuzzy VIKOR</i>	35
3	MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1	Caracterização da Pesquisa	41
3.2	Etapas Metodológicas	42
3.2.1	Revisão Sistemática da Literatura	43
3.2.2	Integração de Sistemas de Gestão	47
3.2.3	Fases de Construção do Modelo de Maturidade	48
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.1	Resultados da Revisão Sistemática da Literatura	53
4.2	Resultados da Análise Documental	64
4.3	Integração dos Sistemas de Gestão	67
4.4	Construção do Modelo de Maturidade	69
4.4.1	Delineamento do Escopo e do Design	69
4.4.2	Definição do Conteúdo	70
4.4.3	Validação numérica do MM proposto	77
4.4.4	Implantação e Manutenção	80

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
	REFERÊNCIAS.....	85
	APÊNDICE A - Valores da <i>InOrdinatio</i> para os trabalhos do portfólio	
	97	
	APÊNDICE B - Integração dos Sistemas de Gestão.....	100
	APÊNDICE C - Aplicação do MCDM <i>fuzzy VIKOR</i>	127

1 INTRODUÇÃO

Os laboratórios de ensaio e calibração são organizações que realizam testes, aferições e ajustes nos mais diversos tipos de amostras, equipamentos e produtos, gerando resultados analíticos e pareceres, também conhecidos por laudos (SALGUEIRO, 2012; SOUZA *et al.*, 2020; RODRIGUES *et al.*, 2022). No entanto, esses laboratórios passam por reestruturações organizacionais tendo em vista as exigências técnicas e regulamentares vigentes. É crescente o número de diretrizes publicadas por órgãos reguladores e novas barreiras ao comércio surgem constantemente. Além disso, as demandas emergentes em testes e calibração nos setores de saúde, forense, alimentos e energia estão ganhando importância nos mercados nacionais e internacionais. Adicionalmente, as novas expectativas e exigências da sociedade, bem como as inovações tecnológicas e a concorrência, pressionam os laboratórios a fornecerem ao mercado uma gama de produtos e serviços de qualidade aceitável. Mesmo os laboratórios modernos são continuamente desafiados a sustentar sua capacidade de atender às novas demandas e exigências dos mercados (KARTHIYAYINI; RAJENDRAN, 2017, 2021). Assim, a capacidade demonstrada de manter e atualizar a competência técnica na prestação de serviços de ensaio e calibração torna-se o fator principal em qualquer laboratório para garantir resultados confiáveis com redução de custos e tempo de análise (GOMES; SABAINI, 2011).

Para tanto, uma opção viável é a implantação de um sistema de gestão - SG. Um SG é um conjunto de elementos interligados com princípios e diretrizes que são aplicados nos processos do dia a dia de uma organização, visando atender a política e os objetivos organizacionais. Assim, os objetivos dos SGs são desenvolver ações que tragam respostas consistentes para a melhoria dos processos de gestão e garantir a gestão eficiente dos recursos e insumos disponíveis de forma a promover a melhoria contínua de uma organização. Isso é possível porque um SG é uma ferramenta capaz de trazer controle e padronização aos processos de uma organização. Dessa forma, permite mensurar a eficácia das ações sem perder o foco em atender às expectativas do consumidor (ZHU *et al.*, 2013; KIM-SOON *et al.*, 2020; POLTRONIERI, 2014; GEROLAMO *et al.*, 2014; CAREY, 2018).

Existem várias referências normativas que possibilitam a construção de SGs, como por exemplo as normas ABNT NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para a

competência de laboratórios de ensaio e calibração, a qual representa um SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade para esses laboratórios, ABNT NBR ISO 14001 – Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso e ABNT NBR ISO 45001 – Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional – Requisitos com orientação para uso, que possuem o objetivo de satisfazer as mais diversas partes interessadas, permitindo às empresas implementá-las e certificá-las por auditorias de terceira parte.

Porém, os SGs que funcionam separadamente foram cada vez mais vistos como esforços desperdiçados com excessivos preços burocráticos, custos e redundâncias. Além do mais, sabe-se que muitos dos requisitos dessas normas são comuns, o que possibilita, por meio da sua integração, otimizar o seu funcionamento, construindo assim um sistema de gestão integrado – SGI (DOMINGUES, SAMPAIO, AREZES, 2016; REBELO *et al.*, 2015, NUNHES *et al.*, 2019; LLONCH *et al.*, 2018; VASHISHTH *et al.*, 2021). Além disso, a implementação de um SGI com base nas referidas normas, atesta ao mercado e à sociedade, a preocupação do laboratório frente aos impactos que suas atividades causam ao meio ambiente e aos funcionários, sem perder qualidade nos seus serviços prestados. Entretanto, a implementação de um SGI requer uma visão holística de todas as atividades do laboratório e suas modificações necessárias entre a gerência do laboratório e seus colaboradores (HOU *et al.*, 2019; STOJKOVIC *et al.*, 2021).

Um SGI bem implementado e bem gerenciado dá aos gestores a confiança para tomar decisões. No entanto, processos de auditoria interna, bem como mudanças organizacionais, mudanças nas técnicas laboratoriais, novos tipos de análises e calibração de novos instrumentos, entre outros fatores, fazem com que os laboratórios precisem estimular a melhoria contínua das atividades laboratoriais e, conseqüentemente, do SGI. Para isso, é necessário avaliar a capacidade do laboratório em atender aos requisitos do SGI e, então, traçar um plano de ação para o que precisa ser melhorado (HOU *et al.*, 2019; STOJKOVIC *et al.*, 2021; KARTHIYAYINI; RAJENDRAN, 2021).

Uma maneira de fazer isso é por meio de modelos de maturidade (MMs). Dentre as funções de um MM, avaliar a capacidade atual de uma organização e auxiliar na implementação de melhorias se fazem presente. Esses modelos permitem que as organizações sejam avaliadas em relação às melhores práticas de gerenciamento adotadas, incluindo a formulação de estratégias e políticas

organizacionais, bem como o gerenciamento operacional e as capacidades organizacionais dos recursos humanos e da organização. Normalmente, os MMs utilizam escalas evolutivas para classificar o nível de maturidade das organizações. A eficiência organizacional aumenta a partir do momento em que as organizações atingem níveis mais altos de maturidade em suas atividades (JIA *et al.*, 2011; DOMINGUES, SAMPAIO, AREZES, 2014, 2016; MOUMEN, ELAOUFIR, 2018; PIWOWAR-SULEJ *et al.* 2022). No entanto, os modelos precisam ser construídos de forma a garantir a padronização de suas aplicações, devendo ser utilizada uma metodologia que assegure que suas medições e avaliações sejam confiáveis, precisas e replicáveis. Os modelos também devem vir acompanhados de metodologias de validação que representem sua assertividade no cumprimento de seus objetivos (VALDES *et al.*, 2011).

Uma forma de construir modelos de maturidade padronizados, fáceis de serem utilizados e aplicáveis em qualquer tipo de processo se faz por meio do uso da lógica *fuzzy* em conjunto com métodos multicritérios de tomada de decisão (*Multiple Criteria Decision Method* – MCDM, ou Apoio Multicritério à Decisão - AMD). Os MCDMs são ferramentas matemáticas, eficazes para avaliarem as ações por meio de um conjunto de critérios, o que fornece ao usuário uma classificação e ranqueamento de possíveis alternativas solucionais (LIMA; COSTA, 2019; WU *et al.*, 2022). Já a lógica *fuzzy* tem sido utilizada como “solução para avaliação da maturidade de uma organização”, uma vez que possibilita “flexibilidade no diagnóstico do grau de maturidade” (CARVALHO *et al.*, 2017), além de retirar possíveis subjetividades das avaliações realizadas (ALI *et al.*, 2018). A redução da subjetividade inerente ao processo decisório, o aumento da consistência dos resultados e, conseqüentemente a otimização dos resultados das avaliações são algumas vantagens que justificam a utilização da lógica *fuzzy* e um MCDM no processo de desenvolvimento de modelos de maturidade (VERGARA; GAVIÃO; LIMA, 2016; SHAYGAN; DAIM, 2023; WANG *et al.*, 2023).

1.1 Problema de Pesquisa

Os governos e órgãos reguladores exigem cada vez mais dos laboratórios de ensaio e calibração a implementação de sistema de controle de qualidade das atividades desenvolvidas. Além disso, regulamentos federais e estaduais, como as resoluções do CONAMA nº 430/2011 e nº 436/2011, a Portaria de Consolidação Nº

5/2017, entre outras, estabelecem que os resultados dos ensaios e das calibrações somente serão aceitos por laboratórios que possuem SGs consolidados e acreditados.

Ao analisar o cenário internacional, constata-se que a acreditação também é um fator importante. Na região Ásia-Pacífico, a Cooperação Econômica da Ásia-Pacífico (APEC – *Asia Pacific Economic Cooperation*) apoia a acreditação, a Associação de Nações do Sudeste Asiático (ASEAN – *Association of Southeast Asian Nations*), com seus dez estados membros, incluiu a acreditação para equipamentos elétricos e eletrônicos como um meio de atender aos requisitos obrigatórios de cada membro e da Área de Livre Comércio da ASEAN. Na Europa, o Conselho da União Europeia e o Parlamento Europeu definiram um regulamento que oferece uma estrutura legal para a prestação de serviços de acreditação. Na América do Norte, os órgãos governamentais estão usando os laudos de laboratórios acreditados para atender a requisitos obrigatórios em áreas como segurança alimentar, proteção do meio-ambiente, segurança de brinquedos e qualidade do concreto, aço, produtos elétricos, entre outros (ILAC, 2011).

Além disso, de acordo com Fernandes *et al.* (2015), o mercado está cada vez mais exigente com relação aos produtos e serviços prestados, principalmente no que diz respeito ao atendimento aos padrões de normas de qualidade, sustentabilidade e proteção à integridade física e à saúde dos funcionários. Essas preocupações devem fazer parte das decisões dos gestores com o intuito de manterem suas empresas competitivas no mercado consumidor.

Entretanto, por meio de uma revisão sistemática da literatura (apresentada no tópico 4.1), constatou-se que existem trabalhos sobre o contexto apresentado neste estudo, porém, não foi localizado nenhum trabalho que apresente uma estrutura que possibilite a avaliação da maturidade de SGI voltado para laboratórios de ensaio e calibração. Assim, a originalidade desta pesquisa pauta-se no desenvolvimento de um MM que supra essa lacuna encontrada, explorando as seguintes questões:

- *Como construir um MM voltado para laboratórios de ensaio e calibração que contribua para a melhoria dos SGs desses laboratórios?*
- *Qual a estrutura ideal para construir um MM que avalie o SGI de laboratórios de ensaio e calibração utilizando um método multicritério associado a lógica fuzzy?*

1.2 Objetivos

Diante da contextualização abordada e da apresentação do problema de pesquisa, definem-se os objetivos deste estudo.

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um MM descritivo para avaliar um SGI construído com base nas normas ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017, ABNT NBR ISO 14001:2015 e ABNT NBR ISO 45001:2018 para laboratórios de ensaio e calibração.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como forma de transformar o objetivo geral em um trabalho exequível, ele é decomposto em objetivos específicos, que são:

- OE 1: Identificar os aspectos relevantes relacionados aos MMs e aos laboratórios de ensaio e calibração;
- OE 2: Analisar o processo de construção de um SGI com base nas normas ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, ABNT NBR ISO 14001:2015 – Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso e ABNT NBR ISO 45001:2018 – Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional – Requisitos com orientação para uso;
- OE 3: Construir um MM utilizando um MCDM e a lógica *fuzzy*.

1.3 Justificativa

Como já mencionado, não foi constatado, por meio de uma revisão sistemática da literatura, a existência de MMs construídos utilizando as referidas normas voltados para laboratórios de ensaio e calibração. Assim, ao propor este MM, tem-se o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio gerencial, a qual os gestores dos laboratórios poderão utilizá-la como forma de facilitar a implantação dos requisitos exigidos pelas normas, visando não somente o reconhecimento oficial do laboratório por um órgão terceiro (processo de acreditação), mas também, a organização, padronização e otimização das atividades laboratoriais, permitindo maior confiabilidade e segurança dos resultados gerados, o que melhora significativamente a imagem do laboratório perante a sociedade.

Diante da importância do tema, o MM leva em consideração a existência de diversos tipos de laboratórios de ensaio e calibração, cada qual com suas características e, por isso, foi construído de forma cuidadosa, prezando pela facilidade e simplicidade no seu uso, tornando-se adaptável a qualquer realidade que estará inserida.

É importante destacar que este estudo apresenta correlações com os ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, a citar o ODS 3 – Saúde e Bem-Estar, mas especificadamente a meta 3.9: “Até 2030, reduzir substancialmente o número de mortes e doenças por produtos químicos perigosos, contaminação e poluição do ar e água do solo.”, já que existem laboratórios de ensaios que são responsáveis, dentre outras funções, por analisar amostras de compostos do meio ambiente, como água, solo e ar. Com este mesmo olhar, é possível correlacionar o MM proposto com o ODS 6 - Água potável e saneamento, que tem como objetivo “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.”. Destaca-se também o ODS 12 - Consumo e produção responsáveis, principalmente a meta 12.4 (ONU, 2015):

Até 2030, alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionais acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente. (ONU, 2015).

Outro ODS correlacionado com o MM proposto é o 8 – Trabalho decente e crescimento econômico, destacando a meta 8.8: “proteger os direitos trabalhistas e promover ambientes de trabalho seguros e protegidos para todos os trabalhadores, incluindo os trabalhadores migrantes, em particular as mulheres migrantes, e pessoas em empregos precários.” (ONU, 2015).

Assim, o MM proposto vai ao encontro dos ODS ao possibilitar a análise de diversos pontos de melhoria dos SGIs dos laboratórios de ensaio e calibração, o que permite a melhoria contínua das atividades laboratoriais e, conseqüentemente, na melhoria da qualidade e responsabilidade pelos serviços prestados.

Além disso, considerando as áreas do conhecimento em Engenharia de Produção (ABEPRO, 2023), destaca-se que este estudo contribui com as áreas de Engenharia de Qualidade, considerando a contribuição principalmente para a Gestão

de Sistemas de Qualidade e Normalização, Auditoria e Certificação para a Qualidade; Engenharia Organizacional, ao contribuir com a Gestão do Desempenho Organizacional; Engenharia do Trabalho, com a contribuição nos Sistemas e Gestão de Higiene e Segurança do Trabalho e; Engenharia da Sustentabilidade, com os Sistemas de Gestão Ambiental e Certificação. A contribuição com as áreas da Engenharia de Produção acontece de forma integrada.

Então, além de desenvolver um MM que pode se tornar um importante aliado para os gestores dos laboratórios tomarem suas decisões em relação aos sistemas de gestão de modo mais assertivo, este estudo contribui também de maneira consistente com a ciência e a sociedade, ao preencher uma lacuna existente de trabalhos sobre essa temática. Desde já, os conhecimentos gerados neste estudo são relevantes para os laboratórios, porém este estudo poderá contribuir ainda com o desenvolvimento de futuras pesquisas nesta área.

1.4 Delimitação do Escopo

O MM proposto neste estudo destina-se a todos os tipos de laboratórios de ensaio e calibração, sejam eles pertencentes a instituições públicas ou privadas, que utilizam ou queiram utilizar as referidas normas para sustentar os seus sistemas de gestão integrados. Além disso, o MM pode ser utilizado em fases iniciais de implementação das normas ou para atividades de auditorias internas corriqueiras.

Cabe a ressalva de que o MM resultará em uma classificação do laboratório perante os requisitos das normas, o que, dada as características do MM, representará um nível de maturidade determinado. O MM não prevê quais ações os gestores dos laboratórios deverão tomar para aumentar ou sustentar a maturidade atingida; ele apenas trará um diagnóstico situacional e, com base neste diagnóstico, ações corretivas e ações de suporte poderão ser tomadas.

1.5 Estrutura da Tese

O estudo desenvolvido segue uma ordem lógica de apresentação das seções, o que permite a criação de uma linha de raciocínio condizente com o desenvolvimento da pesquisa. Assim, tem-se a seguinte divisão:

Seção I – Introdução: essa seção introdutória apresenta uma breve descrição do contexto abordado no trabalho, além de apresentar, o problema de pesquisa, os

objetivos estabelecidos e a justificativa para o desenvolvimento deste estudo. Apresenta também a delimitação do escopo e a estrutura organizacional do presente trabalho.

Seção II – Fundamentação Teórica: a segunda seção apresenta os conceitos pertinentes ao desenvolvimento e à compreensão do trabalho, com base em bibliografia reconhecida oficialmente. Nela tem-se a apresentação dos conceitos de Laboratórios de Ensaio e Calibração, Sistemas de Gestão, Modelos de Maturidade e os Métodos Multicritérios de Tomada de Decisão.

Seção III – Metodologia: a terceira seção que compõe esse trabalho apresenta a metodologia adotada para a execução do estudo. Assim, a primeira etapa compreende a condução de uma Revisão Sistemática da Literatura, seguida pela Análise Documental das ISOs e a Integração dos SGs, e então, são apresentadas as fases necessárias para a construção do MM para laboratórios de ensaio e calibração.

Seção IV – Resultados e Discussões: a quarta seção mostra os resultados obtidos por meio da metodologia utilizada nesse trabalho, bem com as análises desses resultados. Assim, apresenta uma análise dos artigos encontrados na Revisão Sistemática da Literatura, a Análise Documental e a Integração dos SGs bem como retrata cada fase de construção do MM.

Seção V – Considerações Finais: a última seção apresenta as considerações gerais referentes ao desenvolvimento desse trabalho, ressaltando os objetivos traçados e os caminhos seguidos para atingir esses objetivos.

A tese conta ainda com o tópico de Referências, o qual apresenta a lista das referências consultadas para a elaboração do trabalho e os Apêndices, que apresentam o quadro com os artigos da revisão sistemática, a integração dos sistemas de gestão e a aplicação do MM em um caso hipotético.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são abordadas as discussões conceituais relevantes para sustentar o entendimento e o desenvolvimento deste estudo. Assim, nas próximas subseções são apresentados os conceitos relacionados aos Laboratórios de Ensaio e Calibração, Sistemas de Gestão e a apresentação das normas utilizadas neste estudo, Modelos de Maturidade e o Método Multicritério de Tomada de Decisão utilizado neste estudo.

2.1 Laboratórios de Ensaio e Calibração

De maneira geral, os laboratórios se fazem presentes e são necessários em diversas atividades do cotidiano, embora muitas vezes sua atuação acontece de maneira implícita. O diagnóstico de doenças, demonstração de evidências em casos de conflito, garantia da qualidade de alimentos, medicamentos, produtos, além da avaliação das características de qualidade ambiental são alguns exemplos de atividades que são realizadas por laboratórios. Assim, os resultados emitidos por laboratórios são importantes para fomentar as mais diversas decisões. O tipo de processo desenvolvido, o segmento de mercado atuante, a finalidade dos resultados emitidos (resultados para controle ou fiscalização, simplesmente avaliação da conformidade, casos judiciais, licenciamentos ambientais, entre outros) definem quais são as atividades laboratoriais e suas políticas que devem ser estabelecidas. Os laboratórios podem constituir a própria organização ou podem fazer parte de uma organização maior. Podem ser entidades particulares ou pertencerem a institutos de ensino e pesquisa, pertencerem a organismos regulares ou ainda, entidades de cunho legal. Entretanto, os laboratórios possuem semelhanças ao estabelecerem práticas rotineiras no desenvolvimento de suas atividades, principalmente quando adotam normativas que representam diretrizes para a execução das atividades (SALGUEIRO, 2012; SOUZA *et al.*, 2020; RODRIGUES *et al.*, 2022).

Os laboratórios de ensaio e calibração, assim como os de outros tipos, são organizações cujos produtos são resultados analíticos e pareceres, também conhecidos por laudos. Conforme a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 (2017), pode-se definir **ensaio** como um método consistente e documentado, que avalia uma amostra definida pelo seu grau de incerteza pertinente a validade ou aplicação de um resultado, isto é, ensaio consiste na realização de testes em amostras, cumprindo

padrões e normas técnicas, a fim de gerar dados que subsidiem as decisões dos clientes. Já **calibração** se refere a uma operação, a qual estabelece sob condições especificadas, uma relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões e as indicações correspondentes com as incertezas associadas, ou seja, a calibração analisa se os instrumentos utilizados no processo de análise estão compatíveis com o desempenho esperado, garantindo a confiabilidade das medições. Laboratórios mecânicos, metalúrgicos, pneumáticos, cerâmicos, têxteis, químicos, microbiológicos, toxicológicos e ambientais são alguns exemplos de laboratórios de ensaio e calibração. Além disso, a acreditação de laboratórios de ensaio e calibração acontece pela Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio - RBLE e pela Rede Brasileira de Calibração (RBC), ambas do INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Para ilustrar esses conceitos apresentados, é possível visualizar no Quadro 1 alguns exemplos de ensaios e calibrações que são realizados por diversos tipos de laboratórios.

Quadro 1 – Alguns exemplos de ensaios e calibrações

Laboratórios de Ensaio	
Ensaio	Aspectos Analisados
Físicos e químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Para águas e efluentes: Cor, turbidez, acidez, alcalinidade, condutividade, odor, oxigênio consumido, oxigênio dissolvido, pH, série de sólidos, sólidos sedimentáveis, dureza, granulometria. • Para águas e efluentes Agregados orgânicos: demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, compostos orgânicos totais, compostos orgânicos dissolvidos, óleos & graxas, fenóis totais, surfactantes, potencial de formação de trihalometanos. • Para águas e efluentes Compostos inorgânicos: metais e semimetais, nutrientes, sulfato, sulfeto, fluoreto, cianeto, cloreto. • Para águas e efluentes Compostos orgânicos: solventes halogenados e aromáticos, pesticidas organoclorados e organofosforados, herbicidas fenoxiácidos clorados, fenóis halogenados, dioxinas e furanos. • Para tecidos e fios: Análise qualitativa e quantitativa do conteúdo fibroso (composição de produtos têxteis); Determinação da solidez da cor à luz, à lavagem, ao suor, à água do mar, à lavagem a seco, à água, à prensagem à quente, à fricção. • Para agregados da construção civil: Determinação de impurezas orgânicas de agregado miúdo, Índice de desempenho de agregado miúdo contendo impurezas orgânicas, Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio, Determinação da percentagem de betume, Determinação da viscosidade Saybolt-Furol, Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland. • Para placas cerâmicas de revestimento: Determinação da resistência ao manchamento, Determinação de resistência ao ataque químico. • Para brinquedos: Determinação da migração de metais pesados por espectrofotometria de absorção atômica, Detecção de pentaclorofenol ou seus sais. • Para alimentos processados lácteos: Determinação da perda por dessecação (umidade) por gravimetria, Determinação de perfil de ácidos graxos (cis e trans) por cromatografia gasosa com detector de ionização de chama.

Quadro1 – Alguns exemplos de ensaios e calibrações

Laboratórios de Ensaio	
Ensaíos	Aspectos Analisados
Mecânicos	<ul style="list-style-type: none"> • Para fios têxteis: Determinação da alteração dimensional a lavagem, Determinação do título de fios têxteis retirados de embalagens – Método condicionado, Determinação da resistência e alongamento de fios, Determinação de coeficiente de fricção fio-metal, Determinação do diâmetro de fios para sutura cirúrgica, Determinação do comprimento de fios para sutura cirúrgica, Determinação da gramatura de tecidos, Determinação da densidade de tecidos planos, Determinação da permeabilidade ao ar de tecidos. • Para agregados da construção civil: Amostragem - Redução de amostra de campo para ensaios em laboratórios, Determinação da composição granulométrica, Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis, Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm por lavagem, Ensaíos de abrasão "Los Angeles", Determinação do inchamento de agregado miúdo, Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro do agregado graúdo, Determinação da densidade e da absorção de água do agregado miúdo, Determinação da resistência à compressão, Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. • Para couro, calçados e artigos afins: Determinação da gramatura, Construção superior do calçado - Determinação da resistência à abrasão Método Martindale, Determinação da carga de ruptura – ruptura de duas bordas, Determinação da cor e do acabamento à fricção, Determinação da resistência à continuação do rasgo, Determinação da permeabilidade ao vapor d'água. • Para materiais metálicos: Determinação de propriedades mecânicas à tração a temperatura ambiente e quente em materiais metálicos, Ensaio de Dobramento, Ensaio de Prova de Carga, Ensaio de Achatamento, Ensaio de fratura, compressão, flexão, cisalhamento, expansão, flangeamento, Microataque de Metais e Ligas, Determinação da Resistência a Torção. • Para placas cerâmicas de revestimento: Análise visual do aspecto superficial, Determinação da absorção de água, porosidade aparente, densidade relativa aparente e densidade aparente, Determinação da carga de ruptura e módulo de resistência à flexão, Determinação da resistência à abrasão superficial, à abrasão profunda e ao gretamento.
Ecotoxicológicos e Toxicológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Ensaíos de toxicidade aguda e crônica com organismos marinhos e de água doce (bactérias, microcrustáceos, antípodas e equinodermos). • Testes de mutagenicidade e genotoxicidade (Teste de Ames, micronúcleo, cometa). • Estudos de bioacumulação em organismos aquáticos.
Microbiológicos, Parasitológicos e Imunoquímicos	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores microbiológicos de contaminação (coliformes totais e termotolerantes, <i>E.coli</i>, <i>Enterococos</i>, <i>Pseudomonas aeruginosa</i>, <i>Clostridium perfringens</i>, <i>S. aureus</i>, <i>C. albicans</i>, bacteriófagos, bactérias heterotróficas). • Patógenos (<i>Salmonella sp</i>, <i>Vibrio cholerae</i>, vírus entéricos, protozoários, helmintos, e outros patógenos entéricos). • Toxinas de cianobactérias: microcistina, cilindrospermopsina e saxitoxina.
Térmicos	<ul style="list-style-type: none"> • Para fios têxteis: Determinação da propagação limitada de chamas, Determinação da transmissão de calor por exposição à chama, Determinação da transmissão de calor por contato produzido por cilindro de aquecimento. • Para refrigeradores, congeladores, combinados e aparelhos similares de uso doméstico: Congeladores, combinados e aparelhos similares de uso doméstico – Determinação da capacidade de congelamento. Refrigeradores, congeladores, combinados e aparelhos similares de uso doméstico – Determinação do tempo de retenção de temperatura.

Quadro1 – Alguns exemplos de ensaios e calibrações

Laboratórios de Ensaio	
Ensaio	Aspectos Analisados
Elétrico e Magnético	<ul style="list-style-type: none"> Para transformador de potência: Ensaio de deslocamento angular em transformador de distribuição, Ensaio de relação de transformação, Ensaio de perdas em vazio e corrente de excitação, Ensaio de medição de resistência a frio e de resistência elétrica dos enrolamentos, Ensaio das perdas em carga e impedância de curto-circuito, Ensaio de elevação no topo do óleo e dos enrolamentos AT a BT de transformador de distribuição, Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico, Para brinquedos: Determinação características de segurança de brinquedos elétricos.
Laboratórios de Calibração	
Aspectos Analisados	Calibrações
Eletricidade e Magnetismo	<ul style="list-style-type: none"> Para medidas de corrente, de energia e de tensão: Fonte de Corrente AC, Medidor de Corrente AC, Fonte de Corrente DC, Medidor de Corrente DC, Medidor de Energia Ativa, Medidor de Energia Reativa, Fonte de Tensão AC, Medidor de Tensão AC, Fonte de Tensão DC, Medidor de Tensão DC. Para medidas de capacitância: Capacitor, Década Capacitiva, Medidor de Capacitância.
Dimensional	<ul style="list-style-type: none"> Para instrumentos e gabaritos de medição de comprimento: Medidor de Altura, Micrômetro de Profundidade, Micrômetro Externo, Paquímetro, Relógio Apalpador, Relógio Comparador, Peneira Granulométrica, Comparador de Diâmetros Internos, Gabarito de Folga, Gabarito de Raio, Régua Graduada. Para máquinas de medição: Máquina de Medição de Forma, Máquina de Medição de Perfil, Máquina de Medição Linear, Máquina de Medição por Coordenadas, Projetor de Perfil, Sistema de Medição Óptico Tridimensional. Para instrumentos e gabaritos de medição de ângulo: Gabarito de Ângulos, Goniômetro, Esquadro, Goniômetro, Nível de Bolha, Nível Eletrônico.
Massa	<ul style="list-style-type: none"> Para instrumentos de medição de massa: Balanças, Peso Padrão, Medição de Massa de Peças Diversas.
Pressão	<ul style="list-style-type: none"> Para medição de pressão e vácuo – princípio relativo: Manômetro Analógico, Manômetro Digital, Transdutor / Transmissor de Pressão com Saída em Unidade Elétrica, Manômetro Analógico Diferencial, Manômetro Digital Diferencial, Transdutor/Transmissor de Vácuo com Saída em Unidade Elétrica, Vacuômetro Analógico, Vacuômetro Digital.
Temperatura e Umidade	<ul style="list-style-type: none"> Para instrumentos de medição de temperatura: Medidor de Temperatura para Sensor Termopar, Medidor de Temperatura para Sensor Termorresistivo ou Outros Sensores, Termômetro de Líquido em Vidro, Termômetro Mecânico, Termopar de Metais Básicos, Termorresistência. Para instrumentos de medição de umidade: Medidor de Umidade Relativa.
Vazão e Velocidade de Fluidos	<ul style="list-style-type: none"> Para instrumentos totalizadores de massa: Totalizador de Massa de Água ou de Outros Líquidos, Exceto Hidrocarbonetos. Para instrumentos totalizadores de volume: Totalizador de Volume de Água ou de Outros Líquidos, Exceto Hidrocarbonetos.
Volume e Massa Específica	<ul style="list-style-type: none"> Para instrumentos de medição de volume de líquidos: Dispensadores, Microvolume, Picnômetro de Vidro, Titulador, Vidraria de Laboratório. Para instrumentos de medição de massa específica/densidade: Densímetro Digital.

Quadro1 – Alguns exemplos de ensaios e calibrações

Laboratórios de Calibração	
Aspectos Analisados	Calibrações
Óptica	<ul style="list-style-type: none"> • Para espectrofotometria: Espectrofotômetro UV e UV-VIS.
Força, Torque e Dureza	<ul style="list-style-type: none"> • Para escalas de máquinas de medição de dureza: Escalas de Máquina de Dureza Brinell, Escalas de Máquina de Dureza Rockwell, Escalas de Máquina de Dureza Shore, Escalas de Máquina de Dureza Vickers. • Para instrumentos de aplicação e medição de torque: Apertadeira e/ou Parafusadeira, Torquímetro Manual Sentido Anti-Horário, Torquímetro Manual Sentido Horário. • Para penetradores de dureza: Penetrador Brinell, Penetrador Rockwell, Penetrador Vickers.
Físico-química	<ul style="list-style-type: none"> • Para instrumentos de medição: Medidor de Condutividade, Medidor de pH. • Para monitores de gases: Detector de Gás com Indicação Direta, Detector de Gás com Indicação Indireta - com saída em sinal elétrico.
Tempo e Frequência	<ul style="list-style-type: none"> • Para instrumentos de frequência e tempo: Gerador de Frequência, Medidor de Frequência, Gerador de Intervalo de Tempo, Medidor de Intervalo de Tempo.
Acústica e Vibrações	<ul style="list-style-type: none"> • Para equipamentos eletromédicos: Audiodosímetro. • Para instrumentos de medição em acústica: Calibrador de Nível Sonoro, Medidor de Nível Sonoro.

Fonte: Adaptado de INMETRO (2023 a e b)

A importância da adoção de normas reconhecidas mundialmente, como o caso das ISOs, volta-se, principalmente, para o aumento da credibilidade dos resultados e serviços prestados. Isso contribui ainda para a organização e o aprimoramento das práticas de trabalho; aumento da competitividade e a conquistas de novos mercados; evidência da competência técnica, ações e decisões embasadas em resultados confiáveis; agilidade, segurança e utilização de controles de qualidade para a manutenção da eficácia e eficiência do processo. Além disso, a implementação de SGs faz com que os processos produtivos apresentem menos falhas e retrabalhos, além de propiciar um local seguro para a execução das atividades laboratoriais (JORNADA, 2009; RODRIGUES *et al.*, 2022).

2.2 Sistemas de Gestão

A globalização e a competitividade entre os países fizeram com que muitas organizações buscassem a implantação de um SG. Isso porque, dentre outros pontos, a finalidade de um SG é prover às organizações um modelo de gestão eficaz que permita que o valor percebido pelo cliente de seus produtos e/ou serviços aumentem constantemente (MORAES, 2015). Assim, um SG segundo a ABNT NBR ISO 9000 (2015), compreende “um conjunto de elementos interrelacionados ou interativos de

uma organização para estabelecer políticas, objetivos e processos para alcançar estes objetivos.”. Esses elementos estabelecem a estrutura, papéis e responsabilidades, planejamento, operação, políticas, práticas, regras, crenças, objetivos da organização e processos para alcançar os objetivos organizacionais. Além disso, o escopo de um SG pode incluir a totalidade da organização ou funções e seções específicas de uma organização.

De acordo com Chatzoglou *et al.* (2015), a implantação de SGs promove condições para que as organizações sobrevivam em diferentes conjunturas econômicas, indicando a necessidade de adequação aos protocolos de segurança, via atuação ética, humanizada e sustentável. Entretanto, segundo Moraes (2015) existem alguns fatores que as organizações precisam levar em consideração para ter sucesso na implantação de SGs, como por exemplo, a cultura e o clima organizacional e a escolha das ferramentas a serem utilizadas para a implantação dos SGs. Além disso, a organização deve buscar a satisfação de seus colaboradores, assim como a melhoria contínua de seus processos, respeitando a sociedade e as legislações ambientais.

2.2.1 Sistema de Gestão da Qualidade

O propósito de um sistema de gestão da qualidade - SGQ é justamente criar atividades de gestão da produção que contribuam para evitar a ocorrência de casos de não atendimento de requisitos dos clientes, contribuindo assim para o bom atendimento e para a redução de desperdícios (CARPINETTI; GEROLAMO, 2016). A norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 descreve procedimentos de ensaio e calibração aplicáveis a laboratórios que realizam todos os tipos de ensaios e/ou calibrações. Esta norma pode ser utilizada para regulamentar um SGQ e as operações técnicas e administrativas, uma vez que possui requisitos para que os laboratórios produzam resultados tecnicamente válidos (ABNT, 2017).

Isso porque o principal objetivo desse SGQ é o estabelecimento de procedimentos de avaliação de conformidade, com o intuito de garantir que os produtos sejam apresentados de forma objetiva, imparcial, confiável e aceitável por todas as partes interessadas, enquanto os processos e serviços prestados atendem aos requisitos definidos por esta norma. Além disso, a utilização desta norma facilitará a cooperação entre laboratórios e outros órgãos e auxiliará na troca de informações e experiências e na harmonização de padrões e procedimentos. Ou seja, a aceitação

dos resultados entre organizações nacionais e internacionais é facilitada se os laboratórios estiverem em conformidade com esta norma (ELAPANDA *et al.*, 2019; STOJKOVIC *et al.*, 2021).

A versão mais recente da norma possui oito requisitos (Escopo, Referências Normativas, Termos e Definições, Requisitos Gerais, Requisitos de Estrutura, Requisitos de Recursos, Requisitos de Processo, Requisitos do Sistema de Gestão) com itens e subitens que os laboratórios devem atender para serem acreditados. A inovação mais significativa, além da estrutura, está no pensamento baseado em riscos, o qual exige que o laboratório planeje e implemente medidas relacionadas a riscos e oportunidades. Lidar com riscos e oportunidades é a base para aumentar a eficácia do SGQ, o que possibilita alcançar melhores resultados e prevenir efeitos negativos. Dentro do escopo de implantação, o laboratório é responsável por decidir quais riscos e oportunidades deve abordar (ABNT, 2017; STOJKOVIC *et al.*, 2021).

Atualmente, no Brasil, 1.307 laboratórios de ensaio e 493 laboratórios de calibração são acreditados, com seus sistemas de gestão baseados na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017, isto é, são reconhecidos oficialmente por entidades de terceira parte, perante um escopo pré-definido (INMETRO, 2023 a e b).

2.2.2 Sistema de Gestão Ambiental

Ao analisar o viés da sustentabilidade, com o crescente aumento da conscientização ambiental e com a diminuição dos recursos naturais, a norma ABNT NBR ISO 14001:2015 vem influenciando cada vez mais as organizações. A norma contribui de forma sistematizada na redução dos impactos ambientais associados aos seus processos e não somente na disposição final dos seus resíduos, mas também na diminuição da geração e uso consciente dos recursos. Utiliza um conjunto de elementos inter-relacionados para desenvolver e implementar sua política ambiental e gerenciar seus aspectos ambientais com o equilíbrio das necessidades socioeconômicas com proteção ambiental e prevenção de poluição para melhorar o desempenho ambiental. Além disso, a alavancagem da empresa no mercado, a transição de práticas convencionais para sustentáveis, o melhor relacionamento com a comunidade decorrente do melhor desempenho ambiental são um conjunto de fatores que contribuem para o interesse das empresas em implementar a norma. (ABNT, 2015; CAMPOS *et al.*, 2015; PURWANTO *et al.*, 2020).

Do ponto de vista normativo, a ABNT NBR ISO 14001:2015 define um Sistema de Gestão Ambiental - SGA como um conjunto de elementos inter-relacionados, parte do sistema de gestão de uma organização, utilizados para desenvolver e implementar sua política ambiental e gerenciar seus aspectos ambientais. Padrões e procedimentos podem ser usados pela organização para colocar um SGA em operação. Para tanto, a norma está dividida em 10 requisitos (Escopo, Referências Normativas, Termos e Definições, Contexto da Organização, Liderança, Planejamento, Apoio, Operação, Avaliação de Desempenho e Melhoria), além de diversos itens e subitens (ABNT, 2015).

Por ser uma norma orientada a processos, a ISO 14001 não dita objetivos ambientais específicos a serem alcançados. Em vez disso, auxilia as empresas a projetar e implementar sistemas para gerenciar seu impacto no meio ambiente. Sua adoção é voluntária, e no Brasil, atualmente, 1.335 organizações possuem certificados válidos perante a ISO 14001 (ARAGÓN-CORREA; MARCUS; VOGEL, 2020; AROCENA; ORCOS; ZOUAGHI, 2023; INMETRO, 2023c).

2.2.3 Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional

Existe o pressuposto de que, a maioria das empresas não encaram a segurança e saúde no trabalho (SST) como uma gestão orientada para o custo-benefício, isto é, assume-se que a SST corresponde a um custo que é necessário minimizar, adotando somente os requisitos legais que são impostos pelas entidades reguladoras. Por outro lado, as empresas que encaram a SST como um investimento, deparam-se com uma vasta gama de benefícios, como a redução do absentismo, a motivação dos trabalhadores, o aumento da produtividade e a redução de custos com acidentes de trabalho. Devido ao aumento da exposição aos acidentes e doenças do trabalho, e à conseqüente pressão exercida pela sociedade, algumas empresas já começaram a abordar a SST de forma sistemática e integrada (MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019).

Assim, o sistema de Gestão em Saúde e Segurança Ocupacional (SGSSO), estabelecido pela ABNT NBR ISO 45001:2018 tem como objetivo proporcionar um método de avaliar e de melhorar comportamentos relativos à prevenção de incidentes e de acidentes no local de trabalho. Isso é possível por meio da gestão de riscos e perigos que, além de melhorar continuamente as condições de segurança no ambiente, estabelecem uma imagem responsável no mercado em que atuam e

aumentam a produtividade. No entanto, pode haver vários desafios na implementação da ISO 45001:2018 dependendo dos recursos disponíveis em cada organização e parâmetros como familiaridade com o SGSSO e outras normas ISO, comprometimento da gestão, maturidade cultural etc. (MORGADO; SILVA; FONSECA, 2019; KARANIKAS *et al.*, 2021; LIU *et al.*, 2023).

A ABNT NBR ISO 45001:2018 especifica os requerimentos para um sistema de gestão da segurança e saúde ocupacional (SSO), fornecendo orientação para o seu uso, de modo a capacitar as organizações a proporcionar locais de trabalho seguros e saudáveis, prevenindo lesões e doenças ocupacionais. Ela está segmentada em Escopo, Referências Normativas, Termos e Definições, Contexto da Organização, Liderança e Participação dos Trabalhadores, Planejamento, Suporte, Operação, Avaliação de Desempenho e Melhoria (ABNT, 2018).

2.2.4 Sistema de Gestão Integrado

Para ajudar a melhorar a eficiência geral e a competitividade do mercado, as organizações têm cada vez mais adotado e implementado várias normas de sistemas de gestão. Essa tendência é visível pelo aumento do número de organizações com as normas mais amplamente adotadas, como normas de qualidade e gestão ambiental (IKRAM; SROUFE; ZHANG, 2020). Entretanto, ao considerar como esses sistemas são suportados e implantados, o gerenciamento deles se torna mais complexo devido ao número crescente de medidas de desempenho entre as funções. Isso, por sua vez, pode causar dificuldades na implantação e controle dos sistemas, custos elevados e entraves burocráticos. Levando em consideração a estrutura semelhante dos sistemas de negócios, um Sistema de Gestão Integrado (SGI) parece ser uma estratégia adequada para gerenciar as complexas e diversas expectativas e demandas das partes interessadas (BAUMGARTNER; RAUTER, 2017).

Os sistemas de gestão qualidade baseado na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017, de gestão ambiental baseado na ABNT NBR ISO 14001:2015 e de gestão saúde e segurança ocupacional baseado na ABNT NBR ISO 45001:2018 possuem semelhanças e atividades comuns (política, planejamento, documentação, avaliação, envolvimento das partes interessadas e melhoria contínua), sendo possível realizar a integração destas atividades, compondo o chamado SGI. Com esta integração é possível aproveitar as sinergias existentes entre os sistemas, quer ao nível do investimento realizado e do seu retorno, quer na sistematização e

formalização dos processos de trabalho dentro da organização Além disso, a implementação de SGIs em uma organização corresponde uma decisão estratégica e operacional que contribui para o funcionamento eficiente em termos de qualidade, meio ambiente, saúde e segurança ocupacional (ABNT, 2017; ABNT, 2015; ABNT, 2018; RAMOS; AFONSO; RODRIGUES, 2020).

Desde a integração dos sistemas de gestão se espalhou, diversas diferenças foram identificadas na interpretação do que é a integração e como deve ser realizada. Em resumo, um SGI completo deve cobrir todos os requisitos estipulados pelos padrões de aplicação, sejam gerais ou setoriais, específicos de funções ou genéricos de funções, e os processos de gerenciamento devem se estender a todas as partes do negócio, para que as organizações derivem benefício significativo da integração (LÓPEZ-FRESNO, 2010).

2.3 Modelos de Maturidade

Em geral, maturidade implica certo progresso no desenvolvimento de um sistema para atingir um estado-alvo (SCHUMACHER; EROL; SIHN, 2016). Para explicar isso, foram criados modelos que indicam os recursos (competência específica que deve existir em uma organização para executar processos de gerenciamento de projetos e fornecer serviços de gerenciamento de projetos e produtos) de uma organização. Esses recursos são apresentados de maneira agrupada e geralmente descrevem o grau de consistência, visibilidade e controle dentro da organização. Assim, os modelos passam de um nível baixo, também conhecido como "ad hoc" ou "reativo", para um nível alto, "otimizado", em que processos de *feedback* e melhoria contínua são incorporados. A melhoria contínua é frequentemente alcançada por meio da criação de processos de revisão ou auditoria usados no dia a dia para avaliar sua eficácia, identificar melhorias e implementá-las. Dessa forma, os MMs ajudam a empresa a ver onde está e quanto tempo levará para alcançar as melhores práticas (DOMINGUES, SAMPAIO, AREZES, 2014; TAHRI, DRISSI-KAITOUNI, 2015; DOMINGUES, SAMPAIO, AREZES, 2016; MOUMEN, ELAOUFIR, 2018).

Os MMs podem ser usados para analisar e avaliar habilidades e níveis de desenvolvimento de produtos ou processos, além de fornecerem incentivos e medidas para aumentar o estágio em que uma organização ou processo está. Os MMs podem ser limitados a uma medição de competência ou podem fazer parte de uma análise de habilidades. Eles podem fornecer informações sobre as causas dos déficits de

maturidade ou podem propor instruções para soluções para melhorar a maturidade. Assim, os MMs permitem uma avaliação objetiva e, ainda, uma análise de impacto, em que os pontos fortes e fracos da empresa podem ser avaliados ou comparados com outras empresas e sugestões de atividades futuras com base no nível de maturidade atual são possíveis (SCHUMACHER; NEMETH; SIHN, 2019; KLUTH *et al.* 2014; HEIN-PENSEL *et al.*, 2023).

Diferentes modelos de maturidade existentes foram estabelecidos em diferentes campos de aplicação, como modelos de maturidade nos campos de gerenciamento de projetos e processos, modelos baseados no gerenciamento da qualidade e ferramentas do campo de desenvolvimento, modelos de análise de maturidade para verificar o status dos processos de negócios, entre outros. O *Quality Management Maturity Grid* de Crosby é considerado o primeiro modelo de maturidade conhecido. O *Capability Maturity Model* (CMM) é um modelo de maturidade desenvolvido pelo Instituto de Engenharia de *Software* da Universidade Carnegie Mellon (SEI), que serviu de base para a preparação de vários outros modelos. Um dos modelos mais populares do CMM é o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*). Existe também um modelo de maturidade para avaliação de Sistemas de Gestão da Qualidade, que foi introduzido na ISO 9004 (POLTRONIERI, GANGA, GEROLAMO, 2019; HEIN-PENSEL *et al.*, 2023).

Conforme descrito por Pöppelbuß e Röglinger (2011) e por Bruin *et al.* (2005), os MMs podem ser classificados em três categorias conforme o propósito do uso:

- Descritivo: um MM serve a um propósito descritivo de uso se for aplicado para avaliações como do estado real, isto é, as capacidades atuais da organização são avaliadas com relação a determinados critérios. Dessa forma, o MM é usado como uma ferramenta de diagnóstico. Os níveis de maturidade atribuídos podem ser relatados às partes interessadas internas e externas. Neste tipo de MM, não existe ações voltadas para o aumento e/ou manutenção da maturidade.
- Prescritivo: um MM serve a um propósito prescritivo de uso se indicar os níveis desejáveis de maturidade e fornecer diretrizes sobre medidas de melhoria. Ou seja, representam modelos normativos que fornecem recomendações claras para ação e diretrizes para o desenvolvimento da maturidade, com o intuito de agregar valor ao negócio.

- Comparativo: um MM serve a um propósito comparativo de uso se permitir *benchmarking* interno ou externo. Ou seja, dados históricos suficientes de muitas organizações que usam esse tipo de MM permitem que os níveis de maturidade possam ser comparados, embora reconheça que níveis de maturidade semelhantes não significam, necessariamente, níveis de valor agregado similares.

Quanto ao processo de construção de um MM, Bruin *et al.* (2005) sugerem o modelo de procedimento, o qual propõem seis fases destinadas a orientar o desenvolvimento de um modelo descritivo de maturidade e seu avanço para fins prescritivos e comparativos. As fases são definição do escopo, definição do *design*, definição de conteúdo, teste, implantação e manutenção, as quais são apresentadas detalhadamente no tópico 3.2.3 – Fases de construção do Modelo de Maturidade.

Os autores Pöppelbuß e Röglinger (2011) propõem ainda uma série de princípios que os MMs devem atender para serem eficazes em seus propósitos de usos. Os princípios são agrupados em princípios básicos, princípios para um propósito descritivo de uso e princípios para um propósito prescritivo de uso. Os princípios para o propósito comparativo de uso não foram estabelecidos, pois sofrem influência direta de fatores externos à organização. Os princípios estão descritos no Quadro 2. Os princípios básicos devem ser tratados independentemente de uma finalidade específica de uso. Já os modelos descritivos também devem atender aos princípios básicos e, os prescritivos devem cumprir os princípios básicos e descritivos, como pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 - Organização dos princípios



Fonte: Pöppelbuß e Röglinger (2011)

Quadro 2 – Descrição dos princípios para os MMs

Princípios Básicos	Provisão de informação básica	<ul style="list-style-type: none"> • Domínio da aplicação e pré-requisito para aplicabilidade; • Propósito de uso; • Público – alvo; • Classe de entidade sob investigação; • Diferenciação de modelos de maturidade correlatos; • Processo de <i>design</i> e abrangência da validação empírica.
	Definição de construtos centrais relacionados a maturidade e maturação	<ul style="list-style-type: none"> • Maturidade e dimensões de maturidade; • Níveis de maturidade e caminhos de maturação; • Bases teóricas de sustentação à evolução e mudança.
	Definição dos construtos centrais relacionados ao domínio de aplicação	
	Documentação orientada ao público-alvo	
Princípios Descritivos	Critérios intersubjetivamente verificáveis para cada nível de maturidade	
	Metodologia de avaliação orientada ao público-alvo	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo procedural; • Orientações em relação aos critérios de avaliação; • Orientações sobre a adaptação e configuração dos critérios; • Conhecimento proveniente de aplicações prévias.
Princípios Prescritivos	Medidas de melhoria para cada nível de maturidade	
	Cálculos de decisão para selecionar medidas de melhoria	<ul style="list-style-type: none"> • Explicação de objetivos relevantes; • Explicação de fatores de influência relevantes; • Distinção entre um relatório externo e uma perspectiva de melhoria interna.
	Metodologia orientada ao público-alvo	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo procedural; • Orientações na avaliação de variáveis; • Orientações na concretização e adaptação das medidas de melhoria; • Orientações na adaptação e configuração dos cálculos de decisão; • Conhecimento proveniente de aplicações prévias.

Fonte: Pöppelbuß e Röglinger (2011)

Khoshgoftar e Osman (2009) afirmaram que, em níveis de maturidade mais altos, espera-se que as empresas sejam mais bem gerenciadas e, portanto, qualquer atividade que elas realizem será menos arriscada e mais propensa a entregar um produto de qualidade que atenda ao orçamento e ao cronograma. Cabe a ressalva de que, segundo os autores Becker, Knackstedt e Pöppelbuß (2009), os MMs inerentemente tornam-se obsoletos devido a mudanças nas condições, progresso tecnológico ou novos *insights* científicos, e as modificações podem ser acomodadas em uma nova versão do modelo. Assim, se um MM permanecer inalterado para a sua área, ele ainda sim precisa ser validado regularmente por meio de avaliações apropriadas.

2.4 Métodos Multicritérios de Tomada de Decisão

Métodos multicritérios de tomada de decisão (*Multiple Criteria Decision Method* – MCDM), ou Apoio Multicritério à Decisão (AMD), ou ainda Análise de decisão multicritério (MCDA) correspondem a um termo geral para métodos que fornece uma abordagem quantitativa sistemática para apoiar a tomada de decisões em problemas que envolvem múltiplos critérios e ações. O objetivo é facilitar a escolha de todos os critérios objetivos e subjetivos importantes da consideração do problema, usando um processo de decisão mais explícito, racional e eficiente. Cada um desses critérios é usado para avaliar qualquer ação potencial em uma escala quantitativa ou qualitativa apropriada (HATAMI-MARBINI; TAVANA, 2011; SOTOUDEH-ANVARI, 2022; HOSOULI *et al.*, 2023).

Em geral, os métodos MCDM são classificados em dois grupos em relação ao espaço de decisão: múltiplos atributos de tomada de decisão - MADM e métodos de tomada de decisão multiobjetivo - MODM. Problemas discretos de tomada de decisão com alternativas predeterminadas (o número de alternativas é finito) são abordados por métodos MADM e para lidar com os problemas contínuos em que o número de alternativas é infinito, MODM são usados (SOTOUDEH-ANVARI, 2022). No caso deste estudo, o MCDM utilizado é um MADM.

As metodologias para decisão multicritério têm sido usadas na solução de muitos problemas de decisão diferentes. Em geral, a metodologia deve fornecer a solução melhor ou ideal com base na análise dos elementos (critérios e alternativas) em relação ao objetivo (YU *et al.* 2018). Assim, um problema MCDM consiste em encontrar a melhor solução a partir de alternativas viáveis avaliadas sob uma série de critérios conflitantes, tanto quantitativos quanto qualitativos. Suponha que um tomador de decisão (DM) deva classificar n alternativas (também conhecidas como opções ou escolhas), ou seja, $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ em relação a m critérios, ou seja, $C_1, C_2, C_3, \dots, C_m$. Seja x_{ij} a pontuação de A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) no critério C_j ($j = 1, 2, \dots, m$) e também suponha que ω_j seja o peso relativo de C_j , em que $\omega_j > 0$ e $\sum_{j=1}^m \omega_j = 1$. Este problema pode ser expresso como a seguinte matriz de decisão (SOTOUDEH-ANVARI, 2022):

$$D = (x_{ij})_{n \times m} = \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11}^{C_1} & x_{12}^{C_2} & x_{1m}^{C_m} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Dessa forma, as principais etapas dos métodos MCDM incluem definição do problema, determinação de alternativas, determinação de critérios, construção de matrizes de decisão, determinação do peso dos critérios e classificação de alternativas. Os critérios de decisão são frequentemente agrupados em duas categorias, a saber, critérios de benefício, de modo que quanto maior a pontuação da alternativa, melhor o desempenho (por exemplo, lucro) e critérios de custo, de modo que quanto menor a pontuação da alternativa, melhor o desempenho (por exemplo, preço). Assim, por meio de uma relação matemática entre critérios e alternativas, chega-se a um ranqueamento das soluções, desde a alternativa mais preferida até a menos preferida (ZAVADSKAS; PODVEZKO, 2016; SOTOUDEH-ANVARI *et al.*, 2018; NADKARNI; PUTHUVAYI, 2020; WANG *et al.*, 2021; SOTOUDEH-ANVARI, 2022).

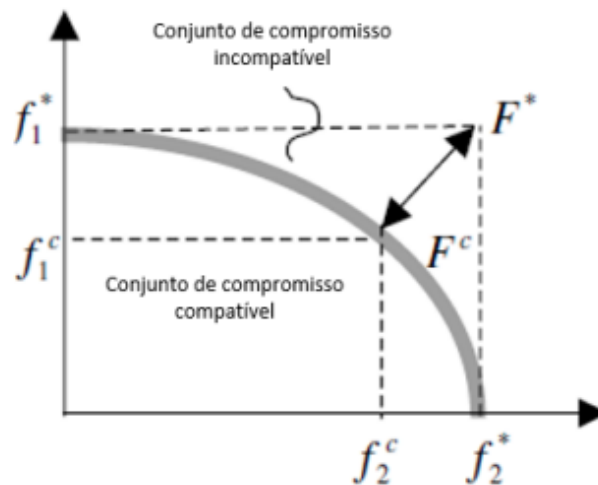
Associado ao MCDM, uma teoria que está sendo utilizada para auxiliar na solução de problemas em que há ambiguidade na medição de performances e na determinação de pesos para critérios é a teoria difusa (*fuzzy*) (HATAMI-MARBINI; TAVANA, 2011; WECKENMANN, AKKASOGLU, 2012). A teoria dos conjuntos *fuzzy* foi proposta por Zadeh, em 1965 e tem sido considerada como base para abordagens linguísticas (ou numéricas) e de caráter impreciso. Um conjunto *fuzzy* é uma classe de objetos com um *continuum* de graus de associação. Esse conjunto é caracterizado por uma função de associação (característica) que atribui a cada objeto um grau de associação que varia entre zero e um (ZADEH, 1965). Esta característica faz com que a lógica *fuzzy* se assemelhe à forma de raciocinar humana, que lida com aproximações, incertezas e suposições (MÜHLBAUER, 2013). Dessa forma, é possível alterar os termos linguísticos em números, o que facilita a compreensão dos resultados da avaliação de maturidade. Ao utilizar uma escala simples não expressa com precisão os resultados da maturidade devido às características complexas e subjetivas de uma avaliação com termos linguísticos (YU *et al.*, 2018).

2.4.1 *Fuzzy* VIKOR

O método de classificação de compromisso VIKOR (*Vlsekriterijumska optimizacija i KOmpromisno Resenje*), apresentado por Opricovic, em 1998, é exibido como uma técnica aplicável para lidar com problemas de tomada de decisão multicritério que possuem critérios não comensuráveis (unidades diferentes) e conflitantes. A solução de compromisso é um índice de classificação baseado na

medida particular de "proximidade" da solução "ideal", estabelecido por concessões mútuas. Ou seja, ele se concentra na classificação e seleção de um conjunto de alternativas e determina soluções de compromisso para um problema com critérios conflitantes, o que pode ajudar os tomadores de decisão a chegar a uma decisão final. A solução de compromisso é uma solução factível que é a mais próxima do ideal. Isto é, o modelo VIKOR é adotado para medir a solução de compromisso que está mais distante da solução ideal negativa (SIN) e mais próxima da solução ideal positiva (SIP) e classificar as alternativas de decisão (OPRICOVIC, 1998; OPRICOVIC, 2011; LAM *et al.*, 2021). É possível visualizar no Gráfico 1 o conceito do método VIKOR para a tomada de decisão entre dois critérios distintos. Em que, F^* representa a decisão alvo entre os critérios 1 e 2 (C_1 e C_2), F^c representa a solução de compromisso entre C_1 e C_2 , f_1^* representa a solução ideal positiva de C_1 , f_2^* representa a solução ideal positiva de C_2 , f_1^c representa a solução de compromisso de C_1 e f_2^c representa a solução de compromisso de C_2 .

Gráfico 1 - Conceito do método VIKOR



Fonte: Adaptado de Opricovic e Tzeng (2004) e Antunes (2020)

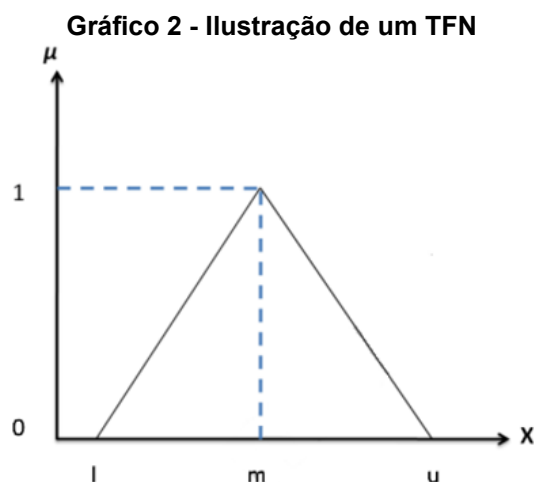
Devido à subjetividade e incerteza dos dados, a lógica *fuzzy* é agregada ao modelo VIKOR para auxiliar na avaliação dos critérios propostos (LAM *et al.*, 2021). Assim, o método *fuzzy* VIKOR se concentra na classificação e seleção de um conjunto de alternativas em um ambiente *fuzzy*. A imprecisão na tomada de decisão multicritério é modelada usando a teoria dos conjuntos difusos para definir os critérios e a importância dos critérios (pesos) (OPRICOVIC, 2011).

O uso da lógica *fuzzy* e o método VIKOR associado a avaliação de maturidade é algo consolidado e pode ser encontrado em vários trabalhos como no de Yu *et al.*

(2018), em que uma metodologia *fuzzy* AHP-VIKOR é usada para tomar uma decisão entre opções de estratégias de gestão do ciclo de vida do produto; em Ikram *et al.* (2020) com o desenvolvimento de um sistema de gestão integrado com o uso de uma abordagem AHP-Fuzzy VIKOR; em Taylan *et al.* (2020) no qual foi realizado uma avaliação de sistemas de energia usando abordagens Extended *Fuzzy* AHP, *Fuzzy* VIKOR e TOPSIS para gerenciar opiniões não cooperativas; em Yilmaz (2022) com a discussão sobre a avaliação das barreiras da Indústria 4.0 pelo método *fuzzy* VIKOR; no trabalho de Ayouni *et al.* (2021) em que o *fuzzy* VIKOR é utilizado para avaliar sistemas de gestão de aprendizagem no ensino superior; e, em Büyüközkan e Güler (2020) foi realizada uma análise da maturidade digital de empresas por meio de métodos multicritérios, incluindo o *fuzzy* VIKOR.

O número *fuzzy* triangular (TFN) tem sido a forma mais popular de apresentar números *fuzzy*. O TFN é um número *fuzzy* representado com três pontos, $\tilde{A} = (l, m, u)$, e a sua forma gráfica pode ser visualizada no Gráfico 2. Esta representação é interpretada como uma função de pertinência nas seguintes condições: (1) l para m é uma função crescente, (2) m para u é uma função decrescente e (3) $l \leq m \leq u$ (BANAEIAN *et al.*, 2018).

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{para } x < l, x > u \\ \frac{x-l}{m-l}, & \text{para } l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & \text{para } m \leq x \leq u \end{cases} \quad (2)$$



Fonte: Adaptado de Banaeian *et al.* (2018)

Para dois TFNs $\tilde{A} = (l_1, m_1, u_1)$ e $\tilde{B} = (l_2, m_2, u_2)$, operações com esses números podem ser definidas como (BANAEIAN *et al.*, 2018):

$$\text{Adição: } \tilde{A} \oplus \tilde{B} = (l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (3)$$

$$\text{Subtração: } \tilde{A} \ominus \tilde{B} = (l_1, m_1, u_1) \ominus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2) \quad (4)$$

$$\text{Multiplicação: } \tilde{A} \otimes \tilde{B} = (l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) = (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2) \quad (5)$$

$$\text{Divisão: } \tilde{A}/\tilde{B} = (l_1, m_1, u_1)/(l_2, m_2, u_2) = (l_1/l_2, m_1/m_2, u_1/u_2) \quad (6)$$

$$\text{Distância } (d) (\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2]} \quad (7)$$

O número *fuzzy* pode ser transferido para um número real por meio de defuzzificação da seguinte forma (EFTEKHARY *et al.* 2012):

$$\text{Crisp } (\tilde{A}) = \frac{l + 2m + u}{4} \quad (8)$$

Determinar as variáveis linguísticas apropriadas para medir os pesos dos critérios de avaliação e avaliar a classificação de desempenho das alternativas em relação a cada critério é de suma importância. Essas variáveis linguísticas podem ser expressas por TFNs positivos, e deve-se notar que os valores da função de pertinência podem ser determinados usando dados históricos e opiniões detalhadas de especialistas (LIU *et al.*, 2012).

As alternativas potenciais são determinadas e os fatores de avaliação (critérios) são criados com base nas preferências dos especialistas (tomadores de decisão). Suponha que existam m alternativas, n critérios e k tomadores de decisão. As variáveis linguísticas apropriadas são determinadas por especialistas para ponderação dos critérios ($\tilde{w}_j = (\tilde{l}_j, \tilde{m}_j, \tilde{u}_j)$) e as classificações linguísticas são determinadas para fornecedores com relação aos critérios (\tilde{w}_{ij}) como TFN. Na etapa inicial dos métodos de seleção de alternativas, são construídos pesos de critérios agregados e classificações de alternativas (matriz de decisão), observando que as alternativas são denotadas por $i = 1, 2, \dots, m$ e os critérios incluem $j = 1, 2, \dots, n$. Os pesos dos critérios são combinados para obter o peso *fuzzy* agregado \tilde{w}_j do critério C_j e a classificação *fuzzy* agregada \tilde{x}_{ij} da alternativa A_i sob o critério C_j (BANAEIAN *et al.*, 2018).

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{k} [\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^k] \quad (9)$$

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{k} [\tilde{w}_j^1 + \tilde{w}_j^2 + \dots + \tilde{w}_j^k] \quad (10)$$

Os pesos dos critérios *fuzzy* agregados e a matriz de decisão podem então ser construídos da seguinte forma (BANAEIAN *et al.*, 2018):

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1 + \tilde{w}_2 + \dots + \tilde{w}_n]; \tilde{X} = \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Assim, o *fuzzy* VIKOR funciona de acordo com os seguintes passos. O melhor valor *fuzzy* $\tilde{f}_j^* = (l_j^*, m_j^*, u_j^*)$ e o pior valor *fuzzy* $\tilde{f}_j^\circ = (l_j^\circ, m_j^\circ, u_j^\circ)$ são determinados respectivamente como (BANAEIAN *et al.*, 2018):

$$\tilde{f}_j^* = \text{MAX}_i \tilde{x}_{ij}, \quad \tilde{f}_j^\circ = \text{MIN}_i \tilde{x}_{ij} \quad (12)$$

A diferença *fuzzy* \tilde{d}_{ij} entre \tilde{x}_{ij} e o melhor valor *fuzzy* \tilde{f}_j^* (ou do pior valor *fuzzy* \tilde{f}_j°) pode ser obtido por meio (OPRICOVIC, 2011; LIU *et al.*, 2012):

$$\tilde{d}_{ij} = (\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}) / (u_j^* - l_j^\circ) \quad (13)$$

A distância \tilde{S}_i da alternativa A_i para o melhor valor *fuzzy* \tilde{f}_j^* , assim como a distância \tilde{R}_i da alternativa A_i para o pior valor *fuzzy* \tilde{f}_j° pode ser obtida por meio (OPRICOVIC, 2011; LIU *et al.*, 2012):

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^m (\tilde{w}_j \otimes \tilde{d}_{ij}) \quad (14)$$

$$\tilde{R}_i = \text{MAX}_j (\tilde{w}_j \otimes \tilde{d}_{ij}) \quad (15)$$

Em que $\tilde{S}_i = (S_i^l, S_i^m, S_i^u)$ é uma soma ponderada *fuzzy* referente à medida de distância da alternativa A_i do melhor valor *fuzzy*; da mesma forma, $\tilde{R}_i = (R_i^l, R_i^m, R_i^u)$ é um operador *fuzzy* MAX denotando a medida de distância do pior valor *fuzzy* da alternativa A_i e \tilde{w}_j é a média do peso de importância do critério C_j . O valor de $\tilde{Q}_i = (l_i, m_i, u_i)$ pode ser calculado como (OPRICOVIC, 2011; LIU *et al.*, 2012):

$$\tilde{Q}_i = v[(\tilde{S}_i - \tilde{S}^*) / (S^{ou} - S^{*l})] \oplus (1 - v)[\frac{\tilde{R}_i - \tilde{R}^*}{R^{ou} - R^{*l}}] \quad (16)$$

Em que $\tilde{S}^* = \text{MIN}_i \tilde{S}_i$, $S^{ou} = \text{MAX}_i \tilde{S}_i$, $\tilde{R}^* = \text{MIN}_i \tilde{R}_i$, $R^{ou} = \text{MAX}_i \tilde{R}_i$, e v ($v = n + 1/2n$) é o peso do critério. O peso v é uma ponderação descrita pelos autores como critério majoritário. Costuma-se defini-lo como $v = 0,5$. Os melhores valores de S e de

R são denotados por \widetilde{S}^* e \widetilde{R}^* , respectivamente. Os valores de \widetilde{S}_i , \widetilde{R}_i e \widetilde{Q}_i podem ser defuzzificados e convertidos em números *críps* (reais) S_i , R_i e Q_i usando a Equação 8. Em seguida, as alternativas podem ser classificadas em três listas de classificação em ordem ascendente de S, R e Q. A solução de compromisso, a alternativa ($A^{(1)}$), pode ser proposta como a mais bem classificada pela medida Q (mínimo – a ordenação é em ordem crescente). Esta solução é determinada desde que duas condições sejam satisfeitas (OPRICOVIC, 2011; LIU *et al.*, 2012):

- C1 – Vantagem aceitável: $Q(A^{(2)}) - Q(A^{(1)}) \geq DQ$, em que $A^{(2)}$ é a alternativa com a segunda posição no ranking dado por Q e $DQ = 1/(m-1)$;
- C2 - Estabilidade Aceitável: A alternativa $A^{(1)}$ deve ser a mais bem classificada em relação a S_j e/ou R_j . Essa solução de compromisso é estável durante um processo de tomada de decisão, que pode ser: “votação por regra da maioria” (quando $v > 0,5$ é necessário), ou “por consenso”, com $v \approx 0,5$, ou “com veto” ($v < 0,5$). Aqui, denota o peso da estratégia de tomada de decisão da utilidade máxima do grupo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção são apresentados os caminhos escolhidos para o desenvolvimento deste estudo.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Köche (2011) retrata que o método científico “envolve um suceder alternativo entre reflexão e experimento, em que o pesquisador elabora ideias ou hipóteses definidas à luz do conhecimento disponível”. Assim, quando se considera o desenvolvimento do método, encontra-se várias formas de abordagem quanto ao raciocínio lógico. Segundo Appolinário (2016), as pesquisas científicas podem ser classificadas de acordo com seis dimensões que compreendem a natureza, a finalidade, o tipo de pesquisa, a estratégia a ser adotada, a temporalidade e o delineamento.

Com relação à natureza, a pesquisa desenvolvida pode ser considerada qualitativa, uma vez que apresenta as interpretações feitas pela autora sobre as normas, bem como os seus requisitos, para então integrá-los e posteriormente avaliá-los, por meio de um MM. Com relação à finalidade, a pesquisa é do tipo aplicada, já que possui o objetivo de utilizar os resultados alcançados para a geração de consequências práticas tanto no universo acadêmico como também no empresarial, ao propor um modelo de avaliação do nível de maturidade de SGI para laboratórios de ensaio e calibração (APPOLINÁRIO, 2016).

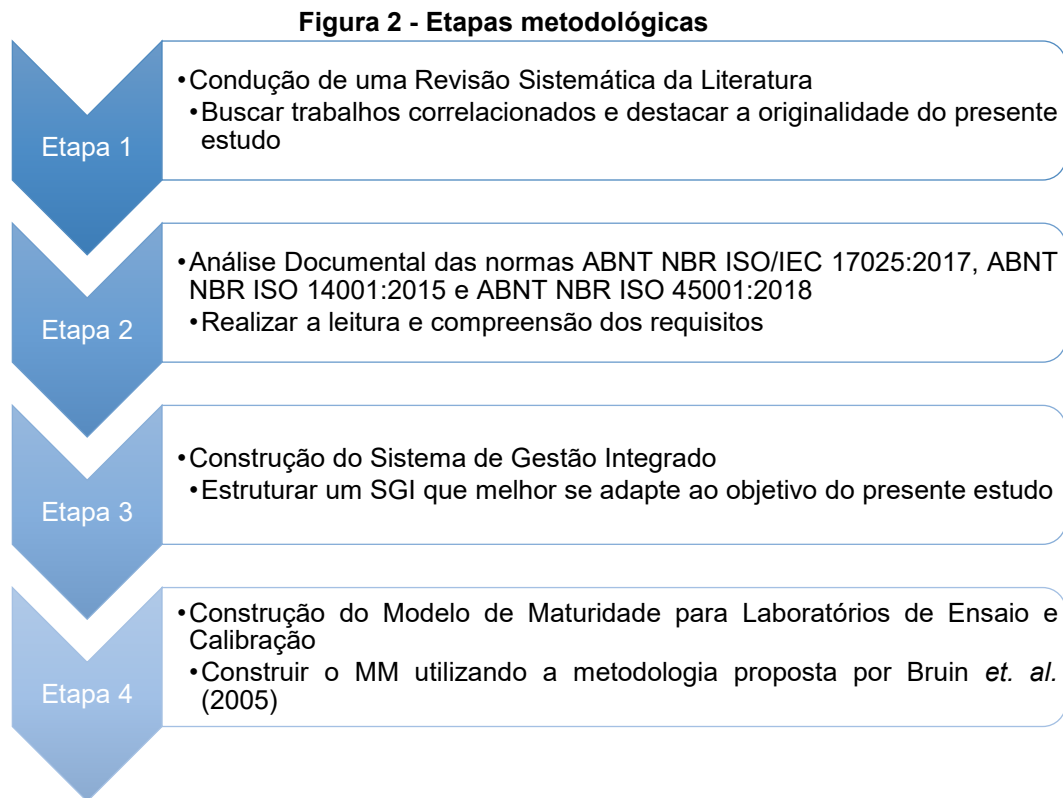
Ao tratar do tipo de pesquisa, esta é considerada descritiva, pois busca descrever, narrar e estudar as particularidades de determinado grupo de pessoas e fenômenos. A estratégia de pesquisa diz respeito tanto ao local da coleta de dados, que neste caso é uma pesquisa de campo, e em relação à fonte de informação, uma pesquisa documental. Trata-se de uma pesquisa com temporalidade transversal, uma vez que se utiliza coleta de dados com grupos de sujeitos diferentes e, por fim, a pesquisa tem o delineamento do tipo correlacional, ao buscar as melhores práticas de gestão baseadas nas normas para estabelecer os critérios do modelo de avaliação proposto (APPOLINÁRIO, 2016).

Assim, a premissa adotada é que seja possível criar uma ferramenta de avaliação do nível de maturidade de SGI para laboratórios de ensaio e calibração, por meio de um MM, o qual funcione como um guia tanto para avaliar a situação atual do

sistema de gestão e/ou para indicar quais pontos das normas ações de correção ou melhoria devem ser traçadas. A proposta do modelo é ser útil em todos os momentos da evolução de um SGI construído tal como apresentado.

3.2 Etapas Metodológicas

Para que os objetivos deste estudo fossem alcançados, foram adotadas as etapas metodológicas apresentadas na Figura 2.



Fonte: Autora (2023)

A primeira etapa de desenvolvimento deste estudo consiste na realização de uma revisão sistemática da literatura (RSL). Sabe-se que a RSL é fundamental para elucidar trabalhos relevantes já publicados de maneira confiável, contribuindo assim para evidenciar a originalidade, conseqüentemente, as lacunas que o trabalho pode preencher e as contribuições científicas dos trabalhos de pesquisa (YAMAKAWA *et al.*, 2014). Dessa forma, a RSL tem por objetivo garantir um maior rigor e melhores níveis de confiabilidade diante de uma pesquisa bibliográfica. No caso deste estudo, a RSL tem por objetivo ainda ressaltar a lacuna a ser preenchida com o MM proposto. Entretanto, é necessário estabelecer uma estratégia e adotar um método científico para realizar as buscas e analisar os resultados (CONFORTO, AMARAL, SILVA, 2011). O delineamento da RSL é apresentado no tópico 3.2.1.

Já a segunda etapa compreende a análise documental das normas ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, ABNT NBR ISO 14001:2015 – Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso e ABNT NBR ISO 45001:2018 – Sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional – Requisitos com orientação para uso. Segundo Moreira (2005) e Poupart *et al.* (2012), na análise documental o pesquisador deve localizar os textos pertinentes e avaliar a credibilidade e a representatividade, com o objetivo de identificar, verificar e apreciar os documentos com uma finalidade específica. Assim, a análise documental compreende um conjunto de operações intelectuais que buscam descrever e representar o conteúdo dos documentos de forma distinta da original, visando possibilitar o compartilhamento e a difusão dos conhecimentos.

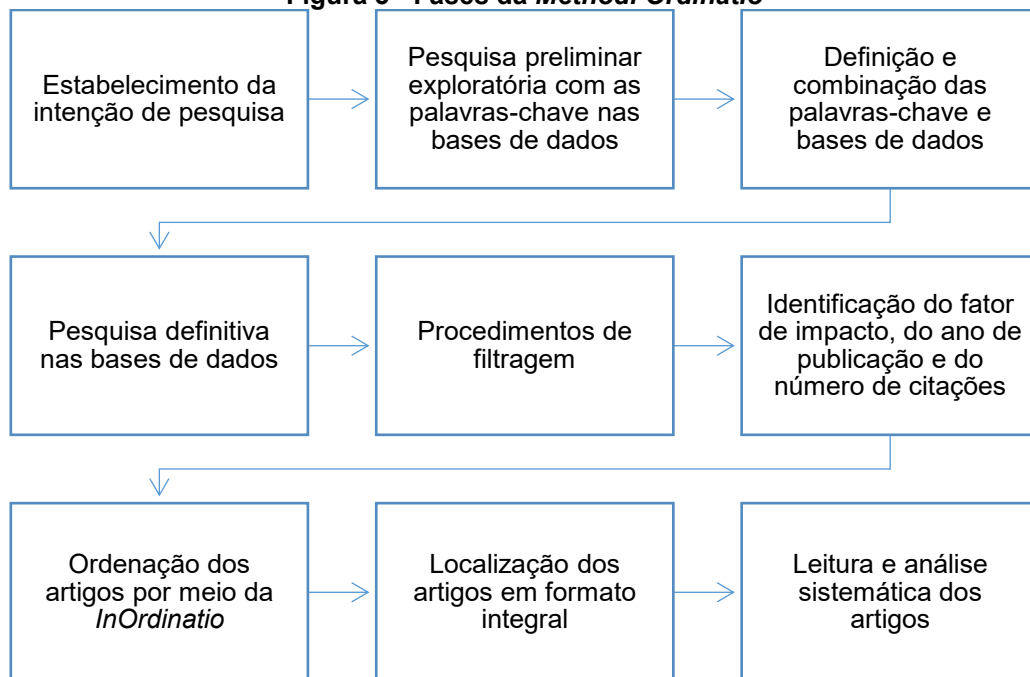
A terceira etapa consiste na realização da integração dos sistemas de gestão baseados nas normas supracitadas. De acordo com os autores Brendler e Brandli (2011), existem várias formas de integrar os sistemas de gestão; no entanto, existe um consenso ao dizer que a integração devem envolver as diversas áreas das organizações, respeitando-se às necessidades e especificidades de cada organização. A descrição de como é realizada a integração está apresentada no tópico 3.2.2.

Por fim, a quarta etapa consiste na construção do MM propriamente dito. As configurações iniciais do modelo desenvolvido se baseiam nas fases do processo de desenvolvimento de MMs genéricos proposto por Bruin *et al.* (2005) e a explicação de cada fase está disposta no tópico 3.2.3.

3.2.1 Revisão Sistemática da Literatura

O método escolhido para identificar e selecionar o portfólio de artigos para este estudo foi a *Methodi Ordinatio*, que consiste em uma metodologia, com nove fases, para selecionar e classificar artigos científicos relevantes abrangendo o fator de impacto, número de citações e ano de publicação e é aplicável em qualquer área do conhecimento. Essas variáveis são inseridas na equação *InOrdinatio* (17), a qual auxilia o pesquisador a classificar os artigos por relevância, usando uma ordem decrescente para os valores obtidos (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015). Pode-se visualizar na Figura 3 as nove fases da metodologia.

Figura 3 - Fases da *Methodi Ordinatio*



Fonte: Adaptado de Pagani, Kovaleski e Resende (2015)

A escolha dessa metodologia foi pautada pelo fato de empregar a equação *InOrdinatio*, que prioriza a atualidade dos artigos publicados, a relevância do periódico em que são publicados e o reconhecimento de determinados estudos pela comunidade científica, avaliados a partir do número de citações (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015; 2017a).

$$InOrdinatio = (Fi/1000) + \alpha \times [10 - (Ano de Pesquisa - Ano de Publicação)] + (\sum Ci) \quad (17)$$

Em que F_i corresponde ao fator de impacto do periódico de publicação do artigo, α é o peso atribuído (entre 1 e 10) para o ano de publicação do artigo, priorizando os artigos mais recentes; e C_i representa o número de vezes que o artigo foi citado (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015; 2017a).

Além disso, a *Methodi Ordinatio* conta com várias publicações em periódicos, consolidando-se como processo para revisão do conhecimento, segundo as delimitações, percepções do tema e motivações do pesquisador, a citar os trabalhos de Regatieri *et al.* (2022), Sarmiento *et al.* (2022), Sierdovski, Pilatti e Rubbo (2022), Zahaikevitch *et al.* (2022), Streit *et al.* (2021), Tirado e Pagani (2021), Carvalho *et al.* (2020), Damke *et al.* (2020), Lizot *et al.* (2019), Zanata *et al.* (2019), Campos *et al.* (2018), Telles *et al.* (2018), Pagani, Kovaleski, Resende (2017 a e b) e Pagani *et al.* (2016).

Vale ressaltar que o objetivo deste estudo é construir um MM de um SGI para laboratórios de ensaio e calibração. Porém, o que difere o MM proposto de outros MMs, principalmente, é o uso da ABNT NBR ISO/IEC 17025, pois é uma norma específica para um segmento de negócio – laboratórios de ensaio e calibração. Assim, a RSL voltou-se para mostrar a lacuna existente de trabalhos que utilizam, dentre outros aspectos, a ABNT NBR ISO/IEC 17025 como norma para a avaliação de maturidade de SG. Então, a condução da RSL tem como ponto central, a referida norma, preferencialmente, em sua última versão, 2017. A partir disto, a questão norteadora a ser respondida é: *existem MMs que utilizam a ISO/IEC 17025 como requisito de avaliação?*

Outro ponto importante, que também merece destaque, é a maneira como esse MM proposto foi construído, mais precisamente a avaliação da maturidade. Esta última é feita utilizando a lógica *fuzzy* em conjunto com o MCDM VIKOR. Assim, além do MM buscado utilizar a ABNT NBR ISO/IEC 17025, a avaliação da maturidade deverá acontecer utilizando o *fuzzy* VIKOR. Assim, a outra questão a ser respondida pela RSL é: *existem MMs que além de utilizarem a ISO/IEC 17025, utilizam o MCDM fuzzy VIKOR?*

Então, foi definida a intenção de pesquisa, assim como as possíveis palavras-chave e foram realizadas pesquisas exploratórias em diferentes bases de dados. As palavras-chave escolhidas consistem em *maturity model*, *maturity assessment*, *ISO 17025*, *integrated management systems*, *fuzzy* e *VIKOR*. As *strings* formadas foram: *(ISO 17025) AND (maturity model OR maturity assessment)*, *(ISO 17025) AND (integrated management system)*, *(ISO 17025) AND (fuzzy)*, *(ISO 17025) AND (VIKOR)*. Além dessas palavras-chave, para garantir que o MM criado neste estudo fosse de fato inédito, acrescentou a palavra-chave *test and calibration laboratory*. Assim, duas *strings* foram criadas com as palavras-chave *test and calibration laboratory* e *VIKOR* e outra com *test and calibration laboratory* e *maturity model OR maturity assessment*. Testes em bases de dados foram feitos e as bases de dados escolhidas para esta RSL foram *IEEE Xplore*, *Scopus*, *Emerald*, *Science Direct*, *Taylor & Francis Online*, Portal de Periódicos da CAPES, por retornarem o maior número de artigos nas buscas. Em cada base de dados foram utilizados os recursos disponíveis para a formação das *strings*, como por exemplo, o asterisco (*) como forma de buscar derivações da palavra original.

Para esta RSL foram considerados artigos de estudo de casos, pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo, pesquisa explicativa, artigos apresentados em congressos e demais compilados teóricos e práticos, observando pontos que argumentem sobre MMs construídos com base na norma ISO/IEC 17025. Como resultado, buscou-se identificar as características desses MMs e como a lógica *fuzzy* juntamente com o MCDM VIKOR foram utilizados.

Além disso, foram considerados trabalhos em inglês e português, em um horizonte de tempo de publicação de 10 anos, ou seja, de 2012 a 2022. Apesar da norma ISO/IEC 17025 ter sua última versão publicada em 2017 e apresentar uma mudança substancial em relação a sua versão anterior, o período mais abrangente se fez necessário, já que MMS utilizando a norma podem ter sido desenvolvidos nesse intervalo de tempo. Como critérios de inclusão ainda se têm trabalhos que foram publicados e estejam disponíveis na íntegra; e, que indiquem, em seu título, resumo e palavras-chave, os termos das *strings* de buscas.

Como critérios de exclusão destacam-se trabalhos que não possuem evidências focadas na relação entre MM e o uso da norma ISO/IEC 17025; abordem apenas MMs, desconsiderando a ISO/IEC 17025; estejam publicados em data anterior a 2012; livros e capítulos de livros, trabalhos duplicados e trabalhos que não estavam disponibilizados na íntegra.

Assim, os critérios de inclusão e exclusão foram utilizados para realizar o procedimento de filtragem. Geralmente, a RSL resulta em um volume grande de bases de dados e publicações que precisam ser analisadas criteriosamente. Assim, torna-se necessário o uso de ferramentas que possibilitem o gerenciamento adequado dessas referências bibliográficas (YAMAKAWA *et al.*, 2014). A ferramenta escolhida para o gerenciamento das referências desta RSL consiste no *software Mendeley Desktop* versão 1.19.4 (2019). O *Mendeley* também foi utilizado para auxiliar nos procedimentos de filtragem, ao permitir a ordenação dos artigos e a exclusão de artigos duplicados, por meio da função *merge*.

Para os artigos que restaram após o procedimento de filtragem, foi realizada a identificação do fator de impacto (Fi) do periódico de publicação, do ano de publicação e do número de citações (Ci) dos artigos. Em seguida, para cada artigo foi aplicada a equação *InOrdinatio* (Equação 17), que corresponde a uma forma de ordenar os artigos pelos critérios de identificação previamente descritos e selecionar os artigos mais relevantes a serem lidos e analisado sistematicamente (PAGANI;

KOVALESKI; RESENDE, 2015). Para esta pesquisa, utilizou-se o valor de 10 para α , considerando que o fator *ano de publicação* é relevante para o tema pesquisado. Periódicos que não possuíam JCR (*Journal Citation Report*), foi considerado zero o fator de impacto. O *Google Scholar* foi utilizado para identificar o número de citações de cada artigo, e o ano de publicação foi obtido por meio da importação de dados para o *Mendeley*. Para a composição do portfólio bibliográfico foram considerados somente os artigos que possuíam resultado positivo para a equação *InOrdinatio*.

Outra ferramenta utilizada nesta pesquisa trata-se do *VOSviewer* versão 1.6.18 (2022). O *VOSviewer* é um programa de computador que foi desenvolvido por Van Eck e Waltman (2010) para criar, visualizar e explorar mapas bibliométricos da ciência. O *VOSviewer* pode ser usado para analisar todos os tipos de dados de rede bibliométrica, por exemplo, relações de colaboração entre pesquisadores. No caso desta pesquisa, o *VOSviewer* foi utilizado com o objetivo de estabelecer correlações entre os autores, destacando principalmente os autores que são mais citados dentre as publicações e foi utilizado também para estabelecer a correlação entre as palavras-chave dos artigos que irão compor o portfólio bibliográfico.

Para os artigos finais foi realizada uma análise bibliométrica, ressaltando os anos que mais possuíam publicações, os periódicos e os autores que mais publicaram, o artigo mais citado e o país com o maior número de publicação. Após essa análise bibliométrica, foi realizada uma análise de conteúdo, destacando os principais pontos dos artigos, no que diz respeito ao alinhamento com as intenções desta RSL.

Vale destacar que um artigo, com parte desta RSL, foi construído e publicado no periódico *Sustainability*, em fevereiro de 2023. O título do artigo é *Maturity Models for Testing and Calibration Laboratories: A Systematic Literature Review* (GERÔNIMO; LENZI, 2023). Este artigo, além de trazer as análises dos artigos que compõem o portfólio bibliográfico, traz uma análise bibliométrica geral sobre os temas de pesquisa.

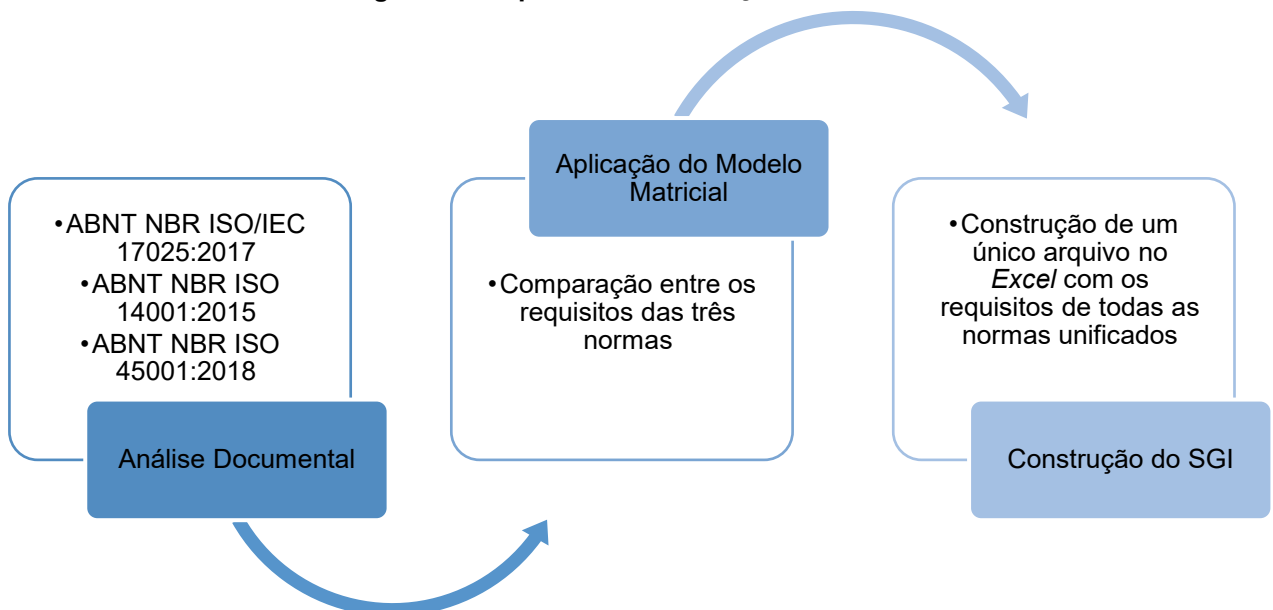
3.2.2 Integração de Sistemas de Gestão

Para realizar a integração entre os requisitos das três normas, foi utilizado o modelo matricial apresentado por Domingues (2013). O modelo matricial do SGI é baseado na identificação da coerência e similaridades entre os requisitos das normas. Isto é, cada requisito de uma norma é analisado, buscando encontrar o seu

correspondente nas outras normas utilizadas; caso o requisito seja específico de uma norma, ele é mantido tal como está descrito. Esse modelo permite a incorporação de todos os requisitos das normas, o que é essencial para a construção do MM proposto.

Então, em um primeiro momento, foi realizada a análise documental das normas ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017, ABNT NBR ISO 14001:2015 e ABNT NBR ISO 45001:2018. Em seguida, realizou-se a comparação de cada requisito com o intuito de encontrar similaridades com o texto das outras normas. Após essa análise, houve a construção de um único documento que compreende os requisitos das três normas, adaptados para compor um único sistema de gestão. Cabe a ressalva de que os textos similares foram incorporados em um único texto, e aqueles requisitos que não estavam presentes nas outras normas foram mantidos, mas agregados em um requisito geral. A ferramenta escolhida para auxiliar no processo de construção deste SGI foi o *software Microsoft Office Excel*, na versão 365. É possível visualizar na Figura 4 o esquema de construção do SGI deste caso.

Figura 4 - Esquema de construção do SGI

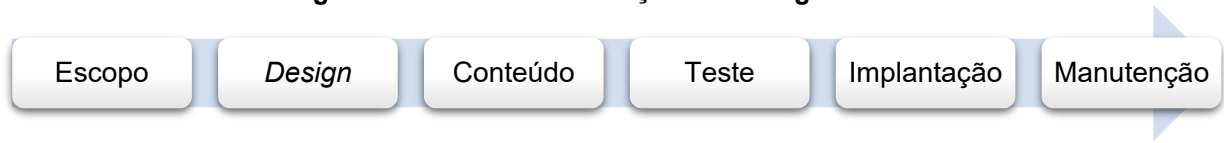


Fonte: Autora (2023)

3.2.3 Fases de Construção do Modelo de Maturidade

Para construir o MM proposto, foi utilizado o modelo de desenvolvimento indicado por Bruin *et al.* (2005). Este modelo possui seis etapas, as quais podem ser visualizadas na Figura 5.

Figura 5 - Fases de construção de MMs genéricos



Fonte: Adaptado de BRUIN *et al.* (2005)

A primeira fase no desenvolvimento de um MM é a determinação do escopo do modelo desejado. A determinação do escopo definirá os limites externos para aplicação e uso do modelo e a decisão mais significativa envolve o foco do modelo. Foco refere-se a qual domínio o MM seria direcionado e aplicado (BRUIN *et al.*, 2005). Assim, nesta fase foi determinado o limite para aplicação e uso do MM proposto, além da definição do público-alvo.

A segunda fase é determinar um *design* (arquitetura) para o modelo que tem por objetivo incorporar as necessidades do público-alvo e como essas necessidades serão atendidas. As necessidades do público-alvo são refletidas no motivo pelo qual eles procuram aplicar o modelo, como o modelo pode ser aplicado a diferentes estruturas organizacionais, quem precisa estar envolvido na aplicação do modelo e o que pode ser alcançado por meio da aplicação do modelo. Para atender às necessidades do público, o *design* do modelo precisa, portanto, encontrar um equilíbrio apropriado entre uma realidade frequentemente complexa e a simplicidade do modelo (BRUIN *et al.*, 2005). Nesta etapa foi definida ainda qual ferramenta computacional o modelo será construído. É possível visualizar no Quadro 3 as principais características de *design* do MM proposto.

Quadro 3 - Principais características de *design* do MM proposto

Definição	Característica
Público	Interno – laboratórios de ensaio e calibração
Método de aplicação do MM	Autoavaliação
Respondente	Gestor do laboratório
Aplicação	Individual – um laboratório
Meio de utilização	Disponibilização em planilhas eletrônicas

Fonte: Autora (2023)

Uma vez que o escopo e o *design* do modelo foram definidos, o conteúdo do modelo deve ser decidido. Nesta fase, é necessário identificar o que precisa ser medido na avaliação de maturidade e como isso pode ser medido. A identificação de componentes de domínio é crítica para domínios complexos, pois isso permite uma compreensão mais profunda da maturidade, sem a qual a identificação de estratégias de melhoria específicas é difícil. Em seguida, é necessário determinar como a

medição da maturidade pode ocorrer, isto é, o(s) instrumento(s) usado(s) na realização de uma avaliação e a inclusão de perguntas e medidas apropriadas dentro deste instrumento. Ao selecionar um instrumento para realizar uma avaliação, é necessário considerar a generalização do modelo, juntamente com os recursos disponíveis para a realização de avaliações (BRUIN *et al.*, 2005).

O uso da lógica *fuzzy* associado a um método multicritério leva em consideração a incerteza das informações na avaliação dos indicadores relevantes para a maturidade e o *status* do desenvolvimento é determinado com mais confiabilidade e consistência (WECKENMANN, AKKASOGLU, 2012). Dessa forma, os requisitos integrados das normas ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017, ABNT NBR ISO 14001:2015, ABNT NBR ISO 45001:2018 compõem os itens que são avaliados no MM proposto. Então, para estabelecer a modelagem multicritério tem-se que os conjuntos de entrada são as avaliações linguísticas parciais do SGI, ou seja, avaliações de cada requisito integrado que pertence a uma das possíveis categorias. A saída representa a avaliação final da maturidade do SGI, a qual irá pertencer a uma das categorias criadas. Dentre as metodologias de modelagem multicritério existentes, a escolha mais adequada para a proposta desse trabalho foi o *fuzzy VIKOR*.

Em síntese, o MM proposto possui como entrada os requisitos das normas supracitadas, que correspondem às variáveis do MM proposto. A partir dos requisitos, o gestor do laboratório, chamado de decisor, avaliará em qual nível de maturidade cada requisito se encontra, por meio de uma escala linguística apropriada. Essa avaliação em variáveis linguísticas será transformada, por meio da lógica *fuzzy*, em números, os quais servirão de entrada a construção da matriz de decisão e posteriormente, para a aplicação do MCDM VIKOR.

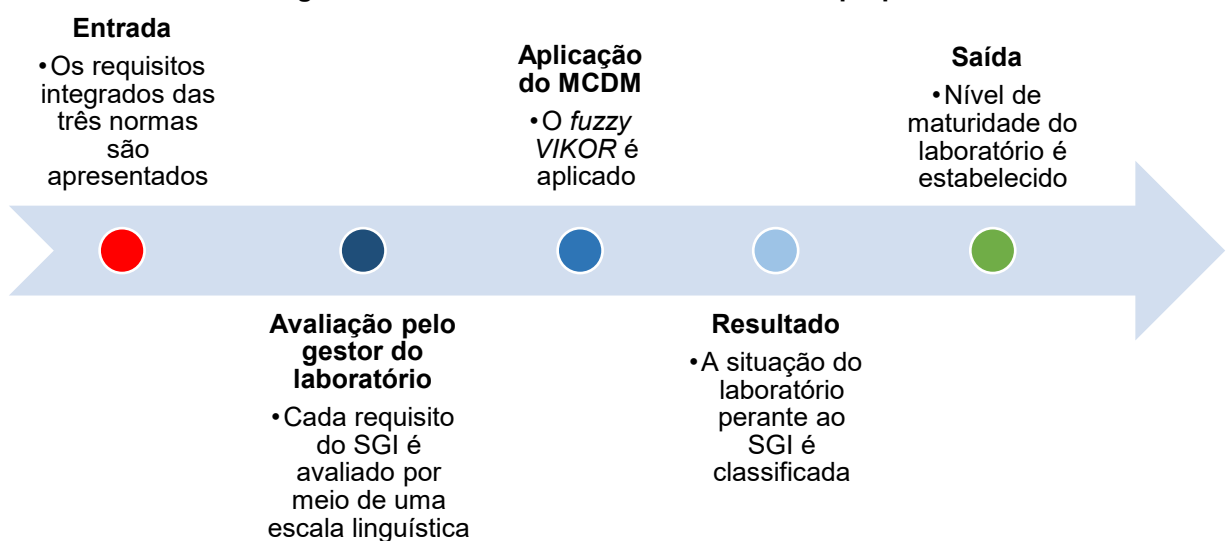
Entretanto, o método VIKOR foi adaptado para a especificidade do MM proposto. Comumente, um MCDM é utilizado para verificar possíveis alternativas solucionais – mas, neste caso, o MCDM será utilizado para verificar quão distante a situação do laboratório está de um cenário ideal. Dessa forma, existirá apenas um resultado, o qual compreende o nível de maturidade do laboratório, definido como alternativa um (A_1). Outras duas alternativas são fixas e servirão de base para verificar quão distante ou próximo está a alternativa do laboratório de um cenário ideal. Portanto, tem-se a alternativa considerando o pior cenário (A_2), em que nenhum requisito está implementado e a alternativa considerando o cenário ideal, (A_3), em que

todos os requisitos estão implementados e otimizados. Foi utilizada uma escala de cinco níveis para realizar a avaliação. Escalas com cinco níveis são frequentemente encontradas em trabalhos sobre MMs, como por exemplo, no trabalho de Bruin *et al.* (2005), Machado *et al.* (2017), Tchokogué *et al.* (2017), Patón-Romero *et al.* (2019), Witek-Crabb (2019), Poghosyan *et al.* (2020), Stawiarska *et al.* (2021), Gajdzik (2022), Kıyıklık, Kuşakçı e Mbowe (2022), Piwowar-Sulej *et al.* (2022).

Outro ponto importante, é que normalmente existem pesos distintos para os critérios, neste caso, requisitos, em um MCDM. Conforme o trabalho de Saaty (1977), não é possível determinar o peso de um conjunto extenso de critérios, assim, os pesos dos critérios foram definidos como sendo um (1), isto é, os pesos foram igualmente distribuídos. Corroborando com essa discussão, ao analisar a importância de cada critério em relação ao outro, é possível constatar que todos os critérios são igualmente importantes, pois se caso um critério não for atendido, independente de qual critério for, isso trará um impacto negativo no avanço da maturidade e, até mesmo, em uma possível acreditação.

Então, após a aplicação do método VIKOR, o resultado compreenderá um nível de maturidade específico para o laboratório perante os requisitos do SGI. O MM proposto é classificado como descritivo e atende aos princípios básicos e descritivos propostos pelos autores Pöppelbuß e Röglinger (2011). É possível visualizar na Figura 6 uma síntese do funcionamento do MM proposto.

Figura 6 – Síntese do funcionamento do MM proposto



Fonte: Autora (2023)

Depois da fase de definição de conteúdo, o MM deve ser testado quanto à relevância e rigor. É importante testar a construção do modelo e os instrumentos do modelo quanto à validade, confiabilidade e generalização (BRUIN *et al.*, 2005).

Após essas fases o modelo é então implantado nas organizações a que se destina. Assim, a manutenção e a evolução do modelo ocorrerão à medida que o conhecimento do domínio e a compreensão do modelo se ampliam e se aprofundam. A disponibilidade de recursos para realizar essa manutenção também será determinada em algum grau pelo escopo inicial. Por exemplo, se um modelo for disponibilizado por meio de uma interface da *Web*, serão necessários recursos ao longo do tempo para garantir que a interface seja atualizada para refletir as alterações que a interface poderá sofrer (BRUIN *et al.*, 2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos a partir da condução das etapas metodológicas apresentadas na seção 3.2 e na Figura 2.

4.1 Resultados da Revisão Sistemática da Literatura

A aplicação da *Methodi Ordinatio* foi realizada para as *strings* formadas com as palavras-chave *maturity model*, *maturity assessment*, *ISO 17025*, *integrated management systems*, *fuzzy*, *VIKOR* e *test and calibration laboratory*. As *strings* formadas foram: *(ISO 17025) AND (maturity model OR maturity assessment)*, *(ISO 17025) AND (integrated management system)*, *(ISO 17025) AND (fuzzy)*, *(ISO 17025) AND (VIKOR)*, *(test and calibration laboratory) AND (VIKOR)* e *(test and calibration laboratory) AND (maturity model OR maturity assessment)*. Como já mencionado, em cada base de dados foram utilizados os recursos disponíveis para a formação das *strings*. A quantidade de trabalhos encontrados por base de dado e por *string* de busca pode ser visualizada na Tabela 1. O portfólio bruto consiste em 465 trabalhos, os quais foram incorporados no *software Mendeley*. Neste último, foi utilizado o recurso *merge* para remover os trabalhos duplicados, restando então, 400 trabalhos para passar pelos procedimentos de filtragem.

Tabela 1 - Quantidade de trabalhos encontrados por base de dados

Strings	Quantidade de Trabalhos					
	<i>IEEE Xplore</i>	<i>Scopus</i>	<i>Emerald</i>	<i>Science Direct</i>	<i>Taylor & Francis</i>	<i>Portal Capes</i>
<i>(ISO 17025) AND (integrated management system)</i>	2	1	31	220	63	8
<i>(ISO 17025) AND (maturity model OR maturity assessment)</i>	1	15	15	56	25	4
<i>(ISO 17025) AND (fuzzy)</i>	0	0	3	16	1	0
<i>(ISO 17025) AND (VIKOR)</i>	0	0	0	0	0	0
<i>(test and calibration laboratory) AND (VIKOR)</i>	0	0	0	0	0	0
<i>(test and calibration laboratory) AND (maturity model OR maturity assessment)</i>	0	0	0	4	0	0
Total parcial	3	16	49	296	89	12
Total	465					

Fonte: Autora (2023)

A etapa cinco da *Methodi Ordinatio* consiste na leitura dos títulos e resumos dos trabalhos, bem como a exclusão dos artigos não alinhados com o tema de busca. Juntamente com esta etapa, foi realizada a etapa oito, que consiste na localização dos trabalhos na íntegra. Destes dois processos, restaram 18 trabalhos. Esses artigos foram incorporados no *software VOSviewer* para a construção da nuvem de correlação entre os autores. A nuvem está disposta na Figura 7 e é possível perceber que poucas são as correlações entre os autores, o que mostra um campo a ser explorado. Existem dois *clusters*, um formado com os autores Dargi, A., Ghadimi, P. e Heavey, C., e outro cluster formado somente com a autora Gotzamani, K.

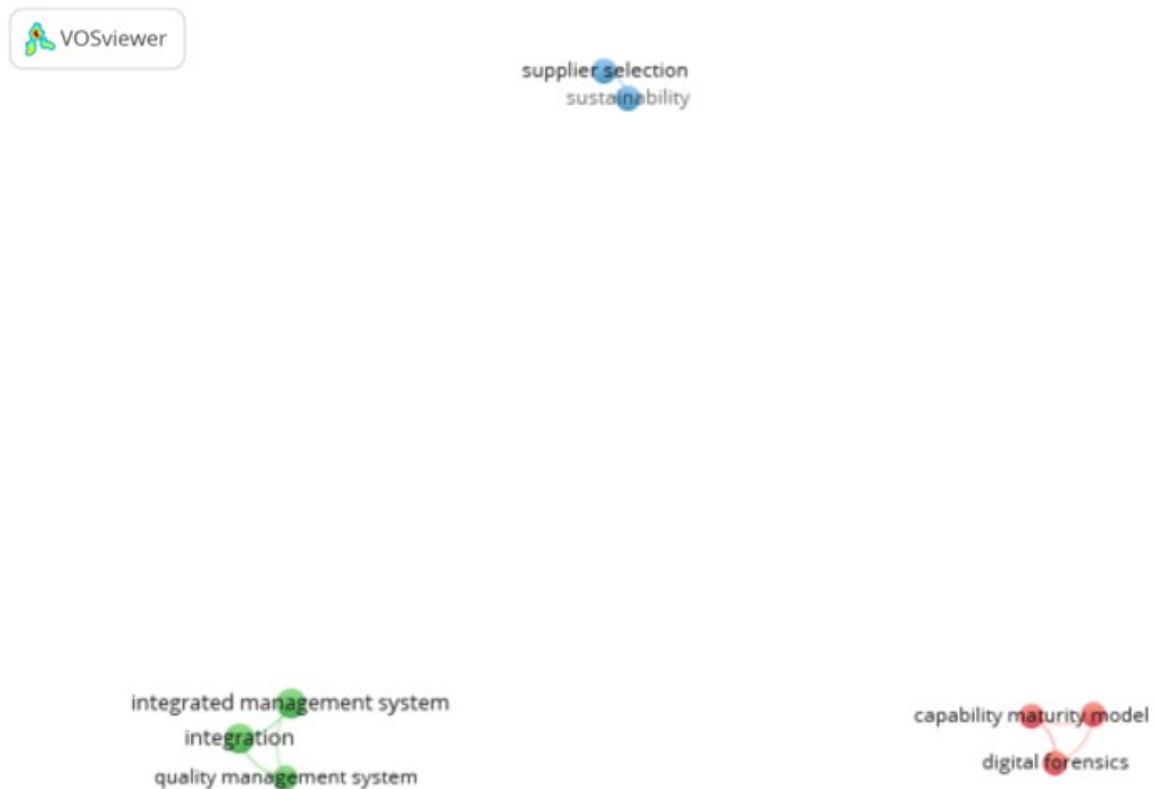
Figura 7 - Principais autores do portfólio bibliográfico



Fonte: Dados de pesquisa (2023)

Além disso, é possível ver na Figura 8 as correlações entre as palavras-chave desses trabalhos. Um *cluster* é formado pelas palavras-chave *integrated management system* (sistema de gestão integrado), *integration* (integração) e *quality management system* (sistema de gestão da qualidade); o outro é formado pelas palavras-chave *capability maturity model* (modelo de maturidade em capacidade) e *digital forensics* (forense digital) e; o último é formado pelas palavras-chave *supplier selection* (seleção de fornecedor) e *sustainability* (sustentabilidade).

Figura 8 - Principais palavras-chave correlacionadas



Fonte: Dados de pesquisa (2023)

Para esses artigos, foi realizada a identificação do fator de impacto (Fi) do periódico de publicação, do ano de publicação e do número de citações (Ci). Em seguida, para cada artigo foi aplicada a equação *InOrdinatio* (Equação 17). Os resultados dessa ordenação podem ser visualizados no Apêndice A.

A análise bibliométrica realizada mostra que os anos de 2014 e 2019 foram os que mais tiveram trabalhos publicados, com três publicações em cada, como pode ser visto no Gráfico 3. Já em relação ao local de publicação, os periódicos *International Journal of Quality & Reliability Management* e *The TQM Journal* se destacam, com duas publicações em cada.

Gráfico 3 - Quantidade de trabalhos publicados por ano

Fonte: Autora (2023)

O autor Ahmad Dargi se destaca como coautor de três artigos do portfólio, seguido por Katerina Gotzamani, Pezhman Ghadimi e Cathal Heavey, com dois artigos cada. O artigo de Memaria *et al.* (2019) intitulado *Sustainable supplier selection: A multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS method* ganha evidência pelas 334 citações. Os tipos de trabalhos encontrados, em sua maioria, são artigos de pesquisa, sendo somente dois artigos de conferência. E a região com maior publicação é o Reino Unido.

A análise de conteúdo foi realizada em todos os artigos do portfólio já que são somente 18 artigos. Além disso, todos os artigos obtiveram resultado positivo na aplicação da *InOrdinatio*, o que caracteriza critério de aceitação, conforme preconiza os autores Pagani, Kovalski e Resende (2017a). Porém, vale ressaltar que nenhum artigo apresenta um MM que foi desenvolvido levando em consideração os requisitos da ISO 17025 tão pouco possuem a lógica *fuzzy* e o MCDM VIKOR como meios para auxiliar na avaliação da maturidade. Assim, a análise de conteúdo foi realizada com o intuito de apresentar ideias que podem servir de inspiração para a construção desse modelo de maturidade específico. Os próximos parágrafos apresentam as análises desses artigos.

O artigo de Rebelo, Santos e Silva (2014) apresenta um modelo genérico de SGI, baseado nas Normas de Qualidade ISO 9001, ISO 14001 para Meio Ambiente; OHSAS 18001 para Saúde e Segurança Ocupacional. A proposta foi desenvolvida numa organização portuguesa que já adota várias regras para gerir as suas

atividades, mas de forma isolada. Assim, os autores levantaram diversos fatores que contribuem para que os sistemas sejam integrados. Os autores sugerem a adoção do ciclo PDCA para integrar, implementar e manter a integração proposta. Cada etapa do ciclo apresenta os requisitos das normas. Embora os padrões utilizados já tenham sido atualizados, este artigo demonstra uma forma de integrar os mais diversos sistemas de gestão utilizando o ciclo PDCA. O artigo de Gianni e Gotzamani (2015) relata que muitos modelos de integração de sistemas de gestão já foram construídos, mas não há um elo que conecte esses modelos teóricos criados com a aplicação prática nas organizações. Os autores sugerem que a principal causa de falha na manutenção desses sistemas integrados é a falta de comprometimento da alta administração. Notadamente, o método de integração e implementação de requisitos são fatores que podem levar ao fracasso se não forem bem executados. Assim, os autores sugerem que a gestão das atividades orientada para o desempenho e a execução de auditorias integradas são processos-chave que podem melhorar o nível de integração dos sistemas. Os autores também sugerem que o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas em conjunto com as demandas dos gestores é importante para fornecer diretrizes para garantir o sucesso da integração de sistemas. Corroborando com esse tema, o artigo de Nadae, Carvalho e Viera (2021) visa mostrar o impacto que um SGI pode ter no desempenho de sustentabilidade de uma organização. Para tanto, foram estudadas quatro empresas de diferentes setores, e os resultados mostram que os desafios na implantação de um SGI são semelhantes, como por exemplo, o comprometimento dos funcionários e da alta direção com a implantação do sistema. Adicionalmente, embora a sustentabilidade não seja uma motivação direta para o desenvolvimento de um SGI, ações estratégicas sustentáveis direcionadas podem melhorar o SGI.

No estudo de Bernardo *et al.* (2018), é feita uma análise da integração dos sistemas de gestão na Grécia, país que possui um número reduzido de certificações das ISOs 9001, 14001 e 22000. Foi aplicado um questionário, e os resultados mostram que quatro das cinco organizações analisadas integram sistemas de gestão, mas ainda não atingiram um alto nível de integração. Isso se deve a deficiências nos órgãos de auditoria gregos em termos de auditores qualificados do sistema de gestão. Assim, os autores sugerem que os governos e organismos de certificação trabalhem em conjunto com as organizações para melhorar a integração dos sistemas de gestão.

No artigo de Delgado, Cabrera e Pérez (2019), foi proposto o desenvolvimento de um SGI baseado nas normas ISO 17025, ISO 9001 e ISO 14001. O artigo não é extenso e apresenta apenas uma correlação entre as normas. Os autores concluem que existem duas metodologias, uma proposta por Block e Marash (2002) e outra proposta por Ferguson *et al.* (2002), que pode ser usado para auxiliar no processo de implementação do IMS. No entanto, o artigo não discute essas metodologias.

Apesar de não fazer parte do filtro escolhido para esta revisão sistemática, um capítulo do livro "*Digital Forensics Processing and Procedures*" de Watson e Jones (2013) analisa um SGI para um laboratório de análises forenses, baseado na PAS 99. Os autores "PAS 99 é a primeira especificação de requisitos IMS no mundo com base nos seis requisitos comuns do ISO Guide 72", que é um padrão para escrever padrões de sistemas de gerenciamento. Este capítulo também destaca os benefícios da adoção de um único sistema de gestão e enfatiza o uso do ciclo PDCA para a implementação de um SGI.

No estudo de Dehouck *et al.* (2019), a integração de sistemas de gestão baseados nos padrões ISO/IEC 17025, ISO/IEC 17043 e ISO Guide 34 é demonstrada em laboratórios na Bélgica e na Itália. O fato mais importante destacado no estudo é que cada país tem seu próprio método de condução do processo de acreditação. Para tanto, pesquisas têm sido realizadas para harmonizar os sistemas de gestão para que a integração ocorra de maneira padronizada. Além disso, esses autores destacam que, ao envolver os trabalhadores, em uma abordagem *bottom-up*, contribuiu para uma integração rápida, eficiente e adequada.

O estudo de Pelantov (2012) é o primeiro artigo publicado neste portfólio e fornece uma análise temporal de como os sistemas de gestão foram integrados, implementados e mantidos nas indústrias químicas da República Tcheca ao longo da história. Este estudo destaca que um problema recorrente é a falta de envolvimento dos funcionários na manutenção dos sistemas de gestão e a construção de sistemas de gestão separados, o que dificulta a integração futura. O autor sugere que os gestores devem promover a sinergia entre as organizações para facilitar a troca de informações e o crescimento do segmento.

Bernal *et al.* (2018) propõem uma metodologia para medir os principais impactos ambientais, avaliando a área afetada e a frequência das atividades que impactam esse ambiente. Essa metodologia é utilizada em instituições de ensino superior (IES) e possui duas fases: a identificação dos aspectos ambientais existentes

e a mensuração dos impactos. Essa metodologia está alinhada com a norma ISO 14001:2015. Para avaliar os impactos, considera-se a duração da atividade poluidora, a severidade e a magnitude, que são avaliadas em uma escala de cinco pontos. Embora a proposta seja adequada para IES, ela pode ser aplicada em outros lugares, pois é uma metodologia comprovadamente eficaz.

No estudo de Ghadimi, Dargi e Heavey (2017a) é construído um método de avaliação de fornecedores com base nos três pilares da sustentabilidade. O objetivo foi selecionar fornecedores com práticas mais sustentáveis. Na seção de revisão da literatura, os autores destacam vários estudos publicados que usam lógica *fuzzy* e avaliação de fornecedores. Assim, para a avaliação proposta no artigo, foram utilizados um *checklist* e um sistema de inferência *fuzzy Mamdani* para retirar imprecisões e subjetividade dos dados coletados. Os fornecedores são classificados em cinco categorias, considerando parâmetros ambientais, sociais e econômicos. Com esse método é possível classificar os fornecedores quanto ao seu desempenho nesses parâmetros de forma precisa e menos subjetiva, tornando a proposta desenvolvida uma opção viável para auxiliar a tomada de decisão.

Usando uma SLR em cinco bases de dados, Ariffin e Ahmad (2021) exploraram o uso de indicadores de maturidade no campo da perícia digital na era da Indústria 4.0. Os autores encontraram cinco indicadores de maturidade comuns em vários estudos: (1) Desenvolvimento de pessoas e capacidade, (2) Organização, política e cooperação, (3) Processo, (4) Tecnologia e técnica e (5) Legislação e regulamentação. No entanto, os autores constataram que o nível de maturidade de uma organização está ligado ao tipo de modelo escolhido pela organização para avaliá-la.

No estudo de Chansatitporn e Pobkeeree (2020), foi realizada uma análise exploratória para avaliar o papel da liderança organizacional e suas características no desenvolvimento e manutenção de modelos de mensuração da gestão da qualidade. Foi utilizado um questionário com 27 perguntas e técnicas como Análise Fatorial Exploratória (EFA), Análise Fatorial Confirmatória (CFA) e Modelagem de Equações Estruturais (SEM) foram usadas para analisar os dados coletados. Ao analisar os resultados, os autores concluem que o desenvolvimento dos atributos de liderança e o engajamento de todos os envolvidos nas atividades são necessários para o crescimento de uma organização.

Em um estudo de Ghadimi, Dargi e Heavey (2017b), um modelo de avaliação foi proposto para abordar o problema de seleção e alocação de pedidos de fornecedores sustentáveis (SSS&OA). Esse modelo utiliza um checklist baseado nas três dimensões da sustentabilidade: econômica, ambiental e social. Cada critério foi avaliado dentro de três categorias, e os resultados foram analisados de acordo com a lógica *fuzzy*. O modelo desenvolvido foi testado em um caso real. Este artigo é semelhante ao apresentado anteriormente, no entanto, os autores usaram uma abordagem diferente para analisar as alternativas possíveis: a abordagem de solução max-min.

Memari *et al.* (2019) apresentam um método para selecionar fornecedores com práticas sustentáveis. Este método foi desenvolvido usando o método multicritério TOPSIS, que foi adicionado à lógica *fuzzy*. Nove critérios e 30 subcritérios foram considerados para avaliar os fornecedores segundo práticas sustentáveis. Este método foi aplicado em um estudo de caso real e mostrou-se eficaz para atender o objetivo proposto.

O estudo de Kerrigan (2013) utiliza o modelo *Capability Maturity Model Integration* como base para a construção de um novo modelo para avaliar a maturidade de organizações que conduzem pesquisas digitais: *Digital Research Capability Maturity Model* (DI-CMM). O modelo usa uma escala de cinco níveis e 15 critérios de avaliação. Este modelo é testado em três organizações e o autor sugere que o modelo pode ser melhorado e testado em outras organizações.

O artigo de Marinkovic *et al.* (2016) visa explorar boas práticas e a integração de um sistema de gestão baseado no conceito de gestão da qualidade total (TQM) no setor farmacêutico na Sérvia. Para realizar este estudo, um questionário com 16 perguntas foi elaborado e aplicado a 121 gestores do setor farmacêutico. Analisando as respostas obtidas, os autores concluíram que a adoção de sistemas de gestão padronizados, principalmente por meio de normas, como ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 1800, possibilita o crescimento e a sustentabilidade das ações das organizações.

Hanaei e Rashid (2014) propuseram o DF-C²M², um modelo de maturidade de capacidade que permite às organizações avaliar a maturidade de seus recursos forenses digitais e traçar planos de ação para melhorá-los de acordo com requisitos de negócios ou regulatórios. O modelo utiliza uma escala de cinco pontos para avaliar e classificar a maturidade e seis critérios de análise. O modelo foi desenvolvido por

meio de consultas e entrevistas com especialistas forenses digitais e é apoiado por uma ferramenta que fornece representações visuais de lacunas e pontos fortes de capacidade. O modelo foi testado e avaliado em um caso real de laboratório.

Por fim, Beltrán *et al.* (2014) apresentaram um modelo quantitativo para avaliar a maturidade da gestão metrológica nas empresas, com base na norma ISO 10012:2003. Para construir este modelo, os autores usaram equações estruturais para identificar as relações subjacentes entre as diferentes variáveis do modelo. O modelo possui uma escala de cinco pontos para avaliar a maturidade e a técnica AHP para estabelecer os pesos de cada critério. Os critérios são os requisitos da norma. Os autores também retratam que a adoção do ciclo PDCA é importante para garantir a melhoria contínua.

Conforme já mencionado, os trabalhos que compõem este portfólio bibliográfico não apresentam o modelo específico de maturidade almejado pela RSL. Conseqüentemente, não foi possível analisar como esses modelos foram construídos e como são aplicados. No entanto, os artigos foram analisados para apresentar *insights* para que modelos de maturidade que utilizam ISO 17025 e lógica *fuzzy* e um MCDM possam ser desenvolvidos. É possível visualizar no Quadro 4 os principais destaques desses trabalhos.

Quadro 4 - Principais destaques dos trabalhos do portfólio

Título	Autores	Ano	Destaques
<i>Sustainable supplier selection: A multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS method</i>	Ashkan Memaria, Ahmad Dargi, Mohammad Reza Akbari Jokara, Robiah Ahmad e Rahman Abdul Rahim	2019	Utilização do método multicritério TOPSIS, somado à lógica <i>fuzzy</i> para avaliação de fornecedores com práticas sustentáveis.
<i>A generic model for integration of Quality, Environment and Safety Management Systems</i>	Manuel Ferreira Rebelo, Gilberto Santos e Rui Silva	2014	O uso do ciclo PDCA como ferramenta de integração entre os diferentes sistemas de gestão baseados em padrões
<i>Management systems integration: lessons from an abandonment case</i>	Maria Gianni e Katerina Gotzamani	2015	O desenvolvimento de trabalhos acadêmicos em conjunto com as demandas dos gestores são importantes para fornecer diretrizes que garantam o sucesso da integração de sistemas.
<i>Sustainable supplier performance scoring using audition checklist based fuzzy inference system: A case application in automotive spare part industry</i>	Pezhman Ghadimi, Ahmad Dargi e Cathal Heavey	2017	Uso da lógica <i>fuzzy Mamdani</i> para avaliar fornecedores de acordo com parâmetros ambientais, sociais e econômicos.

Quadro 4 - Principais destaques dos trabalhos do portfólio

Título	Autores	Ano	Destaques
<i>Indicators for maturity and readiness for digital forensic investigation in era of industrial revolution 4.0</i>	Khairul Akram Zainol Ariffin e Faris Hanif Ahmad	2021	O nível de maturidade de uma organização está ligado ao tipo de modelo escolhido pela organização para avaliar a maturidade.
<i>A qualitative study on integrated management systems in a non-leading country in certifications</i>	Merce Bernardo, Katerina Gotzamani, Fotis Vouzas e Marti Casadesus	2018	Para aumentar o número de organizações com SGI certificados, é necessário ter uma política de integração e o desenvolvimento de auditores qualificados para avaliar esses sistemas.
<i>Leadership and quality management measurement models: an empirical study</i>	Natkamol Chansatitporn e Vallerut Pobkeeree	2020	Técnicas estatísticas foram usadas para avaliar imparcialmente as características de liderança corporativa.
<i>Integrated management systems as a driver of sustainability performance: exploring evidence from multiple-case studies</i>	Jeniffer de Nadae, Marly M. Carvalho e Darli Rodrigues Vieira	2020	Ações estratégicas que buscam a sustentabilidade do negócio podem melhorar o SGI
<i>Making sustainable sourcing decisions: practical evidence from the automotive industry</i>	Pezhman Ghadimi, Ahmad Dargi e Cathal Heavey	2017	A abordagem de solução <i>max-min</i> para avaliar fornecedores de acordo com parâmetros ambientais, sociais e econômicos
<i>Análisis para la Implementación del Sistema de Gestión de Calidad y del Sistema de Gestión Ambiental para el Laboratorio de Análisis Instrumental de la Escuela Politécnica Nacional</i>	Mónica Susana Delgado, Marcelo Cabrera e Gabriela Pérez	2019	As correlações entre as normas são apresentadas
<i>The integration of quality management systems in testing laboratories: a practitioner's report</i>	Pieter Dehouck, Robert Koeber, Elena Scaravelli e Hendrik Emons	2019	O esforço para harmonizar diferentes regulamentações em diferentes países é importante para garantir a padronização da implementação do SGI
<i>A capability maturity model for digital investigations</i>	Martin Kerrigan	2013	Uso de uma derivação de Integração do Modelo de Maturidade de Capacidade como base para construir um novo modelo de avaliação de maturidade usando uma escala de cinco níveis e 15 critérios de avaliação
<i>Methodological proposal for the assessment of environmental aspects in Higher Education Institutions (HEIs)</i>	Liven Fernando Martínez Bernal, José Javier Toro Calderón e José Herney Ramírez Franco	2018	O uso de uma ISO com uma ferramenta de avaliação de aspectos ambientais

Quadro 4 - Principais destaques dos trabalhos do portfólio

Título	Autores	Ano	Destaques
<i>An approach to TQM evaluation in pharma business</i>	Valentina Marinkovic, Stana Bekcic, Gordana Pejovic, Tatjana Sibaliija e Vidosav Majstorovic, Ljiljana Tasic	2016	A adoção de sistemas de gestão padronizados, principalmente por meio de normas, possibilita o crescimento e a sustentabilidade das ações das organizações.
<i>DF-C²M²: A capability maturity model for digital forensics organizations</i>	Ebrahim Hamad Al Hanaei e Awais Rashid	2014	O desenvolvimento de um MM de capacidade que usa uma escala de cinco pontos.
<i>Development of a metrological management model using the AHP and SEM techniques</i>	Jaime Beltrán, Jesús Muñuzuri, Miguel Rivas e Enrique Martín	2014	Criação de um modelo para avaliar a maturidade das organizações com base na norma ISO 10012:2003, utilizando uma escala de cinco pontos para avaliar a maturidade e a técnica AHP para estabelecer os pesos de cada critério
<i>Chapter 4-- The Forensic Laboratory Integrated Management System</i>	David Watson e Andrew Jones	2013	Utilização do ciclo PDCA para implementação de um SGI
<i>Good Integration for the Chemical Industry</i>	Vera Pelantov	2012	Os sistemas de gestão devem ser integrados antes de serem implementados, e o envolvimento de todas as partes interessadas é importante para o sucesso do SGI

Fonte: Autora (2023)

Nesse contexto, foram encontradas semelhanças entre os artigos, podendo-se fazer algumas considerações:

- Os sistemas de gestão geralmente são criados usando o ciclo PDCA;
- Para a melhoria contínua dos sistemas de gestão e garantia do seu sucesso, é necessária a adoção de práticas que promovam o envolvimento e a participação ativa de todas as partes interessadas;
- A utilização de normas, como as ISOs, além de auxiliar na construção e avaliação de sistemas de gestão, são ferramentas importantes para garantir a padronização da implantação e avaliação;
- MMs também são construídos com base em ISOs – esse fator é importante, pois garante padronização e imparcialidade no momento da avaliação;
- A utilização da lógica *fuzzy*, associada à construção de MMs, é imparcial. Além de promover uma avaliação imparcial, também afasta possíveis subjetividades;
- Os MMs são comumente desenvolvidos usando uma escala de cinco pontos para avaliar o grau de maturidade de uma determinada organização.

4.2 Resultados da Análise Documental

Análise documental foi conduzida por meio da localização das normas em seu formato original, pelos meios oficiais de disponibilização. Dessa forma, os documentos correspondem às versões válidas das normas. É possível visualizar no Quadro 5 os sumários das três normas utilizadas para a construção do SGI em questão. Foi realizada a leitura integral das normas e foram realizadas pesquisas para a correta compreensão dos termos presentes nos documentos. Essa análise é importante e necessária para a identificação dos requisitos comuns e os requisitos específicos de cada norma, o que, conseqüentemente, impacta diretamente na efetividade da integração entre esses requisitos.

Quadro 5 - Sumário das três normas

ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017	ABNT NBR ISO 14001:2015	ABNT NBR ISO 45001:2018
Introdução	0 Introdução	Introdução
1 Escopo	0.1 Histórico	1 Escopo
2 Referências normativas	0.2 Objetivo de um sistema de gestão ambiental	2 Referência normativa
3 Termos e definições	0.3 Fatores de sucesso	3 Termos e definições
4 Requisitos gerais	0.4 Ciclo <i>Plan-Do-Check-Act</i>	4 Contexto da organização
4.1 Imparcialidade	0.5 Conteúdo desta Norma	4.1 Compreensão da organização e seu contexto
4.2 Confidencialidade	1 Escopo	4.2 Compreensão das necessidades e expectativas dos trabalhadores e outras partes interessadas
5 Requisitos de estrutura	2 Referência normativa	4.3 Determinando o escopo do sistema de gestão de SSO
6 Requisitos de recursos	3 Termos e definições	4.4 Sistema de gestão de SSO
6.1 Generalidades	3.1 Termos referentes à organização e liderança	5 Liderança e participação dos trabalhadores
6.2 Pessoal	3.2 Termos referentes ao planejamento	5.1 Liderança e comprometimento
6.3 Instalações e condições ambientais	3.3 Termos referentes ao suporte e à operação	5.2 Política de SSO
6.4 Equipamentos	3.4 Termos referentes à avaliação de desempenho e melhoria	5.3 Funções, responsabilidades e autoridades organizacionais
6.5 Rastreabilidade metrológica	4 Contexto da organização	5.4 Consulta e participação de trabalhadores
6.6 Produtos e serviços providos externamente	4.1 Entendendo a organização e seu contexto	6 Planejamento

Quadro 5 - Sumário das três normas

ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017	ABNT NBR ISO 14001:2015	ABNT NBR ISO 45001:2018
7 Requisitos de processo	4.2 Entendendo as necessidades e expectativas de partes interessadas	6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades
7.1 Análise crítica de pedidos, propostas e contratos	4.3 Determinando o escopo do sistema de gestão ambiental	6.1.1 Generalidades
7.2 Seleção, verificação e validação de métodos	4.4 Sistema de gestão ambiental	6.1.2 Identificação de perigo e avaliação de riscos e oportunidades
7.2.1 Seleção e verificação de métodos	5 Liderança	6.1.3 Determinação dos requisitos legais e outros requisitos
7.2.2. Validação de métodos	5.1 Liderança e comprometimento	6.1.4 Plano de ação
7.3 Amostragem	5.2 Política ambiental	6.2 Objetivos de SSO e planejamento para alcançá-los
7.4 Manuseio de itens de ensaio ou calibração	5.3 Papéis, responsabilidades e autoridades organizacionais	6.2.1 Objetivos de SSO
7.5 Registros técnicos	6 Planejamento	6.2.2 Planejamento para atingir os objetivos de SSO
7.6 Avaliação da incerteza de medição	6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades	7 Suporte
7.7 Garantia da validade dos resultados	6.1.1 Generalidades	7.1 Recursos
7.8 Relato de resultados	6.1.2 Aspectos ambientais	7.2 Competência
7.8.1 Generalidades	6.1.3 Requisitos legais e outros requisitos	7.3 Conscientização
7.8.2 Requisitos comuns para relatórios	6.1.4 Planejamento de ações	7.4 Comunicação
7.8.3 Requisitos específicos para relatórios de ensaio	6.2 Objetivos ambientais e planejamento para alcançá-los	7.4.1 Generalidades
7.8.5 Relato da amostragem – Requisitos específicos	6.2.1 Objetivos ambientais	7.4.2 Comunicação interna
7.8.6 Relato de declarações de conformidade	6.2.2 Planejamento de ações para alcançar os objetivos ambientais	7.4.3 Comunicação externa
7.8.7 Relato de opiniões e interpretações	7 Apoio	7.5 Informação documentada
7.8.8 Emendas aos relatórios	7.1 Recursos	7.5.1 Generalidades
7.9 Reclamações	7.2 Competência	7.5.2 Criando e atualizando
7.10 Trabalho não conforme	7.3 Conscientização	7.5.3 Controle de informação documentada

Quadro 5 - Sumário das três normas

ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017	ABNT NBR ISO 14001:2015	ABNT NBR ISO 45001:2018
7.11 Controle de dados e gestão da informação	7.4 Comunicação	8 Operação
8 Requisitos do sistema de gestão	7.4.1 Generalidades	8.1 Planejamento e controle operacionais
8.1 Opções	7.4.2 Comunicação interna	8.1.1 Generalidades
8.1.1 Generalidades	7.4.3 Comunicação externa	8.1.2 Eliminar perigos e reduzir riscos de SSO
8.1.2 Opção A	7.5 Informação documentada	8.1.3 Gestão da mudança
8.1.3 Opção B	7.5.1 Generalidades	8.1.4 Aquisição
8.2 Documentação do sistema de gestão (Opção A)	7.5.2 Criando e atualizando	8.2 Preparação e resposta a emergências
8.3 Controle de documentos do sistema de gestão (Opção A)	7.5.3 Controle de informação documentada	9 Avaliação de desempenho
8.4 Controle de registros (Opção A)	8 Operação	9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação de desempenho
8.5 Ações para abordar riscos e oportunidades (Opção A)	8.1 Planejamento e controle operacionais	9.1.1 Generalidades
8.6 Melhoria (Opção A)	8.2 Preparação e resposta a emergências	9.1.2 Avaliação da conformidade
8.7 Ações corretivas (Opção A)	9 Avaliação de desempenho	9.2 Auditoria interna
8.8 Auditorias internas (Opção A)	9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação	9.2.1 Generalidades
8.9 Análises críticas pela gerência (Opção A)	9.1.1 Generalidades	9.2.2 Programa de auditoria interna
Anexo A (informativo) Rastreabilidade metrológica	9.1.2 Avaliação do atendimento aos requisitos legais e outros requisitos	9.3 Análise crítica pela direção
Anexo B (informativo) Opções para o sistema de gestão	9.2 Auditoria interna	10 Melhoria
Bibliografia	9.2.1 Generalidades	10.1 Generalidades
	9.2.2 Programa de auditoria interna	10.2 Incidente, não conformidade e ação corretiva
	9.3 Análise crítica pela direção	10.3 Melhoria contínua
	10 Melhoria	Anexo A (informativo) Orientações para uso desta Norma
	10.1 Generalidades	Bibliografia
	10.2 Não conformidade e ação corretiva	
	10.3 Melhoria contínua	
	Anexo A (informativo) Orientações para uso desta Norma	

Quadro 5 - Sumário das três normas

ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017	ABNT NBR ISO 14001:2015	ABNT NBR ISO 45001:2018
	Anexo B (informativo) Correspondência entre a ABNT NBR ISO 14001:2015 e a ABNT NBR ISO 14001:2004	
	Bibliografia	
	Índice alfabético de termos	

Fonte: Dados da pesquisa (2023)

4.3 Integração dos Sistemas de Gestão

Após compreender quais requisitos são comuns nas normas e quais são específicos para cada caso, foi possível construir um único arquivo em planilhas do software Microsoft Office Excel, contendo os requisitos das três normas integrados. É possível visualizar no Quadro 6 o sumário do SGI. Foi mantida a estrutura dos tópicos apresentada na ABNT NBR ISO 14001:2015. A integração de todos os requisitos pode ser visualizada no Apêndice B.

Quadro 6 - Sumário do SGI

Sistema de Gestão Integrado	
4 Contexto da organização	
<ul style="list-style-type: none"> • 4.1 Entendendo a organização e seu contexto • 4.2 Entendendo as necessidades e expectativas de partes interessadas • 4.3 Determinando o escopo do SGI • 4.4 SGI • 4.5 Imparcialidade • 4.6 Confidencialidade 	
5 Liderança	
<ul style="list-style-type: none"> • 5.1 Liderança e comprometimento • 5.2 Política do SGI • 5.3 Papéis, responsabilidades e autoridades organizacionais • 5.4 Consulta e participação de trabalhadores 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 5.5 Estruturas
	6 Planejamento
	<ul style="list-style-type: none"> • 6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades <ul style="list-style-type: none"> ○ 6.1.1 Generalidades ○ 6.1.2 Identificação de perigo e avaliação de riscos e oportunidades ○ 6.1.3 Requisitos legais e outros requisitos ○ 6.1.4 Planejamento de ações • 6.2 Objetivos integrados e planejamento para alcançá-los <ul style="list-style-type: none"> ○ 6.2.1 Objetivos integrados ○ 6.2.2 Planejamento de ações para alcançar os objetivos integrados
	7 Apoio
	<ul style="list-style-type: none"> • 7.1 Recursos

<ul style="list-style-type: none"> • 7.2 Competência 	<ul style="list-style-type: none"> • 8.6 Registros técnicos
<ul style="list-style-type: none"> ○ 7.2.1 Generalidades 	<ul style="list-style-type: none"> • 8.7 Avaliação da incerteza de medição
<ul style="list-style-type: none"> ○ 7.2.2 Pessoal 	<ul style="list-style-type: none"> • 8.8 Garantia da validade dos resultados
<ul style="list-style-type: none"> • 7.3 Conscientização 	<ul style="list-style-type: none"> • 8.9 Relato de resultados
<ul style="list-style-type: none"> • 7.4 Comunicação 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.9.1 Generalidades
<ul style="list-style-type: none"> ○ 7.4.1 Generalidades 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.9.2 Requisitos comuns para relatórios (ensaio, calibração ou amostragem)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 7.4.2 Comunicação interna 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.9.3 Requisitos específicos para relatórios de ensaio
<ul style="list-style-type: none"> ○ 7.4.3 Comunicação externa 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.9.4 Requisitos específicos para certificados de calibração
<ul style="list-style-type: none"> • 7.5 Informação documentada 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.9.5 Relato de amostragem – Requisitos específicos
<ul style="list-style-type: none"> ○ 7.5.1 Generalidades 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.9.7 Relato de opiniões e interpretações
<ul style="list-style-type: none"> ○ 7.5.2 Criando e atualizando 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.9.8 Emendas aos relatórios
<ul style="list-style-type: none"> ○ 7.5.3 Controle de informação documentada 	
<ul style="list-style-type: none"> • 7.6 Instalações e condições ambientais 	
<ul style="list-style-type: none"> • 7.7 Equipamentos 	
<ul style="list-style-type: none"> • 7.8 Rastreabilidade metrológica 	
8 Operação	9 Avaliação de desempenho
<ul style="list-style-type: none"> • 8.1 Planejamento e controle operacionais 	<ul style="list-style-type: none"> • 9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação de desempenho
<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.1.1 Generalidades 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 9.1.1 Generalidades
<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.1.2 Eliminar perigos e reduzir riscos de SSO 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 9.1.2 Avaliação do atendimento aos requisitos legais e outros requisitos
<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.1.3 Gestão de mudança 	<ul style="list-style-type: none"> • 9.2 Auditoria interna
<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.1.4 Aquisição 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 9.2.1 Generalidades
<ul style="list-style-type: none"> • 8.2 Preparação e resposta a emergências 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 9.2.2 Programa de auditoria interna
<ul style="list-style-type: none"> • 8.3 Seleção, verificação e validação de métodos 	<ul style="list-style-type: none"> • 9.3 Análise crítica pela direção
<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.3.1 Seleção e verificação de métodos 	<ul style="list-style-type: none"> • 9.4 Reclamações
<ul style="list-style-type: none"> ○ 8.3.2 Validação de métodos 	
<ul style="list-style-type: none"> • 8.4 Amostragem 	10 Melhoria
<ul style="list-style-type: none"> • 8.5 Manuseio de itens de ensaio e calibração 	<ul style="list-style-type: none"> • 10.1 Generalidades
	<ul style="list-style-type: none"> • 10.2 Não conformidade e ação corretiva
	<ul style="list-style-type: none"> • 10.3 Melhoria contínua

Fonte: Autora (2023)

Para exemplificar como foi realizada a agregação das três normas, segue o exemplo: o item 4.3 do requisito 4. Contexto da Organização da norma ABNT NBR ISO 14001 – Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso, compreende “Determinando o escopo do sistema de gestão ambiental”; já este mesmo item e requisito também está presente na norma ABNT NBR ISO 45001 – Sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional – Requisitos com orientação para uso, mas com os dizeres “Determinando o escopo do sistema de gestão de SSO”. Já a ABNT NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, não apresenta tal item estruturado dessa forma. Assim, no SGI foi definido como “4.3 Determinando o escopo do SGI”. Em contrapartida, somente na ABNT NBR ISO/IEC 17025 que existem os itens 4.1 Imparcialidade e 4.2 Confidencialidade, e estes itens passaram a compor o SGI como itens do requisito 4. Contexto da Organização, sendo 4.5 Imparcialidade e 4.6 Confidencialidade, sem nenhuma alteração de texto.

4.4 Construção do Modelo de Maturidade

Esta seção está dividida de acordo com as fases de construção do MM proposto nesta pesquisa, utilizando como base o modelo genérico proposto por Bruin *et al.* (2005), descrito na seção 3.2.3.

4.4.1 Delineamento do Escopo e do Design

O MM desenvolvido possui como foco os laboratórios de ensaio e calibração, que utilizam ou queiram utilizar as normas ABNT NBR ISO 17025:2017, 14001:2015 e 45001:2018, como padrões para um SGI. Assim, o MM consiste em uma ferramenta de avaliação do nível de maturidade de SGI para laboratórios de ensaio e calibração, funcionando como um guia tanto para avaliar a situação atual do sistema de gestão e/ou para indicar quais pontos das normas ações de correção ou melhoria devem ser traçadas. A proposta do MM é ser útil em todos os momentos da evolução de um SGI tal como elaborado.

Assim, o modelo proposto é destinado a avaliação interna dos laboratórios de ensaio e calibração, por meio de uma autoavaliação realizada pelo gestor do laboratório. Apenas um laboratório é analisado por vez e a avaliação é realizada em

planilhas eletrônicas do *software Microsoft Office Excel*, na versão 365. De forma flexível, o modelo foi elaborado prezando pela objetividade e clareza em seu uso, não consistindo em um método rígido, mas sim em uma estrutura adaptável às particularidades de cada laboratório.

Destaca-se também o uso do MM para o processo de auditoria interna do SGI. Isto é, ele pode servir para auxiliar no processo de avaliação interna, como forma de encontrar pontos de melhorias e a traçar ações que visem a correção de possíveis falhas. Com isso, o laboratório pode se organizar e se preparar melhor para um processo de acreditação. Recomenda-se que, para este fim, o modelo seja utilizado por pessoal apto, como por exemplo, um auditor interno, o qual compreende todos os requisitos que compõem o SGI.

4.4.2 Definição do Conteúdo

O conteúdo do modelo de maturidade consiste em uma lista de verificação, construída com base nos requisitos do SGI (Apêndice B). Assim, cada requisito e seus itens compreendem um ponto a ser verificado no laboratório. A verificação consiste em buscar por evidências (isto é, roteiros, documentos, procedimentos, registros, cartazes, rotina operacional, entre outros) que representam a realização e/ou a implementação do item. Para auxiliar na aplicação do método multicritério, a palavra item foi substituída pela palavra critério. É possível visualizar no Quadro 7 os critérios que são utilizados para avaliação da maturidade. Cabe a ressalva de que os requisitos iniciais *Escopo, Referência normativa e Termos e definições* são itens de instrução, sem a necessidade de mensuração de maturidade, portanto, não compõem o modelo proposto.

Quadro 7 - Critérios a serem avaliados no MM proposto

Requisitos	Critérios	Referência
Contexto da Organização [R1]	Entendendo a organização e seu contexto	R11
	Entendendo as necessidades e expectativas de partes interessadas	R12
	Determinando o escopo do SGI	R13
	SGI	R14
	Imparcialidade	R15
	Confidencialidade	R16
Liderança [R2]	Liderança e comprometimento	R21
	Política do SGI	R22
	Papeis, responsabilidades e autoridades organizacionais	R23
	Consulta e participação de trabalhadores	R24

Quadro 7 - Critérios a serem avaliados no MM proposto

Requisitos	Critérios	Referência
Liderança [R2]	Estruturas	R25
Planejamento [R3]	Ações para abordar riscos e oportunidades	R31
	Objetivos integrados e planejamento para alcançá-los	R32
Apoio [R4]	Recursos	R41
	Competência	R42
	Conscientização	R43
	Comunicação	R44
	Informação documentada	R45
Apoio [R4]	Instalações e condições ambientais	R46
	Equipamentos	R47
	Rastreabilidade metrológica	R48
Operação [R5]	Planejamento e controle operacionais	R51
	Preparação e resposta a emergências	R52
	Seleção, verificação e validação de métodos	R53
	Amostragem	R54
	Manuseio de itens de ensaio ou calibração	R55
Operação [R5]	Registros técnicos	R56
	Avaliação da incerteza de medição	R57
	Garantia da validade dos resultados	R58
	Relato de resultados	R59
Avaliação de Desempenho [R6]	Monitoramento, medição, análise e avaliação de desempenho	R61
	Auditoria interna	R62
	Análise crítica pela direção	R63
	Reclamações	R64
Melhoria [R7]	Generalidades	R71
	Não conformidade e ação corretiva	R72
	Melhoria contínua	R73
Total		37 critérios

Fonte: Autora (2023)

Para a avaliação da maturidade foi utilizada uma escala de cinco níveis adaptada, apresentadas nos trabalhos de Belezia (2019) e Yu *et al.* (2018). É possível visualizar no Quadro 8 os pontos que devem ser observados e o nível de maturidade que cada categoria representa. Esse Quadro 8 deve ser utilizado ao final da aplicação do MCDM *fuzzy* VIKOR.

Quadro 8 - Escala de maturidade proposta

Nível de Maturidade	Descrição
1	Atividades de ensaio e calibração são realizadas pelo laboratório, sem que os processos se encontrem padronizados. O desempenho nas atividades de laboratório é considerado baixo.
2	Atividades de ensaio e calibração são realizadas, segundo processos que se encontram em fase de definição e documentação. O desempenho nas atividades de laboratório ainda não é satisfatório em comparação a laboratórios congêneres.
6	Atividades de ensaio e calibração são realizadas segundo processos padronizados. Em função da padronização de todos os seus processos, o desempenho do laboratório apresenta melhoria significativa em relação ao nível anterior. No entanto, as metas de melhoria de desempenho para os processos não se encontram definidas e documentadas.
4	Metas de melhoria de desempenho são estabelecidas para os processos e os respectivos indicadores são monitorados e avaliados de forma sistemática para o alcance das metas. As atividades de laboratório são realizadas segundo uma abordagem de gestão de riscos. O desempenho nas atividades laboratoriais atinge níveis superiores (de satisfatório a alto).
5	Rumo à excelência, o laboratório adota o conceito de melhoria contínua em todos seus processos e incorpora as melhores práticas nas atividades de ensaio e calibração. O laboratório possui as últimas três avaliações consecutivas favoráveis à sua acreditação.

Fonte: Adaptado de Belezia (2019) e Yu et al. (2018)

A partir do Quadro 8, foi construída uma escala para avaliar cada requisito (critério) do SGI utilizando as variáveis linguísticas. Para tanto, no Quadro 9, tem-se a escala linguística utilizada para essa avaliação, compatível com cada nível de maturidade estabelecido. Assim, o gestor do laboratório, ao utilizar este MM, deve avaliar cada requisito do SGI perante a essa escala.

Quadro 9 - Escala de avaliação dos critérios

Variável linguística	Descrição
Embrionário ou Ad-hoc (VL)	Atividades deste critério são realizadas pelo laboratório, sem que os processos se encontrem padronizados, isto é, não há evidência de implementação do critério. O desempenho nas atividades deste critério é considerado baixo.
Repetível (L)	Atividades deste critério são realizadas, segundo processos que se encontram em fase de definição e documentação. O desempenho nas atividades deste critério ainda não é satisfatório. O critério está pouco disseminado pelas áreas de interesse.
Definido (M)	Atividades deste critério são realizadas segundo processos padronizados. Em função da padronização de todos os seus processos, o desempenho deste critério apresenta melhoria significativa em relação ao nível anterior. O critério está disseminado pelas áreas de interesse. No entanto, as metas de melhoria de desempenho para os processos não se encontram definidas e documentadas.

Quadro 9 - Escala de avaliação dos critérios

Variável linguística	Descrição
Gerenciado (H)	Metas de melhoria de desempenho são estabelecidas para os processos deste critério e os respectivos indicadores são monitorados e avaliados de forma sistemática para o alcance das metas. As atividades deste critério são realizadas segundo uma abordagem de gestão de riscos.
Otimizado (VH)	As melhores práticas nas atividades de ensaio e calibração deste critério são empregadas. O laboratório não possui, nas últimas três avaliações consecutivas, não conformidades neste critério.

Fonte: Adaptado de Belezia (2019) e Yu et al. (2018)

Um item está documentado quando se encontra um procedimento, um registro, um método, um manual ou outra forma de escrita, que determina como aquele item deve ser realizado, entendido e/ou verificado. A disseminação diz respeito à realização do item pelos funcionários, estagiários e demais envolvidos nas atividades do laboratório por meio de um conhecimento tácito. A disseminação representa ainda a forma como o laboratório conduz as atividades, o que está diretamente relacionada com a cultura da organização.

Para ilustrar a avaliação de um critério, analisa-se o exemplo do critério R11 – Entendendo a organização e seu contexto. Este critério apresenta o seguinte texto: *A organização deve determinar questões externas e internas que sejam pertinentes para o seu propósito e que afetem sua capacidade de alcançar os resultados pretendidos do seu sistema de gestão ambiental e do seu sistema de gestão de SSO - SGI. Essas questões devem incluir ainda as condições ambientais que afetam ou são capazes de afetar a organização*; diante do exposto, o gestor deve avaliar quão implementado esse critério está e atribuir uma variável linguística (VL, L, M, H ou VH) que represente o esse nível de implementação, de acordo com o Quadro 9. Todos os 37 critérios devem ser avaliados seguindo esta mesma linha de raciocínio.

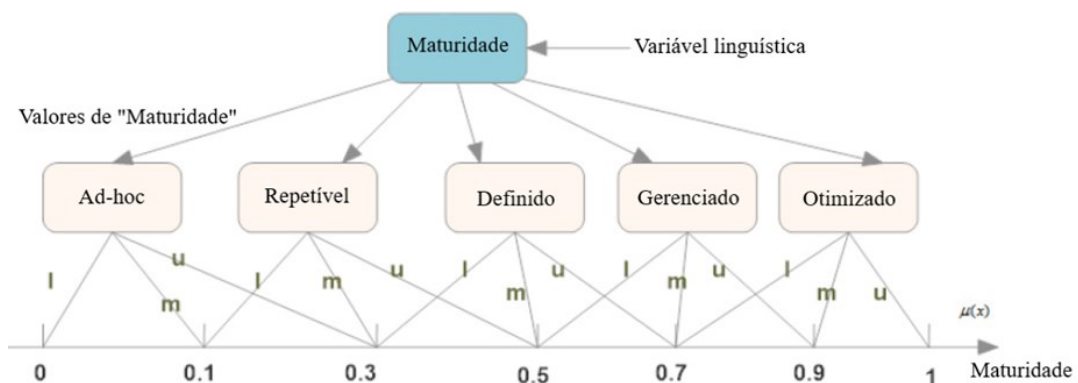
Ao propor esse MM, objetiva-se descobrir em qual nível de maturidade que um determinado laboratório se encontra em um momento e, conseqüentemente quão distante ele está de um estado maduro, otimizado. Dessa forma, o método multicritério VIKOR associado a lógica *fuzzy* foi utilizado. Assim, é possível visualizar na Tabela 2 a escala de avaliação com os TFNs necessários para aplicação no método *fuzzy* VIKOR (YU et al., 2018).

Tabela 2 - Representação dos TFNs	
Variáveis linguísticas	TFNs (l, m, u)
Embrionário ou Ad-hoc (VL)	(0; 0,1; 0,3)
Repetível (L)	(0,1; 0,3; 0,5)
Definido (M)	(0,3; 0,5; 0,7)
Gerenciado (H)	(0,5; 0,7; 0,9)
Otimizado (VH)	(0,7; 0,9; 1)

Fonte: Adaptado de Yu *et al.* (2018)

Para cada variável linguística existe um conjunto de TFNs que o representa. As escalas fundamentais de julgamentos de cada critério são mostradas, de forma gráfica, na Figura 9.

Figura 9 - Escala de avaliação em TFNs



Fonte: Adaptado de Yu *et al.* (2018)

Após a definição da escala de avaliação, bem como sua representação em números *fuzzy*, o próximo passo é aplicar o *fuzzy VIKOR*. Para a aplicação do método, algumas considerações foram feitas e descritas na seção 3.2.3. Assim, aqui cabe a síntese:

- i. Existe somente um avaliador (decisor);
- ii. Todos os critérios possuem o mesmo peso;
- iii. Existe uma única alternativa (A_1) a ser avaliada, que corresponde a situação do laboratório; as alternativas A_2 (pior cenário) e A_3 (melhor cenário) são fixas.

Dessa forma, o resultado compreende um *ranking* no qual a alternativa A_1 estará entre as alternativas A_2 e A_3 . A questão é quão distante essa alternativa estará da alternativa ótima, A_3 . A descrição das alternativas pode ser visualizada no Quadro 10.

Quadro 10 - Descrição das alternativas

Código	Alternativa	Variáveis linguísticas possíveis
A ₁	Situação atual do laboratório	VL, L, M, H, VH
A ₂	Pior cenário	VL
A ₃	Melhor cenário	VH

Fonte: Autora (2023)

Para ilustrar a aplicação do *fuzzy* VIKOR, uma avaliação hipotética foi conduzida. É possível visualizar no Quadro 11 as avaliações de cada requisito com as variáveis linguísticas que formam a matriz de decisão. Aqui, cada requisito recebeu uma avaliação de forma arbitrária e é representado pela alternativa A₁. É possível visualizar no Quadro 11 também as alternativas que representam o melhor (A₃) e o pior cenário (A₂).

Quadro 11 - Matriz de decisão com as variáveis linguísticas

	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R21	R22	R23	R24	R25	R31	R32	R41	R42	R43	R44	R45	R46
A1	L	M	H	L	L	H	H	H	H	VL	H	VL	VH	M	M	H	H	L	M
A2	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL
A3	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH
	R47	R48	R51	R52	R53	R54	R55	R56	R57	R58	R59	R61	R62	R63	R64	R71	R72	R73	
A1	M	L	VL	VL	H	H	M	L	M	VL	VH	VH	M	L	L	M	M	M	
A2	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	
A3	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	

Fonte: Autora (2023)

No Apêndice C tem-se a matriz de decisão *fuzzificada*. A alternativa A₃, que representa o melhor cenário, recebeu avaliações “Otimizado (VH)” em todos os critérios, assim, a representação *fuzzificada* é (0,7; 0,9; 1), Já a alternativa do pior cenário, A₂, recebeu, em todos os critérios, *Ad-hoc* (VL), cuja *fuzzificação* é (0; 0,1; 0,3).

Após a *fuzzificação*, existe a etapa de agregação dos pesos dos critérios e a definição das pontuações das alternativas em relação aos pesos dos critérios dos decisores. Levando em consideração que todos os critérios possuem o mesmo peso e que somente um decisor irá avaliar os critérios, não houve alteração da matriz de decisão. Em seguida, optou-se por *defuzzificar* a matriz de decisão antes de aplicar o MCDM VIKOR. A *defuzzificação* neste momento não interfere no resultado do método, mas o torna mais fácil de ser aplicado, já que as operações com números *fuzzy* não serão necessárias.

Para *defuzzificar* a matriz de decisão, utilizou-se a Equação 8, do tópico 2.4.1. É possível visualizar na Tabela 3 a matriz de decisão *defuzzificada*. Após a

defuzzificação tem-se a aplicação do MCDM VIKOR, tal como descrito no tópico 2.4.1, com o cálculo dos valores máximos e mínimos (disponível no Apêndice C), o cálculo dos valores de S_i e R_i (disponível no Apêndice C), e o resultado, com o ranqueamento das alternativas, como pode ser visto na Tabela 4. O valor de v para este caso foi igual a 0,5, já que representa um consenso.

Tabela 3 - Matriz de decisão defuzzificada

	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R21	R22	R23	R24
W	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A1	0,30	0,50	0,70	0,30	0,30	0,70	0,70	0,70	0,70	0,13
A2	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
A3	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
	R25	R31	R32	R41	R42	R43	R44	R45	R46	R47
W	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A1	0,70	0,13	0,88	0,50	0,50	0,70	0,70	0,30	0,50	0,50
A2	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
A3	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
	R48	R51	R52	R53	R54	R55	R56	R57	R58	R59
W	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A1	0,30	0,13	0,13	0,70	0,70	0,50	0,30	0,50	0,13	0,88
A2	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
A3	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
	R61	R62	R63	R64	R71	R72	R73			
W	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00			
A1	0,88	0,50	0,30	0,30	0,50	0,50	0,50			
A2	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13			
A3	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88			

Fonte: Autora (2023)

Tabela 4 - Resultado obtido

	v	0,5
	Q	Ranking
A1	0,76	2
A2	1,00	3
A3	0,00	1

Fonte: Autora (2023)

Ao analisar o resultado obtido, já era esperado que a alternativa A1, que representa as avaliações dos critérios do laboratório, ficasse em segundo lugar, uma vez que as avaliações percorrem os cinco níveis possíveis. A interpretação do *ranking* é feita de forma invertida, ou seja, quanto mais próximo de 1,00 o resultado estiver, pior é a avaliação da maturidade. Já para a interpretação do nível de maturidade que este laboratório se encontra, é necessário calcular o índice de maturidade (IM):

$$IM = (1 - Q) \quad (18)$$

Assim, para este exemplo hipotético, o IM é igual a $(1-0,76)$ o que resulta em 0,24. Para determinar o nível de maturidade do laboratório, foi utilizada a Tabela 5, a qual apresenta a faixa de resultado e o nível correspondente.

Tabela 5 – Faixa de resultado e o nível de maturidade correspondente

Faixa de resultado	Nível de maturidade
(0 a 0,29)	1
(0,3 a 0,49)	2
(0,5 a 0,69)	3
(0,7 a 0,89)	4
(0,90 a 1)	5

Fonte: Adaptado de Yu et al. (2018)

O resultado mostra que para este caso hipotético, o laboratório apresenta o nível de maturidade igual a 1, correspondendo ao estágio *Embrionário*, em que *Atividades de ensaio e calibração são realizadas pelo laboratório, sem que os processos se encontrem padronizados. O desempenho nas atividades de laboratório é considerado baixo.*

4.4.3 Validação numérica do MM proposto

Para testar o MM desenvolvido em um caso real, uma análise foi realizada considerando resultados obtidos de um processo de avaliação que considerou somente a ABNT NBR ISO 17025:2017. Esse teste parcial foi necessário, pois não foi possível encontrar resultados que pudessem ser utilizados de um SGI, tal como construído. Os dados para a realização do teste estão disponíveis no artigo dos autores Gerônimo et al. (2020). Assim, este teste foi conduzido com o objetivo de verificar se o desenvolvimento do MCDM *fuzzy* VIKOR está matematicamente coerente e se o resultado obtido do nível de maturidade é compatível com aquele mostrado pelos autores.

O laboratório do estudo de caso do artigo trata-se de uma organização que realiza análises físico-químicas e bacteriológicas em amostras de água e análises físico-químicas em amostras de efluentes domésticos e industriais. Este laboratório pertence a uma instituição de ensino superior e, desempenha atividades de pesquisa, ensino e prestação de serviços. Os autores conduziram um estudo de caso no qual realizaram um diagnóstico do SG inicial do laboratório, em que foram inspecionados os requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 e atribuída uma nota de

acordo com uma escala. O objetivo era mensurar o nível de implantação de cada requisito da norma em questão. Para cada nota recebida foram propostas ações corretivas, de acordo com os requisitos normativos vigentes. Esta primeira avaliação foi chamada de cenário 01. Após o período de 10 meses, o mesmo diagnóstico foi aplicado neste laboratório com o objetivo de mensurar a efetividade das ações de correção; esta nova avaliação foi chamada de cenário 02. O artigo mensura a evolução do SG e o grau de implementação da referida norma no laboratório estudado por meio da divisão do somatório das notas de cada requisito pelo somatório do total de pontos que um requisito poderia ter, o que resulta em uma porcentagem de atendimento da norma (GERÔNIMO *et al.*, 2020).

Para a validação numérica do MM aqui proposto, as duas avaliações realizadas por Gerônimo *et al.* (2020) foram usadas como variáveis de entrada do MM. No entanto, o artigo em questão utiliza uma escala de seis pontos, assim, os dois primeiros níveis 0 e 1, foram incorporados no Nível 1 do MM. Além disso, foi necessária realizar uma separação dos critérios, usando-se somente os critérios pertencentes a ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017. Para ser compatível com os critérios usados no artigo, realizou-se também a incorporação dos subitens da norma, resultando na avaliação de 43 critérios.

Então, a primeira etapa consistiu na inserção das variáveis linguísticas nas matrizes de decisão para cada cenário e, em seguida, os processos mostrados no tópico 4.4.2 foram conduzidos. As matrizes de decisão com as variáveis linguísticas podem ser visualizadas nos Quadros 12 e 13.

Quadro 12 - Matriz de decisão com variáveis linguísticas - cenário 01

	R11	R12	R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27	R31	R32	R33	R34	R35	R36
A1	L	L	L	L	L	L	L	L	L	VH	VL	VL	VL	VL	VL
A2	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL
A3	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH
	R41	R42	R43	R44	R45	R46	R47	R48	R49	R410	R411	R412	R413	R414	R415
A1	VL	L	VL	VH	VL	VH	VL	L	H	H	VL	H	VH	H	H
A2	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL
A3	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH
	R416	R417	R418	R419	R51	R52	R53	R54	R55	R56	R57	R58	R59		
A1	H	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL		
A2	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL		
A3	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH		

Fonte: Autora (2023)

Quadro 13 - Matriz de decisão com variáveis linguísticas - cenário 02

	R11	R12	R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27	R31	R32	R33	R34	R35	R36
A1	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	H	H	H	VH	H
A2	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL
A3	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH
	R41	R42	R43	R44	R45	R46	R47	R48	R49	R410	R411	R412	R413	R414	R415
A1	M	VH	H	VH	H	VH	VL	VH	VH	VH	VL	VH	VH	VH	VH
A2	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL
A3	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH
	R416	R417	R418	R419	R51	R52	R53	R54	R55	R56	R57	R58	R59		
A1	VH	M	M	H	VH	VH	VH	VH	VL	VL	M	M	H		
A2	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL	VL		
A3	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH		

Fonte: Autora (2023)

O resultado da aplicação do MM para o primeiro cenário foi de IM igual a 0,13, o que compreende ao Nível 1 de Maturidade, e o resultado da aplicação para o segundo cenário foi de IM igual a 0,44, o que corresponde ao Nível 2 de Maturidade. Além disso, nos dois cenários, a alternativa do laboratório ficou em segundo lugar no *ranking*, como esperado.

Ao analisar as interpretações apresentadas pelos autores, constata-se que os resultados apresentados pelo MM proposto são condizentes, isto é, os resultados encontrados para o nível de maturidade desse laboratório por meio da aplicação do MM desenvolvido foi semelhante ao apresentado pelos autores Gerônimo *et al.* (2020). Portanto, pôde-se concluir que, mesmo de forma parcial, o MM foi validado.

4.4.4 Implantação e Manutenção

As duas últimas etapas de desenvolvimento do MM consistem na implantação e na manutenção deste modelo. Assim, como etapa futura, o MM deverá ser implantado nos laboratórios de ensaio e calibração que utilizam o SGI tal como estruturado como forma de gestão de suas atividades. Essa implantação é importante, pois trará a validação completa do MM, além de indicar, por meio das percepções do usuário do MM, quais são os pontos falhos e possíveis melhorias a serem incorporadas no MM.

Como MM descritivo, a sua evolução ocorrerá à medida que ações que promovam o avanço da maturidade sejam incorporadas neste modelo. Cabe destacar que, o MM proposto pode ser utilizado diversas vezes, em momentos distintos do processo de implementação e manutenção do SGI, porém deixará de ser válido a partir do momento em que uma das normas for substituída por outras normas ou por versões e atualizações mais recentes.

Este MM representa uma ferramenta que pode ser inserida no ciclo PDCA – *Plan* (planejar), *Do* (fazer), *Check* (checar) e *Act* (agir corretivamente). Este ciclo está presente em algumas normas ISOs como forma de auxiliar no processo de implementação de seus requisitos. A abordagem do PDCA permite que a organização melhore a qualidade de seus resultados reportados e garanta a satisfação contínua de seus clientes (WERKEMA, 2013, PEREIRA *et al.*, 2015; CARPINETTI; GEROLAMO, 2016; KHOLIF, 2018).

O ciclo PDCA foi criado para ser usado como um modelo dinâmico, em que a conclusão de um dos estágios do ciclo leva automaticamente ao início do próximo

estágio. Seguindo o princípio da melhoria contínua da qualidade, o processo pode ser revisado a qualquer momento e um novo "teste de mudança" pode começar (DIMITRESCU *et al.*, 2018). Dessa forma, o uso do ciclo PDCA pode contribuir ainda para que o MM evolua de descritivo para prescritivo – estágio em que existem ações para o avanço do nível de maturidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho era desenvolver um modelo para avaliar o nível de maturidade de SGI utilizando como referências as normas ABNT NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, ABNT NBR ISO 14001 – Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso e ABNT NBR ISO 45001 – Sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional – Requisitos com orientação para uso.

Para tanto, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura com o intuito de apresentar os modelos de maturidade voltados para laboratórios de ensaio e calibração. Além disso, foi considerada a ISO 17025, lógica *fuzzy* e o MCDM VIKOR como elementos importantes nos trabalhos a serem buscados e analisados. Por meio da *Methodi Ordinatio*, utilizando o intervalo dos anos de 2012 e 2022 e as bases de dados *IEEE Xplore*, *Scopus*, *Emerald*, *Science Direct*, *Taylor & Francis Online* e Portal CAPES foi possível encontrar 18 artigos correlatos ao tema de busca. Ao analisar os trabalhos encontrados, pôde-se perceber que a literatura carece de pesquisas focadas nesse assunto, uma vez não foi encontrado nenhum artigo que aborde um modelo de maturidade baseado na ISO 17025 e *fuzzy* VIKOR. No entanto, os trabalhos foram utilizados para fornecer ideias de como construir um MM que visa cumprir com o objetivo deste trabalho. Assim, nesta análise foi possível atender o OE 1 - *Identificar os aspectos relevantes relacionados aos MMs e aos laboratórios de ensaio e calibração*.

Após a realização da RSL foi realizada a análise documental das três normas e foi feita a integração entre os três sistemas de gestão distintos. Para realizar a integração optou-se pelo modelo matricial apresentado por Domingues (2013). O modelo matricial SGI é baseado na identificação da coerência e similaridades entre os requisitos das normas. A fim de facilitar a construção deste SGI o *software Microsoft Office Excel* versão 365 foi adotado. A construção teve como base a estrutura da norma ABNT NBR ISO 14001 – Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso e os demais requisitos e itens das outras normas foram agregados em um único texto. Com esta etapa concluída, atendeu-se o OE 2 -. *Analisar o processo de construção de um SGI com base nas normas ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, ABNT NBR ISO 14001:2015 – Sistemas de Gestão Ambiental –*

Requisitos com orientações para uso e ABNT NBR ISO 45001:2018 – Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional – Requisitos com orientação para uso.

Com o SGI construído, foi possível elaborar o MM para o SGI proposto, utilizando como base o modelo genérico de Bruin *et al.* (2005), o que compreende o OE 3 - *Construir um MM utilizando um MCDM e a lógica fuzzy*. O uso da lógica fuzzy associado a um método multicritério leva em consideração a incerteza das informações na avaliação dos indicadores relevantes para a maturidade e o *status* do desenvolvimento é determinado com mais confiabilidade e consistência. Isso foi possível por meio da aplicação do MCDM *fuzzy VIKOR*, o que permitiu a construção de um MM que cumpre com o seu propósito de avaliar o SGI, respondendo a segunda pergunta de pesquisa estabelecida. Além disso, ao realizar um teste hipotético e uma validação parcial foi possível constatar que a lógica utilizada para a construção do MM se mostrou efetiva.

Assim, espera-se que os resultados deste estudo sejam de utilidade prática para os gerentes e tomadores de decisão nos laboratórios de ensaio e calibração, uma vez que o MM proposto fornece uma orientação inicial para melhorar a qualidade de um SGI. Dessa forma, pôde-se responder a primeira pergunta de pesquisa, ao construir um MM voltado para os laboratórios de ensaio e calibração que possibilite a avaliação dos seus SGs. Então, de uma maneira geral o objetivo traçado foi alcançado e, do ponto de vista prático, a grande contribuição desse trabalho é a proposição de uma ferramenta avaliações de todos os requisitos, unificados em uma planilha do *software Microsoft Office Excel*.

Dessa forma, é possível contribuir também para promover um desenvolvimento mais sustentável dos negócios ao permitir melhor gerenciamento dos requisitos de qualidade, saúde e segurança ocupacional, além da confiabilidade experimental. Isso gera valor para as organizações por terem maior compreensão sobre como estruturar os processos, o que pode facilitar as tomadas de decisão e a canalização de esforços para o pleno atendimento às normas e melhoria contínua. Cabe uma ressalva de que cada organização possui suas peculiaridades e características, as quais devem ser respeitadas e levadas em consideração durante a utilização da ferramenta. Outro ponto importante a ser destacado, é que, indiretamente, o MM proposto contribui ainda com o alcance dos ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

Além disso, a diversidade e o volume de trabalho necessário para concretizar as etapas e procedimentos gerados nessa pesquisa deve favorecer a oferta de temas para trabalhos de dissertações e teses, além da elaboração de artigos científicos, tanto interna como externamente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, criando e fortalecendo parcerias na execução destes trabalhos.

No entanto, este trabalho limita-se ao desenvolver um MM descritivo, sem possuir as ações de melhorias que podem levar o laboratório ao um nível maior de maturidade. Além disso, o MM possui entradas qualitativas, que são as avaliações por meio de escala linguística. Assim, o MM poderá ser testado futuramente com entradas quantitativas e testes de comparação entre esses MMs poderão ser realizados. Outro ponto limitante consiste no desenvolvimento do MM utilizando planilhas do *software Microsoft Office Excel*, o que dificulta a ampla divulgação.

Por isso, sugere-se que o MM desenvolvido poderá evoluir, ao ser implementado em um *software* ou até mesmo em uma aplicação *web*, o que permite ampliar as possibilidades de usos pelos mais diversos laboratórios de ensaio e calibração. Outro ponto, é a tradução do modelo para a língua inglesa, o que amplia ainda mais o campo de utilização. Como é um MM descritivo, ele pode evoluir ao incluir indicadores de desempenho e outras métricas para o monitoramento do SGI, abrangendo um campo maior de estudo e, incluir ações que permitem a elaboração de planos de ações para o avanço de um nível de maturidade para outro, modificando-o para um MM prescritivo. É importante destacar que o MM está na sua versão 1.0, sendo que ajustes e melhorias poderão ser realizados.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ABEPRO). **A profissão da engenharia de produção**: saiba mais sobre a engenharia de produção. 2023. Disponível em: <https://portal.abepro.org.br/profissao/>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- ALI, S. *et al.* Fuzzy Multi Attribute Assessment Model for Software Outsourcing Partnership Formation. **IEEE Access**, v. 6, p. 55431-55461, 2018.
- ANTUNES, N. M. C. **Avaliação do risco em ativos físicos baseada numa metodologia Fuzzy-FMEA**. 2020. 197 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2020.
- APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência**: filosofia e prática da pesquisa. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- ARAGÓN-CORREA, J. A.; MARCUS, A. A.; VOGEL, D. The Effects of Mandatory and Voluntary Regulatory Pressures on Firms' Environmental Strategies: a review and recommendations for future research. **Academy of Management Annals**, v. 14, n. 1, p. 339-365, 2020.
- ARIFFIN, K. A. Z.; AHMAD, F. H. Indicators for maturity and readiness for digital forensic investigation in era of industrial revolution 4.0. **Computers & Security**, v. 105, p. 102-237, 2021.
- AROCENA, P.; ORCOS, R.; ZOUAGHI, F. The scope of implementation of ISO 14001 by multinational enterprises: the role of liabilities of origin. **Journal of Environmental Management**, v. 327, p. 1-9, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001: 2015** - sistemas de gestão ambiental – requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 45001: 2018** - sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional – requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9000:2015** - sistemas de gestão da qualidade - fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017** - requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- AYOUNI, S. *et al.* Fuzzy VIKOR Application for learning management systems evaluation in higher education. **International Journal of Information and Communication Technology Education**, v. 17, n. 2, p. 17-35, 2021.

- BANAEIAN, N. *et al.* Green supplier selection using *fuzzy* group decision making methods: a case study from the agri-food industry. **Computers & Operations Research**, v. 89, p. 337-347, 2018.
- BAUMGARTNER, R. J.; RAUTER, R. Strategic perspectives of corporate sustainability management to develop a sustainable organization. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p. 81-92, 2017.
- BECKER, J. KNACKSTEDT, R.; PÖPPELBUß, J. Developing maturity models for IT management. **Business & Information Systems Engineering**, v. 1, n. 3, p. 213-222, 2009.
- BELEZIA, L. C. **Modelo de autoavaliação para laboratórios de ensaio e calibração baseado na Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017**. 2019. 147p. Dissertação (Mestrado em Metrologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2019.
- BELTRÁN, J. *et al.* Development of a metrological management model using the AHP and SEM techniques. **IJQRM**, v. 31, p. 841–857, 2014.
- BERNAL, L. F. M. *et al.* Methodological proposal for the assessment of environmental aspects in Higher Education Institutions (HEIs). **E3S Web of Conferences**, 2018, v. 48, p. 1-5, 2018.
- BERNARDO, M., *et al.* A qualitative study on integrated management systems in a non-leading country in certifications. **TQM & BE**, v. 29, p. 453–480, 2018.
- BLOCK, M. R.; MARASH, I. R. Integration of ISO 14001 in a quality management system. Madrid. España: Fc Editorial. **Fundación Confemetal**, 261 p, 2002.
- BRASIL - Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria de Consolidação Nº 5**, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União, Brasília, DF, pág. 1-926.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n. 436**, de 26 de dezembro de 2011. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. Diário Oficial da União, Brasília, DF. N 247, pág. 304-311.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n. 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, DF. N 92, pág. 89-98.
- BRENDLER, E.; BRANDLI, L. L. Integração do sistema de gestão ambiental no sistema de gestão de qualidade em uma indústria de confecções. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 1, p. 27-40, 2011.
- BRUIN, T. *et al.*, Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. **ACIS 2005 Proceedings**. 109, 2005.

BÜYÜKÖZKAN, G.; GÜLER, M. Analysis of companies' digital maturity by hesitant *fuzzy* linguistic MCDM methods. **Journal of Intelligent & Fuzzy Systems**, v. 38, n. 1, p. 1119-1132, 2020.

CAMPOS, E. A. R. *et al.* Construction and qualitative assessment of a bibliographic portfolio using the methodology Methodi Ordinatio. **Scientometrics**, v. 116, n. 2, p. 815-842, 2018.

CAMPOS, L. M. S. *et al.* Environmental performance indicators: a study on ISO 14001 certified companies. **Journal of Cleaner Production**, v. 99, p. 286-296, 2015.

CAREY, R. B. What is a quality management system, and why should a microbiologist adopt one? **Clinical Microbiology Newsletter**, v. 40, n. 22, p. 183-189, 2018.

CARPINETTI, L. C. R.; GEROLAMO, M. C. **Gestão da qualidade ISO 9001:2015: requisitos e integração com a ISO 14001:2015**. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2016.

CARVALHO, G. D. G. *et al.* Bibliometrics and systematic reviews: a comparison between the Proknow-C and the Methodi Ordinatio. **Journal of Informetrics**, v. 14, n. 3, p. 101043, 2020.

CARVALHO, I. *et al.* SimOrgMaturity-Tool: simulador para avaliação *fuzzy* de maturidade organizacional. *In: Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)*, 2017, Lavras. **Anais [...]**, v. 13, n. 1, p. 585-592, 2017.

CHANSATITPORN, N.; POBKEEREE, V. Leadership and quality management measurement models: an empirical study. **International Journal of Health Care Quality Assurance**, v. 33, p. 52–66, 2020.

CHATZOGLU, P. *et al.* The impact of ISO 9000 certification on firms' financial performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 35, n. 1, p. 145-174, 2015.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. D. A. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *In: 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto – CNGDP*, **Anais [...]**, n. 1, p. 1–12, 2011.

DAMKE, A. S. *et al.* Revisitando estudos similares ao Projeto Escola “Sem” Partido: um portfólio a partir da metodologia Methodi Ordinatio. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. 1-28, 2020.

DEHOUCK, P.; *et al.* The integration of quality management systems in testing laboratories: a practitioner's report. **Accreditation and Quality Assurance**, v. 24, p. 151–156, 2019.

DELGADO, M. S.; CABRERA, M.; PÉREZ, G. Analysis for the Implementation of the quality management system and the environmental management system for the instrumental analysis laboratory of the national polytechnic school. **Revista Politécnica**, v. 42, p. 57–62, 2019.

DIMITRESCU, A. *et al.* Analysis of quality problems in production system using the PDCA instrument. **Fiability & Durability**, v. 1, n. 1, p.286-292, 2018.

DOMINGUES P., SAMPAIO P., AREZES P. Maturity models: a useful solution to assess current OHS management system, **Proc. 7th International Conference on Working on Safety**, Glasgow, Scotland, v. I, p. 114-115, 2014.

DOMINGUES P., SAMPAIO P., AREZES P., Integrated Management Systems Assessment: a maturity model proposal, **Journal of Cleaner Production**, v. 124, p. 164-174, 2016.

DOMINGUES, J. P. T. **Sistemas de Gestão Integrados: desenvolvimento de um modelo para avaliação do nível de maturidade**. 2013. 322 f. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial e de Sistemas) - Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Minho, 2013.

EFTEKHARY, M. *et al.* Identifying customers 'needs on electronic services of bank using *fuzzy* QFD approach. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 8, n. 6, p. 287-296, 2012.

ELAPANDA, S. *et al.* Integration of lean six sigma framework in testing laboratories quality management system with specific reference to ISO 17025. **Journal of Management (JOM)**, v. 6, n. 3, p. 1-13, 2019.

FERGUSON, M., *et al.* Implementation models of integrated quality, environmental and safety management systems. **ERBME**, v. 8, p. 97-118, 2002.

FERNANDES, J. L. S. *et al.* Etapas necessárias para a implantação de um sistema de gestão integrado. **Revista de Administração da UFSM**, v. 8, n. 1, p. 60-72, 2015.

GAJDZIK, B. Frameworks of the maturity model for industry 4.0 with assessment of maturity levels on the example of the segment of steel enterprises in Poland. **Journal Of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 8, n. 2, p. 77, 2022.

GEROLAMO, M.C. *et al.* Quality and safety management systems: joint action for certification of small firms in an industrial cluster in Brazil. **South African Journal of Industrial Engineering**, v 25, p. 189–202, 2014.

GERÔNIMO, B. M. *et al.* An audit approach to assess and improve the quality management systems of environmental laboratories. **Environmental Engineering and Management Journal**, v. 6, n. 19, p. 1033-1041, 2020.

GERÔNIMO, B. M.; LENZI, G. G. Maturity models for testing and calibration laboratories: a systematic literature review. **Sustainability**, v. 15, n. 4, p. 1-22, 2023.

GHADIMI, P.; DARGI, A.; HEAVEY, C. Making sustainable sourcing decisions: practical evidence from the automotive industry. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 20, p. 297–321, 2017b.

GHADIMI, P.; DARGI, A.; HEAVEY, C. Sustainable supplier performance scoring using audition checklist based fuzzy inference system: A case application in

automotive spare part industry. **Computers & Industrial Engineering**, v. 105, p. 12–27, 2017a.

GIANNI, M.; GOTZAMANI, K. Management systems integration: lessons from an abandonment case. **Journal of Cleaner Production**, v. 86, p. 265–276, 2015.

GOMES, A.P.G.; SABAINI, S. Comparação de requisitos para gestão da qualidade em laboratórios segundo NBR ISO/IEC 17025 e Boas Práticas de Laboratório (BPL). **Embrapa Agroenergia**, v. 9, p. 1–8, 2011.

HANAEI, E.H.A., RASHID, A. DF-C2M2: a capability maturity model for digital forensics organizations. **IEEE Security and Privacy Workshops**, p. 57-60, 2014.

HATAMI-MARBINI, A.; TAVANA, M. An extension of the Electre I method for group decision-making under a *fuzzy* environment, **Omega**, v. 39, n. 4, p. 373-386, 2011.

HEIN-PENSEL, F. *et al.* Maturity assessment for Industry 5.0: a review of existing maturity models. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 66, p. 200-210, 2023.

HOSOULI, S. *et al.* A Multi-Criteria decision making (MCDM) methodology for high temperature thermochemical storage material selection using graph theory and matrix approach. **Materials & Design**, v. 227, p. 1-10, 2023.

HOU, M. *et al.* Quality management in a high-containment laboratory. **Journal of Biosafety and Biosecurity**, v. 1, p. 34–38, 2019.

IKRAM, M. *et al.* Developing integrated management systems using an AHP-Fuzzy VIKOR approach. **Business Strategy and The Environment**, v. 29, n. 6, p. 2265-2283, 2020.

IKRAM, M.; SROUFE, R.; ZHANG, Q. Prioritizing and overcoming barriers to integrated management system (IMS) implementation using AHP and G-TOPSIS. **Journal of Cleaner Production**, v. 254, p. 1-17, 2020.

ILAC - International Laboratory Accreditation Cooperation (Dinamarca). **Como usar um laboratório acreditado beneficia o governo e reguladores?** 2011. Disponível em: <https://ilac.org/language-pages/portuguese/>. Acesso em: 20 fev. 2023.

INMETRO a - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Laboratórios:** consulta ao catálogo da Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio - RBLE. Consulta ao Catálogo da RBLE. 2023. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/>. Acesso em: 21 fev. 2023.

INMETRO b. **Sistema de Consulta aos Escopos de Acreditação dos Laboratórios de Calibração Acreditados segundo a ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017:** Rede Brasileira de Calibração - RBC. Rede Brasileira de Calibração - RBC. 2023. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/index.asp>. Acesso em: 21 fev. 2023.

INMETRO c. **Certificados válidos no Brasil.** 2023. Disponível em: <https://certifiq.inmetro.gov.br/Grafico/CertificadosValidosBrasil>. Acesso em: 22 fev. 2023.

JIA G., *et al.* Program management organization maturity integrated model for mega construction programs in China, **International Journal of Project Management**, v. 29, p. 834-845, 2011.

JORNADA, D. H. **Implantação de um guia orientativo de incerteza de medição para avaliadores de laboratório da Rede Metrológica RS**. 2009. 155p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

KARANIKAS, N. *et al.* Transitioning from the AS/NZS 4801:2001 to AS/NZS ISO 45001:2018 standard on occupational health and safety management systems: the process, challenges and expected benefits. **Journal of Health, Safety and Environment**, v. 37, n. 1, p. 61-71, 2021.

KARTHIYAYINI, N; RAJENDRAN, C. An approach for benchmarking service excellence in accredited services of Indian calibration and testing laboratories. **Materials Today: Proceedings**, v. 46, p. 8218-8225, 2021.

KARTHIYAYINI, N; RAJENDRAN, C. Critical factors and performance indicators: accreditation of testing- and calibration-laboratories. **Benchmarking: An International Journal**, v. 24, n. 7, p. 1814-1833, 2017.

KERRIGAN, M. A capability maturity model for digital investigations. **Digital Investigation**, v. 10, p. 19–33, 2013.

KHOLIF, A. M. *et al.* Implementation of model for improvement (PDCA-cycle) in dairy laboratories. **Journal of Food Safety**, v. 38, n. 3, p.1-6, 2018.

KHOSHGOFTAR M., OSMAN O., Comparison of maturity models, **Proc. 2nd IEEE International Conference on Computer Science and information Technology**, 2009. Acesso em: 23 jun. 2020.

KIM-SOON, *et al.* Quality management practices of food manufacturers: a comparative study between small, medium and large companies in Malaysia. **Sustainability**, v. 12, p 1-26, 2020.

KIYIKLIK, A.; KUŞAKCI, A. O.; MBOWE, B. A digital transformation maturity model for the airline industry with a self-assessment tool. **Decision Analytics Journal**, v. 3, p. 1-13, 2022.

KLUTH A., *et al.*, Evaluation of complexity management systems – systematical and maturity-based approach, **Procedia CIRP**, v. 17, p. 224-229, 2014.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. 29.ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

LAM, W. S. *et al.* performance evaluation of construction companies using integrated entropy–fuzzy VIKOR model. **Entropy**, v. 23, n. 3, p. 320, 2021.

LIMA, E. S.; COSTA, A. P. C. S. Improving asset management under a regulatory view. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 190, p. 1-11, 2019.

- LIU, H-C *et al.* Risk evaluation in failure mode and effects analysis with extended VIKOR method under *fuzzy* environment. **Expert Systems with Applications**, v. 39, n. 17, p. 12926-12934, 2012.
- LIU, X. *et al.* Identification and analysis of barriers to the effectiveness of ISO 45001 certification in Chinese certified organisations: a DEMATEL-ISM approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 383, p. 1-12, 2023.
- LIZOT, M. *et al.* Analysis of evaluation methods of sustainable supply chain management in production engineering journals with high impact. **Sustainability**, v. 12, n. 1, p. 270, 2019.
- LLONCH, M. *et al.* A case study of a simultaneous integration in an SME. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 35, n. 2, p. 319-334, 2018.
- LÓPEZ-FRESNO, P. Implementation of an integrated management system in an airline: a case study. **The TQM Journal**, v. 22, n. 6, p. 629-647, 2010.
- MACHADO, C. G. *et al.* Framing maturity based on sustainable operations management principles. **International Journal of Production Economics**, v. 190, p. 3-21, 2017.
- MARINKOVIC, V. *et al.* An approach to TQM evaluation in pharma business. **TQM Journal**, v. 28, p. 745–759, 2016.
- MEMARI, A. *et al.* Sustainable supplier selection: a multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS method. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 50, p. 9–24, 2019.
- MORAES, M. V. G. **Sistema de gestão: princípios e ferramentas**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2015.
- MOREIRA, S. V. **Análise documental como método e como técnica**. In: DUARTE, J.; BARROS, A. (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2005. p. 269-279.
- MORGADO, L.; SILVA, F.J.G.; FONSECA, L. M. Mapping occupational health and safety management systems in Portugal: outlook for iso 45001. **Procedia Manufacturing**, v. 38, p. 755-764, 2019.
- MOUMEN M., ELAOUFIR H., An integrated management system: from various aspects of the literature to a maturity model based on the process approach, **International Journal of Productivity and Quality Management**, 23, 218-246, 2018.
- MÜHLBAUER, R. **Avaliação de maturidade de processos de ti: aplicação de lógica difusa utilizando a biblioteca *jfuzzylogic***. Universidade Federal do ABC, Santo André, 2013.
- NADAE, J., CARVALHO, M. M., VIEIRA, D. R. Integrated management systems as a driver of sustainability performance: exploring evidence from multiple-case studies, **IJQ&RM**, v. 38, p. 800-821, 2021.

NADKARNI, R. R.; PUTHUVAYI, B. A comprehensive literature review of multi-criteria decision-making methods in heritage buildings. **Journal of Building Engineering**, v. 32, p. 1-14, 2020.

NUNHES, T. V. *et al.* Guiding principles of integrated management systems: towards unifying a starting point for researchers and practitioners. **Journal of Cleaner Production**, v. 210, p. 977-993, 2019.

ONU BRASIL. **Os objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil**. Nações Unidas Brasil. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 20 fev. 2023.

OPRICOVIC, S. *Fuzzy VIKOR with an application to water resources planning*. **Expert Systems with Applications**, 38(10), 12983–12990, 2011.

OPRICOVIC, S. **Multicriteria optimization of civil engineering systems** (in Serbian, *Višekriterijumska optimizacija sistema u gradjevinarstvu*). Belgrade: Faculty of Civil Engineering, 1998.

OPRICOVIC, S.; TZENG, G. Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. **European Journal of Operational Research**, v. 156, n. 2, p. 445-455, 2004.

PAGANI, R. N. *et al.* Technology transfer models: typology and a generic model. **International Journal of Technology Transfer and Commercialization**, v. 14, n. 1, p. 20-41, 2016.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. *Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication*. **Scientometrics**, v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M. *Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura*. **Ciência da Informação**, S. L., v. 46, n. 2, p. 161-187, 2017a.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. *Tics na composição da Methodi Ordinatio: construção de portfólio bibliográfico sobre modelos de transferência de tecnologia*. **Ciência da Informação**, v. 46, n. 2, p 1-27, 2017b.

PATÓN-ROMERO, J. D. *et al.* Maturity model based on CMMI for governance and management of Green IT. **IET Software**, v. 13, n. 6, p. 555-563, 2019.

PELANTOV, V. *Good Integration for the chemical industry*. **Procedia Engineering**, v. 42, p. 802-807, 2012.

PEREIRA, P. *et al.* Quality management in European screening laboratories in blood establishments: A view of current approaches and trends. **Transfusion and Apheresis Science**, v. 52, n. 2, p.245-251, 2015.

PIWOWAR-SULEJ, K. *et al.* Maturity of CSR implementation at the organizational level - from literature review to a comprehensive model. **Sustainability**, v. 14, n. 24, p. 1-17, 2022.

POEPELBUSS J., ROEGLINGER, M. What makes a useful maturity model? A framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management. **Proc. European Conference on Information Systems (ECIS)**, Helsinki, Finland, v. 19, p. 1-12, 2011

POGHOSYAN, A. *et al.* A web-based design for occupational safety and health capability maturity indicator. **Safety Science**, v. 122, p. 1-24, 2020.

POLTRONIERI C. F., GANGA G. M. D., GEROLAMO M. C. Maturity in management system integration and its relationship with sustainable performance, **Journal of Cleaner Production**, 207, 236–247, 2019.

POLTRONIERI, C. F. **Avaliação do grau de maturidade dos Sistemas de Gestão Integrados (SGI)**. 2014. 118p. Dissertação (Mestrado em Processos e Gestão de Operações) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

POUPART, J. *et al.* **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

PURWANTO, A. *et al.* The effect of implementation integrated management system ISO 9001, ISO 14001, ISO 22000 and ISO 45001 on indonesian food industries performance. **Test: Engineering & Management**, v. 82, p. 14054-14069, 2020.

RAMOS, D.; AFONSO, P.; RODRIGUES, M. A. Integrated management systems as a key facilitator of occupational health and safety risk management: a case study in a medium sized waste management firm. **Journal of Cleaner Production**, v. 262, p. 1-11, 2020.

REBELO, F. M., SANTOS, G., SILVA, R. A generic model for integration of Quality, Environment and Safety Management Systems, **The TQM Journal**, v. 26, p. 143-159, 2014.

REBELO, M. F. *et al.* Integrated management systems: critical success factors. **Journal of Global Economics, Management and Business Research**, v. 5, n. 2, p. 109-124, 2015.

REGATIERI, H. R. *et al.* Systematic review of lithium-ion battery recycling literature using ProKnow-C and Methodi Ordinatio. **Energies**, v. 15, n. 4, p. 1-23, 2022.

RODRIGUES, E. O. *et al.* Desafios dos laboratórios públicos da área de saúde ambiental para implantação e manutenção dos requisitos de normativas da qualidade para monitoramento da água de consumo humano. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 4, n. 30, p. 1-9, 2022.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

SALGUEIRO, C. R. **O desafio da implantação de um sistema de gestão da qualidade em laboratórios de pesquisa que realizam ensaios ecotoxicológicos**. 2012. 97p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2012.

- SARMENTO, A. L. C. *et al.* Perspectives on the therapeutic effects of pelvic floor electrical stimulation: a systematic review. **International Journal of Environmental Research And Public Health**, v. 19, n. 21, p. 1-12, 2022.
- SCHUMACHER, A.; EROL, S.; SIHN, W. A maturity model for assessing industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. **Procedia CIRP**, v. 52, p. 161-166, 2016.
- SCHUMACHER, A.; NEMETH, T.; SIHN, W. Roadmapping towards industrial digitalization based on an Industry 4.0 maturity model for manufacturing enterprises. **Procedia CIRP**, v. 79, p. 409-414, 2019.
- SHAYGAN, A.; DAIM, T. Technology management maturity assessment model in healthcare research centers. **Technovation**, v. 120, p. 1-22, 2023.
- SIERDOVSKI, M.; PILATTI, L. A.; RUBBO, P. Organizational competencies in the development of environmental, social, and governance (ESG) criteria in the industrial sector. **Sustainability**, v. 14, n. 20, p. 1-20, 2022.
- SOTOUDEH-ANVARI, A. *et al.* A stochastic multi-objective model based on the classical optimal search model for searching for the people who are lost in response stage of earthquake. **Scientia Iranica**, p. 1-23, 2018.
- SOTOUDEH-ANVARI, A. The applications of MCDM methods in COVID-19 pandemic: a state-of-the-art review. **Applied Soft Computing**, v. 126, p. 1-44, 2022.
- SOUZA, M. O. F. *et al.* Nonconformities in clinical laboratories in Macapá, Amapá, Brazil, based on the RDC no. 302/2005/Anvisa. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 56, p. 1-10, 2020.
- STAWIARSKA, E. *et al.* Diagnosis of the maturity level of implementing industry 4.0 solutions in selected functional areas of management of automotive companies in Poland. **Sustainability**, v. 13, n. 9, p. 1-38, 2021.
- STOJKOVIC, A. *et al.* Improving the Quality of Environmental Testing through the Implementation of ISO 17025 Standards. **Facta Universitatis**, v. 18, p. 169–175, 2021.
- STREIT, J. A. C. *et al.* Inovação no contexto da logística reversa e da economia circular: descobertas recentes e pesquisas futuras através do Methodi Ordinatio. **Desafio Online**, v. 10, n. 1, p. 127-151, 2021.
- TAHRI H., DRISSI-KAITOUNI O. new design for calculating project management maturity (PMM), **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, 181, 171-177, 2015.
- TAYLAN, O. *et al.* Assessment of energy systems using extended *Fuzzy* AHP, *Fuzzy* VIKOR, and TOPSIS approaches to manage non-cooperative opinions. **Sustainability**, v. 12, n. 7, p. 1-27, 2020.
- TCHOKOGUÉ, A. *et al.* Is supply's actual contribution to sustainable development strategic and operational? **Business Strategy and the Environment**, v. 27, n. 3, p. 336-358, 2017.

TELLES, L. B. *et al.* A survey on performance measurement in social economy organizations applying the Methodi Ordinatio approach. **Revista Gestão Industrial**, v. 14, n. 4, p. 222-239, 2018.

TIRADO, A. C. S. B.; PAGANI, R. N. Análise bibliográfica sobre xadrez e educação: utilização do Methodi Ordinatio. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão**, v. 6, n. 1, p. 1-25, 2021.

VALDES G. *et al.* Conception, development and implementation of an e-government maturity model in public agencies. **Government Information Quarterly**. v. 28, p. 176-187, 2011.

VAN ECK, N. J., WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, v 84, n 2, p. 523–538, 2010.

VASHISHTH, A. *et al.* Integrated management systems maturity: drivers and benefits in indian smes. **Journal of Cleaner Production**, v. 293, p. 1-10, 2021.

VERGARA, L. F. B. F.; GAVIÃO, L. O.; LIMA, G. B. A. Suporte à decisão para modelo de maturidade de processo utilizando lógica *fuzzy* a partir da perspectiva do ciclo PDCA. **Exacta**, v. 14, n. 2, p. 269-284, 2016.

WANG, C. N.; *et al.* A model for selecting a biomass furnace supplier based on qualitative and quantitative factors. **Computers, Materials and Continua**, v. 69, n. 2, p. 2339-2353, 2021.

WANG, X. *et al.* Multi-criteria *fuzzy* portfolio selection based on three-way decisions and cumulative prospect theory. **Applied Soft Computing**, v. 134, p. 1-19, 2023.

WATSON, D.; JONES, A. Chapter 4 - **The forensic laboratory integrated management system**. In: **Digital forensics processing and procedures - Meeting the Requirements of ISO 17020, ISO 17025, ISO 27001 and Best Practice Requirements**. D. Watson; A.B.T.-D. F. P. and P. Jones (Eds.). p.39–107, 2013.

WECKENMANN, A; AKKASOGLU, G. Maturity determination and information visualization of new forming processes considering uncertain indicator values. In: **Manufacturing Engineering Society International Conference**, 4th., p. 899-911, 2012.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**, 1ª Ed, Elsevier, 2013.

WITEK-CRABB, A. CSR maturity in polish listed companies: a qualitative diagnosis based on a progression model. **Sustainability**, v. 11, n. 6, p. 1-28, 2019.

WU, Q. *et al.* An integrated multi-criteria decision-making and multi-objective optimization model for socially responsible portfolio selection. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 184, p. 1-23, 2022.

- YAMAKAWA, E. K. *et al.* Comparativo dos softwares de gerenciamento de referências bibliográficas: mendeley, endnote e zotero. **Transinformação**, v. 26, n. 2, p. 167-176, 2014.
- YILMAZ, Ibrahim. Evaluating industry 4.0 barriers by intuitionistic *Fuzzy* VIKOR method. **Multiple Criteria Decision Making**, p. 167-178, 2022.
- YU, X. *et al.* Multi-Criteria decision making for PLM maturity analysis based on an integrated *Fuzzy* AHP and VIKOR methodology. **Journal of Advanced Manufacturing Systems**, v. 17, n. 02, p. 155-179, 2018.
- ZADEH, L. A. *Fuzzy* sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.
- ZAHAIKEVITCH, E. V. *et al.* Contemporary public policies to strengthen family farming in the international perspective: a bibliometric study. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 8, n. 1, p. 8, 2022.
- ZANATA, A. C. *et al.* Obtention of microalgal biomass tolerant to herbicides for production of bio-fertilizers: a review based on Methodi Ordinatio methodology. **Orbital: The Electronic Journal of Chemistry**, v. 11, n. 6, p. 399-401, 2019.
- ZAVADSKAS, E. K.; PODVEZKO, V. Integrated determination of objective criteria weights in MCDM. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, v. 15, n. 02, p. 267-283, 2016.
- ZHU, Q.; *et al.* Institutional pressures, dynamic capabilities and environmental management systems: Investigating the ISO 9000 – environmental management system implementation linkage. **Journal of Environmental Management**, v. 114, p.232-242, 2013

APÊNDICE A - Valores da *InOrdinatio* para os trabalhos do portfólio

Quadro 14 - Valores da *InOrdinatio* para os trabalhos do portfólio

Título	Autores	Ano	Periódico	JCR	Citações	<i>InOrdinatio</i>
<i>Sustainable supplier selection: A multi-criteria intuitionistic fuzzy TOPSIS method</i>	Ashkan Memaria, Ahmad Dargi, Mohammad Reza Akbari Jokara, Robiah Ahmad e Rahman Abdul Rahim	2019	<i>Journal of Manufacturing Systems</i>	9,498	334	404,01
<i>A generic model for integration of Quality, Environment and Safety Management Systems</i>	Manuel Ferreira Rebelo, Gilberto Santos e Rui Silva	2014	<i>The TQM Journal</i>	0,000	150	170,00
<i>Management systems integration: lessons from an abandonment case</i>	Maria Gianni e Katerina Gotzamani	2015	<i>Journal of Cleaner Production</i>	11,072	118	148,01
<i>Sustainable supplier performance scoring using audition checklist based fuzzy inference system: A case application in automotive spare part industry</i>	Pezhman Ghadimi, Ahmad Dargi e Cathal Heavey	2017a	<i>Computers & Industrial Engineering</i>	7,180	73	123,01
<i>Indicators for maturity and readiness for digital forensic investigation in era of industrial revolution 4.0</i>	Khairul Akram Zainol Ariffin e Faris Hanif Ahmad	2021	<i>Computers & Security</i>	5,105	28	118,01
<i>A qualitative study on integrated management systems in a non-leading country in certifications</i>	Merce Bernardo, Katerina Gotzamani, Fotis Vouzas e Marti Casadesus	2018	<i>Total Quality Management & Business Excellence</i>	4,168	47	107,00
<i>Leadership and quality management measurement models: an empirical study</i>	Natkamol Chansatitporn e Vallerut Pobkeeree	2020	<i>International Journal of Health Care Quality Assurance</i>	1,140	3	83,00
<i>Integrated management systems as a driver of sustainability performance: exploring evidence from multiple-case studies</i>	Jeniffer de Nadae, Marly M. Carvalho e Darli Rodrigues Vieira	2020	<i>International Journal of Quality & Reliability Management</i>	0,000	3	83,00
<i>Making sustainable sourcing decisions: practical evidence from the automotive industry</i>	Pezhman Ghadimi, Ahmad Dargi e Cathal Heavey	2017	<i>International Journal of Logistics Research and Applications</i>	5,992	32	82,01
<i>Análisis para la Implementación del Sistema de Gestión de Calidad y del Sistema de Gestión Ambiental para el Laboratorio de Análisis Instrumental de la Escuela Politécnica Nacional</i>	Mónica Susana Delgado, Marcelo Cabrera e Gabriela Pérez	2019	Revista Politécnica	0,000	8	78,00

Quadro 14 - Valores da *InOrdinatio* para os trabalhos do portfólio

Título	Autores	Ano	Periódico	JCR	Citações	<i>InOrdinatio</i>
<i>The integration of quality management systems in testing laboratories: a practitioner's report</i>	Pieter Dehouck, Robert Koeber, Elena Scaravelli e Hendrik Emons	2019	<i>Accreditation and Quality Assurance</i>	0,856	3	73,00
<i>A capability maturity model for digital investigations</i>	Martin Kerrigan	2013	<i>Digital Investigation</i>	2,676	53	63,00
<i>Methodological proposal for the assessment of environmental aspects in Higher Education Institutions (HEIs)</i>	Liven Fernando Martínez Bernal, José Javier Toro Calderón e José Herney Ramírez Franco	2018	<i>4th International Workshop on UI GreenMetric World University Rankings, IWGM 2018</i>	0,000	0	60,00
<i>An approach to TQM evaluation in pharma business</i>	Valentina Marinkovic, Stana Bekcic, Gordana Pejovic, Tatjana Sibalija e Vidosav Majstorovic, Ljiljana Tasic	2016	<i>The TQM Journal</i>	0,000	20	60,00
<i>DF-C²M²: A capability maturity model for digital forensics organizations</i>	Ebrahim Hamad Al Hanaei e Awais Rashid	2014	<i>2014 IEEE Security and Privacy Workshops</i>	0,000	19	39,00
<i>Development of a metrological management model using the AHP and SEM techniques</i>	Jaime Beltrán, Jesús Muñuzuri, Miguel Rivas e Enrique Martín	2014	<i>International Journal of Quality & Reliability Management</i>	0,000	10	30,00
<i>Chapter 4-- The Forensic Laboratory Integrated Management System</i>	David Watson e Andrew Jones	2013	<i>Digital Forensics Processing and Procedures</i>	0,000	0	10,00
<i>Good Integration for the Chemical Industry</i>	Vera Pelantov	2012	<i>Procedia Engineering</i>	0,000	1	1,00

Fonte: Dados de pesquisa (2023)

APÊNDICE B - Integração dos Sistemas de Gestão

Figura 10 - Requisitos de Contexto da Organização

Item	Subitem
4.1 Entendendo a organização e seu contexto	A organização deve determinar questões externas e internas que sejam pertinentes para o seu propósito e que afetem sua capacidade de alcançar os resultados pretendidos do seu sistema de gestão ambiental e do seu sistema de gestão de SSO - SGI. Essas questões devem incluir ainda as condições ambientais que afetam ou são capazes de afetar a organização.
4.2 Entendendo as necessidades e expectativas de partes interessadas	A organização deve determinar: a) as outras partes interessadas, além dos trabalhadores, que são relevantes para o SGI; b) a necessidade e as expectativas relevantes (por exemplo, requisitos) dos trabalhadores e outras partes interessadas; c) quais destas necessidades e expectativas são, ou podem tornar-se requisitos legais e outros requisitos.
4.3 Determinando o escopo do SGI	A organização deve determinar os limites e a aplicabilidade do SGI para estabelecer o seu escopo. Ao determinar esse escopo, a organização deve considerar: a) as questões externas e internas referidas em 4.1; b) os requisitos legais e outros requisitos referidos em 4.2; c) suas unidades organizacionais, funções e limites físicos; d) suas atividades, produtos e serviços; e) sua autoridade e capacidade de exercer controle e influência. Uma vez definido o escopo, todas as atividades, produtos e serviços sobre os quais a organização tem controle e influência, que podem impactar o SGI, (dentro desse escopo), precisam ser incluídos no SGI. O escopo deve ser mantido como informação documentada e estar disponível para as partes interessadas. O laboratório somente deve declarar a conformidade com este documento para este conjunto de atividades de laboratório, o que exclui as atividades de laboratório providas externamente de forma contínua.
4.4 SGI	Para alcançar os resultados pretendidos, incluindo o aumento de seu desempenho ambiental, a organização deve estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente um SGI, incluindo os processos necessários e suas interações, de acordo com os requisitos desta Norma. A organização deve considerar os conhecimentos adquiridos em 4.1 e 4.2 ao estabelecer e manter o sistema de gestão ambiental.
4.5 Imparcialidade	As atividades laboratório devem ser realizadas com imparcialidade e ser estruturadas e gerenciadas de forma a salvaguardar a imparcialidade. A gerência do laboratório deve ser comprometida com a imparcialidade. O laboratório deve ser responsável pela imparcialidade de suas atividades de laboratório e não pode permitir que pressões comerciais, financeiras ou outras comprometam a imparcialidade. O laboratório deve identificar os riscos à sua imparcialidade de forma contínua. Isto deve incluir os riscos decorrentes de suas atividades, de seus relacionamentos ou dos relacionamentos de seu pessoal. Entretanto, estes relacionamentos não necessariamente apresentam ao laboratório um risco à imparcialidade. NOTA: Um relacionamento que ameaça a imparcialidade do laboratório pode ser baseado em propriedade, governança, gestão, pessoal, recursos compartilhados, finanças, contratos, marketing (incluindo promoção de marcas) e pagamento de comissões de vendas ou outros benefícios pela indicação de novos clientes etc. Caso um risco à imparcialidade seja identificado, o laboratório deve ser capaz de demonstrar como ele elimina ou minimiza tal risco.
4.6 Confidencialidade	O laboratório deve ser responsável, por meio de compromissos legalmente exigíveis, pela gestão de todas as informações obtidas ou criadas durante a realização de atividades de laboratório. O laboratório deve informar previamente ao cliente as informações que pretende colocar em domínio público. Exceto para informações que o cliente disponibilize ao público, ou quando acordado entre o laboratório e o cliente (por exemplo, com o propósito de responder a reclamações), todas as outras informações são consideradas propriedade do cliente e devem ser tratadas como confidenciais. Quando o laboratório for obrigado por lei ou autorizado por compromissos contratuais a divulgar informações confidenciais, o cliente ou o indivíduo interessado deve, exceto se proibido por lei, ser notificado sobre as informações fornecidas. Informações sobre o cliente, obtidas de outras fontes que não o próprio cliente (por exemplo, reclamante, autoridades regulamentadoras), devem ser tratadas como confidenciais entre o cliente e o laboratório. O fornecedor (fonte) destas informações deve ser tratado pelo laboratório como confidencial e não pode ser compartilhado com o cliente, exceto se acordado com a fonte. O pessoal, incluindo quaisquer membros de comitês, contratados, pessoal de organismos externos ou indivíduos atuando em nome do laboratório, deve manter confidenciais todas as informações obtidas ou geradas durante a realização das atividades de laboratório, exceto quando exigido por lei.

Fonte – Autora (2023)

Figura 11 - Requisitos de Liderança

Item	Subitem
5.1 Liderança e comprometimento	<p>A Alta Direção deve demonstrar liderança e comprometimento com relação ao SGI:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) responsabilizando-se por prestar contas pela eficácia do SGI; b) assumir a responsabilidade geral e a responsabilização pela prevenção de lesões e problemas de saúde, relacionados ao trabalho, bem como o fornecimento de locais de trabalho e atividades seguras e saudáveis; c) assegurar que a política do SGI e os objetivos do SGI relacionados sejam estabelecidos e compatíveis com a direção estratégica da organização; d) assegurar a integração dos requisitos do SGI nos processos de negócios da organização; e) assegurar que os recursos necessários para estabelecer, implementar, manter e melhorar o SGI estejam disponíveis; f) comunicar a importância de uma gestão eficaz e da conformidade com os requisitos do SGI; g) assegurar que o SGI atinja os resultados pretendidos; h) dirigir e apoiar as pessoas para contribuir com a eficácia do SGI; i) assegurar e promover a melhoria contínua; j) apoiar outras funções relevantes da gestão, para demonstrar sua liderança, uma vez que se aplica às suas áreas de responsabilidade; k) desenvolver, liderar e promover uma cultura na organização que apoie os resultados pretendidos do SGI; l) proteger os trabalhadores das represálias ao relatar incidentes, perigos, riscos e oportunidades; m) assegurar que a organização estabeleça e implemente um processo de consulta e participação de trabalhadores (ver 5.4); n) apoiar o estabelecimento e o funcionamento dos comitês de saúde e segurança [(ver 5.4 e) 1)]; <p>a) haja comunicação sobre a importância de atender aos requisitos dos clientes e outros requisitos;</p> <p>b) a integridade do sistema de gestão seja mantida quando forem planejadas e implementadas mudanças no sistema de gestão</p> <p>NOTA A referência a “negócios” neste documento pode ser interpretada de forma ampla, para significar aquelas atividades que são essenciais ao propósito de existência da organização.</p> <p>O laboratório deve identificar a gerência que tenha responsabilidade geral pelo laboratório.</p>
5.2 Política do SGI	<p>A Alta Direção deve estabelecer, implementar e manter uma política integrada que, dentro do escopo definido em seu SGI:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) inclua um compromisso de proporcionar condições de trabalho seguras e saudáveis para prevenção de lesões e problemas de saúde relacionados ao trabalho e seja apropriada ao propósito, tamanho e contexto da organização e à natureza específica de seus riscos de SSO e oportunidades de SSO; b) seja apropriada ao propósito e ao contexto da organização, incluindo a natureza, escala e impactos ambientais das suas atividades, produtos e serviços; c) forneça uma estrutura para o estabelecimento dos objetivos integrados; d) inclua um comprometimento com a proteção do meio ambiente, incluindo a prevenção da poluição e outro(s) compromisso(s) específico(s) pertinente(s) para o contexto da organização; <p>NOTA Outro(s) compromisso(s) específico(s) para a proteção ambiental pode(m) incluir uso sustentável de recursos, mitigação e adaptação à mudança climática, e proteção da biodiversidade e dos ecossistemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> e) inclua um compromisso de cumprir os requisitos legais e outros requisitos; f) inclua um compromisso de eliminar perigos e reduzir os riscos de SSO (ver 8.1.2); g) inclua um compromisso com a melhoria contínua do SGI; h) inclua um compromisso de consulta e participação dos trabalhadores e, se existirem, dos representantes dos trabalhadores. i) A política integrada deve: <ul style="list-style-type: none"> estar disponível como informação documentada; ser comunicada dentro da organização; estar disponível para as partes interessadas, como apropriado; ser relevante e apropriada.
5.3 Papéis, responsabilidades e autoridades organizacionais	<p>A Alta Direção deve assegurar que as responsabilidades e autoridades para papéis pertinentes sejam atribuídas e comunicadas na organização.</p> <p>A Alta Direção deve atribuir a responsabilidade e a autoridade para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) assegurar que o sistema de gestão ambiental esteja conforme com os requisitos desta Norma; b) relatar o desempenho do sistema de gestão ambiental, incluindo desempenho ambiental, para a Alta Direção.

Fonte – Autora (2023)

Figura 12 – Continuação de Requisitos de Liderança

<p>5.4 Consulta e participação de trabalhadores</p>	<p>A organização deve estabelecer, implementar e manter um processo(s) para consulta e participação dos trabalhadores em todos os níveis e funções aplicáveis e, se existirem, dos representantes dos trabalhadores, no desenvolvimento, planejamento, implementação, avaliação de desempenho e ações de melhoria do sistema de gestão integrado.</p> <p>A organização deve:</p> <p>a) fornecer mecanismos, tempo, treinamento e recursos necessários para consulta e participação;</p> <p>NOTA 1 Representação dos trabalhadores pode ser um mecanismo para consulta e participação.</p> <p>b) fornecer acesso oportuno a informações claras, compreensíveis e relevantes sobre o sistema e gestão de SSO;</p> <p>c) determinar e remover obstáculos ou barreiras à participação e minimizar aqueles que não podem ser removidos;</p> <p>NOTA 2 Obstáculos e barreiras podem incluir falha em responder a entradas (inputs) ou sugestões dos trabalhadores, barreiras de idioma ou de alfabetização, represálias ou ameaças de represálias e políticas ou práticas que desencorajem ou penalizem a participação dos trabalhadores.</p> <p>d) enfatizar a consulta de trabalhadores de níveis não gerenciais sobre o seguinte:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) determinação das necessidades e expectativas das partes interessadas (ver 4.2); 2) estabelecimento da política de SSO (ver 5.2); 3) atribuição das funções, responsabilidades e autoridades organizacionais, como aplicável (ver 5.3); 4) determinação de como cumprir os requisitos legais e outros requisitos (6.1.3); 5) estabelecimento de objetivos de SSO e planejamento de seu atingimento (ver 6.2); 6) determinação de controles aplicáveis de terceirização, aquisição e contratados (ver 8.1.4); 7) determinação do que precisa ser monitorado, medido e avaliado (ver 9.1); 8) planejamento, estabelecimento, implementação e manutenção de programas de auditoria (ver 9.2.2); 9) asseguramento da melhoria contínua (ver 10.3); <p>e) enfatizar a participação de trabalhadores de níveis não gerenciais no seguinte:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) determinação dos mecanismos para sua consulta e participação; 2) identificação dos perigos e avaliação dos riscos e oportunidades (ver 6.1.1 e 6.1.2); 3) determinação de ações para eliminar os perigos e reduzir os riscos de SSO (ver 6.1.4); 4) determinação de requisitos de competência, necessidade de treinamento, treinamentos e avaliação de treinamento (ver 7.2); 5) determinação do que precisa ser comunicado e como isso será feito (ver 7.4); 6) determinação de medidas de controle e sua efetiva implementação e uso (ver 8.1, 8.1.3 e 8.2); 7) investigação de incidentes e não conformidades e determinação de ações corretivas (ver 10.2). <p>NOTA 3 A ênfase à consulta e à participação de trabalhadores de níveis não gerenciais destina-se às pessoas que realizam as atividades, mas não pretende excluir, por exemplo, os gerentes que são impactados por atividades ou outros fatores na organização.</p> <p>NOTA 4 Reconhece-se que a provisão de treinamento sem custo para os trabalhadores e de treinamento durante o horário de trabalho, onde possível, pode remover barreiras significativas à participação dos trabalhadores.</p>
<p>5.5 Estruturas</p>	<p>O laboratório deve ser uma entidade legal, ou uma parte definida de uma entidade legal, que seja legalmente responsável por suas atividades de laboratório. NOTA: Para os efeitos deste documento, um laboratório governamental é considerado uma entidade legal com base em sua condição governamental.</p> <p>O laboratório deve definir e documentar o conjunto de atividades de laboratório para as quais está em conformidade com este documento. O laboratório somente deve declarar a conformidade com este documento para este conjunto de atividades de laboratório, o que exclui as atividades de laboratório providas externamente de forma contínua.</p> <p>As atividades de laboratório devem ser realizadas de modo a atender aos requisitos deste documento, dos clientes do laboratório, das autoridades regulamentadoras e organizações que fornecem reconhecimento. Isso deve incluir as atividades de laboratório realizadas em todas as suas instalações permanentes, em locais fora das suas instalações permanentes, em instalações associadas temporárias ou móveis, ou nas instalações de um cliente.</p> <p>O laboratório deve:</p> <p>a) definir a estrutura organizacional e gerencial do laboratório, o seu lugar na organização principal e as relações entre a gerência, as operações técnicas e os serviços de apoio;</p> <p>b) especificar a responsabilidade, a autoridade e o inter-relacionamento de todo o pessoal que gerencia, realiza ou verifica trabalhos que afetem os resultados das atividades de laboratório;</p> <p>c) documentar seus procedimentos na extensão necessária para assegurar a aplicação consistente de suas atividades de laboratório e a validade dos resultados.</p> <p>O laboratório deve ter pessoal que, independentemente de outras responsabilidades, tenha a autoridade e os recursos necessários para realizar seus deveres, incluindo:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) a implementação, manutenção e melhoria do sistema de gestão; b) a identificação de desvios do sistema de gestão ou dos procedimentos para a realização das atividades de laboratório; c) o início de ações para evitar ou minimizar tais desvios; d) o relato à gerência do laboratório sobre o desempenho do sistema de gestão e qualquer necessidade de melhoria; e) a garantia da eficácia das atividades de laboratório. <p>A gerência do laboratório deve assegurar que:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) haja comunicação a respeito da eficácia do sistema de gestão e sobre a importância de atender aos requisitos dos clientes e outros requisitos; b) a integridade do sistema de gestão seja mantida quando forem planejadas e implementadas mudanças no sistema de gestão.

Fonte – Autora (2023)

Figura 13 – Requisitos de Planejamento

Item	Subitem					
6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades	6.1.1 Generalidades	<p>Quando do planejamento do SGI, a organização deve considerar as questões referidas em 4.1 (contexto) e os requisitos referenciados em 4.2 (partes interessadas) e em 4.3 (escopo do SGI), e determinar os riscos e oportunidades que precisam ser considerados para:</p> <p>a) assegurar que o SGI possa atingir os resultados pretendidos;</p> <p>b) aumentar as oportunidades para atingir os propósitos e objetivos do laboratório;</p> <p>c) prevenir ou reduzir efeitos indesejáveis, incluindo o potencial para condições ambientais externas que afetem a organização;</p> <p>d) alcançar a melhoria contínua.</p> <p>Quando da determinação dos riscos e oportunidades para o sistema de gestão de SSO e seus resultados pretendidos que precisam ser abordados, a organização deve levar em consideração:</p> <p>*emergências, incluindo aquelas que podem ter um impacto ambiental</p> <p>*perigos (ver 6.1.2.1);</p> <p>*riscos de SSO e outros riscos (ver 6.1.2.2);</p> <p>*oportunidades de SSO e outras oportunidades (ver 6.1.2.3);</p> <p>*requisitos legais e outros requisitos (ver 6.1.3).</p> <p>A organização, em seu(s) processo(s) de planejamento, deve determinar e avaliar os riscos e oportunidades que são relevantes para os resultados pretendidos do sistema de gestão de SSO, associados às mudanças na organização, aos seus processos ou ao sistema de gestão de SSO. No caso de mudanças planejadas, permanentes ou temporárias, esta avaliação deve ser realizada antes da mudança ser implementada (ver 8.1.3).</p> <p>A organização deve manter informação documentada sobre:</p> <p>*riscos e oportunidades;</p> <p>*processo(s) e ações necessários para determinar e abordar seus riscos e oportunidades (ver 6.1.2 a 6.1.4) na medida em que seja necessário ter confiança de que são realizados conforme o planejado.</p>				
6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades	6.1.2 Identificação de perigo e avaliação de riscos e oportunidades	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="757 699 1025 1150">6.1.2.1 Identificação de perigo</td> <td data-bbox="1025 699 1964 1150"> <p>A organização deve estabelecer, implementar e manter um processo(s) para identificação de perigo que seja proativo e contínuo. O(s) processo(s) deve(m) levar em consideração, mas não se limitar a: a) como o trabalho é organizado, fatores sociais (incluindo carga de trabalho, horário de trabalho, vitimização, assédio e bullying), liderança e cultura da organização;</p> <p>b) atividades e situações de rotina e não rotineiras, incluindo perigos decorrentes de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) infraestrutura, equipamentos, materiais, substâncias e condições físicas de local de trabalho; 2) projeto de produtos e serviços, pesquisa, desenvolvimento, testes, produção, montagem, construção, serviços de entrega, manutenção e disposição; 3) fatores humanos; 4) como o trabalho é realizado; <p>c) incidentes anteriores relevantes, internos ou externos à organização, incluindo emergências e suas causas;</p> <p>d) potenciais situações de emergência;</p> <p>e) pessoas, incluindo a consideração de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) aquelas com acesso ao local de trabalho e suas atividades, incluindo trabalhadores, contratados, visitantes e outras pessoas; 2) aquelas nas vizinhanças do local de trabalho, que podem ser afetadas pelas atividades da organização; 3) trabalhadores em um local que não esteja sob controle direto da organização; 4) outras questões, incluindo a consideração de: <ol style="list-style-type: none"> 1) projeto das áreas de trabalho, processos, instalações, maquinário/equipamentos, procedimentos operacionais e organização do trabalho, incluindo sua adaptação às necessidades e capacidades dos trabalhadores envolvidos; 2) situações que ocorram nas vizinhanças do local de trabalho, causadas por atividades relacionadas ao trabalho sob o controle da organização; 3) situações não controladas pela organização e que ocorram nas vizinhanças do local de trabalho, que possam causar lesões e problemas de saúde às pessoas no local de trabalho; <p>g) mudanças reais ou propostas na organização, operações, processos, atividades e sistema de gestão de SSO (ver 8.1.3);</p> <p>h) mudanças no conhecimento de, e informações sobre, perigos.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="757 1150 1025 1311">6.1.2.2 Avaliação dos riscos de SSO e outros riscos para o sistema de gestão de SSO</td> <td data-bbox="1025 1150 1964 1311"> <p>A organização deve estabelecer, implementar e manter um processo(s) para:</p> <p>a) avaliar os riscos de SSO oriundos da identificação de perigos, levando em consideração a eficácia dos controles existentes;</p> <p>b) determinar e avaliar os outros riscos relacionados ao estabelecimento, implementação, operação e manutenção do sistema de gestão de SSO.</p> <p>A(s) metodologia(s) e os critérios da organização para a avaliação dos riscos de SSO devem ser definidos em relação ao seu escopo, natureza e momento, para assegurar que eles sejam proativos ao invés de reativos e sejam utilizados de forma sistemática. Informação documentada deve ser mantida e retida da metodologia(s) e critérios.</p> </td> </tr> </table>	6.1.2.1 Identificação de perigo	<p>A organização deve estabelecer, implementar e manter um processo(s) para identificação de perigo que seja proativo e contínuo. O(s) processo(s) deve(m) levar em consideração, mas não se limitar a: a) como o trabalho é organizado, fatores sociais (incluindo carga de trabalho, horário de trabalho, vitimização, assédio e bullying), liderança e cultura da organização;</p> <p>b) atividades e situações de rotina e não rotineiras, incluindo perigos decorrentes de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) infraestrutura, equipamentos, materiais, substâncias e condições físicas de local de trabalho; 2) projeto de produtos e serviços, pesquisa, desenvolvimento, testes, produção, montagem, construção, serviços de entrega, manutenção e disposição; 3) fatores humanos; 4) como o trabalho é realizado; <p>c) incidentes anteriores relevantes, internos ou externos à organização, incluindo emergências e suas causas;</p> <p>d) potenciais situações de emergência;</p> <p>e) pessoas, incluindo a consideração de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) aquelas com acesso ao local de trabalho e suas atividades, incluindo trabalhadores, contratados, visitantes e outras pessoas; 2) aquelas nas vizinhanças do local de trabalho, que podem ser afetadas pelas atividades da organização; 3) trabalhadores em um local que não esteja sob controle direto da organização; 4) outras questões, incluindo a consideração de: <ol style="list-style-type: none"> 1) projeto das áreas de trabalho, processos, instalações, maquinário/equipamentos, procedimentos operacionais e organização do trabalho, incluindo sua adaptação às necessidades e capacidades dos trabalhadores envolvidos; 2) situações que ocorram nas vizinhanças do local de trabalho, causadas por atividades relacionadas ao trabalho sob o controle da organização; 3) situações não controladas pela organização e que ocorram nas vizinhanças do local de trabalho, que possam causar lesões e problemas de saúde às pessoas no local de trabalho; <p>g) mudanças reais ou propostas na organização, operações, processos, atividades e sistema de gestão de SSO (ver 8.1.3);</p> <p>h) mudanças no conhecimento de, e informações sobre, perigos.</p>	6.1.2.2 Avaliação dos riscos de SSO e outros riscos para o sistema de gestão de SSO	<p>A organização deve estabelecer, implementar e manter um processo(s) para:</p> <p>a) avaliar os riscos de SSO oriundos da identificação de perigos, levando em consideração a eficácia dos controles existentes;</p> <p>b) determinar e avaliar os outros riscos relacionados ao estabelecimento, implementação, operação e manutenção do sistema de gestão de SSO.</p> <p>A(s) metodologia(s) e os critérios da organização para a avaliação dos riscos de SSO devem ser definidos em relação ao seu escopo, natureza e momento, para assegurar que eles sejam proativos ao invés de reativos e sejam utilizados de forma sistemática. Informação documentada deve ser mantida e retida da metodologia(s) e critérios.</p>
6.1.2.1 Identificação de perigo	<p>A organização deve estabelecer, implementar e manter um processo(s) para identificação de perigo que seja proativo e contínuo. O(s) processo(s) deve(m) levar em consideração, mas não se limitar a: a) como o trabalho é organizado, fatores sociais (incluindo carga de trabalho, horário de trabalho, vitimização, assédio e bullying), liderança e cultura da organização;</p> <p>b) atividades e situações de rotina e não rotineiras, incluindo perigos decorrentes de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) infraestrutura, equipamentos, materiais, substâncias e condições físicas de local de trabalho; 2) projeto de produtos e serviços, pesquisa, desenvolvimento, testes, produção, montagem, construção, serviços de entrega, manutenção e disposição; 3) fatores humanos; 4) como o trabalho é realizado; <p>c) incidentes anteriores relevantes, internos ou externos à organização, incluindo emergências e suas causas;</p> <p>d) potenciais situações de emergência;</p> <p>e) pessoas, incluindo a consideração de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) aquelas com acesso ao local de trabalho e suas atividades, incluindo trabalhadores, contratados, visitantes e outras pessoas; 2) aquelas nas vizinhanças do local de trabalho, que podem ser afetadas pelas atividades da organização; 3) trabalhadores em um local que não esteja sob controle direto da organização; 4) outras questões, incluindo a consideração de: <ol style="list-style-type: none"> 1) projeto das áreas de trabalho, processos, instalações, maquinário/equipamentos, procedimentos operacionais e organização do trabalho, incluindo sua adaptação às necessidades e capacidades dos trabalhadores envolvidos; 2) situações que ocorram nas vizinhanças do local de trabalho, causadas por atividades relacionadas ao trabalho sob o controle da organização; 3) situações não controladas pela organização e que ocorram nas vizinhanças do local de trabalho, que possam causar lesões e problemas de saúde às pessoas no local de trabalho; <p>g) mudanças reais ou propostas na organização, operações, processos, atividades e sistema de gestão de SSO (ver 8.1.3);</p> <p>h) mudanças no conhecimento de, e informações sobre, perigos.</p>					
6.1.2.2 Avaliação dos riscos de SSO e outros riscos para o sistema de gestão de SSO	<p>A organização deve estabelecer, implementar e manter um processo(s) para:</p> <p>a) avaliar os riscos de SSO oriundos da identificação de perigos, levando em consideração a eficácia dos controles existentes;</p> <p>b) determinar e avaliar os outros riscos relacionados ao estabelecimento, implementação, operação e manutenção do sistema de gestão de SSO.</p> <p>A(s) metodologia(s) e os critérios da organização para a avaliação dos riscos de SSO devem ser definidos em relação ao seu escopo, natureza e momento, para assegurar que eles sejam proativos ao invés de reativos e sejam utilizados de forma sistemática. Informação documentada deve ser mantida e retida da metodologia(s) e critérios.</p>					

Fonte – Autora (2023)

Figura 14 – Continuação de Requisitos de Planejamento - A

<p>6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades</p>	<p>6.1.2 Identificação de perigo e avaliação de riscos e oportunidades</p>	<p><i>6.1.2.3 Avaliação de oportunidades de SSO e outras oportunidades do sistema de gestão de SSO</i></p>	<p>A organização deve estabelecer, implementar e manter um processo(s) para avaliar:</p> <p>a) oportunidades de SSO para melhorar o desempenho de SSO, levando em consideração as mudanças planejadas para a organização, suas políticas, seus processos ou suas atividades e:</p> <p>1) oportunidades para adaptar o trabalho, organização do trabalho e ambiente de trabalho aos trabalhadores;</p> <p>2) oportunidades para eliminar perigos e reduzir riscos de SSO;</p> <p>b) outras oportunidades para melhoria do sistema de gestão de SSO.</p> <p>NOTA Risco de SSO e oportunidades de SSO podem resultar em outros riscos e outras oportunidades para a organização.</p>
<p>6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades</p>	<p>6.1.3 Requisitos legais e outros requisitos</p>	<p><i>6.1.2.4 Aspectos ambientais</i></p>	<p>Dentro do escopo definido no sistema de gestão ambiental, a organização deve determinar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos e serviços os quais ela possa controlar e aqueles que ela possa influenciar, e seus impactos ambientais associados, considerando uma perspectiva de ciclo de vida.</p> <p>Ao determinar os aspectos ambientais, a organização deve levar em consideração:</p> <p>a) mudanças, incluindo desenvolvimentos planejados ou novos, e atividades, produtos e serviços novos ou modificados;</p> <p>b) condições anormais e situações de emergência razoavelmente previsíveis.</p> <p>A organização deve determinar aqueles aspectos que têm ou podem ter um impacto ambiental significativo, ou seja, os aspectos ambientais significativos, por meio do uso de critérios estabelecidos.</p> <p>A organização deve comunicar seus aspectos ambientais significativos, entre os diversos níveis e funções da organização, como apropriado.</p> <p>A organização deve manter informações documentadas de seus:</p> <ul style="list-style-type: none"> — aspectos e impactos ambientais associados; — critérios utilizados para determinar seus aspectos ambientais significativos; — aspectos ambientais significativos. <p>NOTA Os aspectos ambientais significativos podem resultar em riscos e oportunidades associados tanto com os aspectos ambientais adversos (ameaças) como com os impactos ambientais benéficos (oportunidades).</p>
<p>6.1 Ações para abordar riscos e oportunidades</p>	<p>6.1.4 Planejamento de ações</p>	<p>A organização deve estabelecer, implementar e manter um processo(s) para:</p> <p>a) determinar e ter acesso aos requisitos legais atualizados e outros requisitos que são aplicáveis a seus perigos, riscos e SGI;</p> <p>b) determinar como estes requisitos legais e outros requisitos se aplicam à organização e o que precisa ser comunicado;</p> <p>c) levar em consideração estes requisitos legais e outros requisitos ao estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente seu sistema de gestão.</p> <p>A organização deve manter e reter informação documentada sobre seus requisitos legais e outros requisitos, e deve assegurar que sejam atualizados para refletir quaisquer mudanças.</p> <p>NOTA Os requisitos legais e outros requisitos podem resultar em riscos e oportunidades para a organização.</p>	<p>A organização deve planejar:</p> <p>a) ações para:</p> <p>1) abordar estes riscos e oportunidades (ver 6.1.2.2 e 6.1.2.3);</p> <p>2) abordar requisitos legais e outros requisitos (ver 6.1.3);</p> <p>3) preparar para e responder a situações de emergência (ver 8.2);</p> <p>4) aspectos ambientais significativos;</p> <p>b) como:</p> <p>1) integrar e implementar as ações em seus processos de SGI ou a outro(s) processo(s) de negócios;</p> <p>2) avaliar a eficácia destas ações.</p> <p>A organização deve levar em conta a hierarquia dos controles (ver 8.1.2) e saídas do sistema de gestão de SSO, ao planejar a tomada de decisão.</p> <p>Quando planejar suas ações, a organização deve considerar as melhores práticas, opções tecnológicas e requisitos financeiros, operacionais e de negócio.</p>

Fonte – Autora (2023)

Figura 15 – Continuação de Requisitos de Planejamento - B

6.2 <i>Objetivos integrados e planejamento para alcançá-los</i>	6.2.1 Objetivos integrados	<p>A organização deve estabelecer os objetivos integrados em funções e níveis relevantes para manter e melhorar continuamente o sistema de gestão e o seu desempenho. Os objetivos integrados devem:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) ser consistentes com a política do SGI; b) ser mensuráveis (se praticável) ou capazes de avaliar o desempenho; c) levar em consideração: <ul style="list-style-type: none"> 1) requisitos aplicáveis; 2) resultados da avaliação de riscos e oportunidades (ver 6.1.2.2 e 6.1.2.3); 3) resultados de consulta com trabalhadores (ver 5.4) e, se existirem, dos representantes dos trabalhadores; d) ser monitorados; e) ser comunicados; f) ser atualizados, como apropriado. <p>A organização deve manter informação documentada sobre os objetivos integrados.</p>
	6.2.2 Planejamento de ações para alcançar os objetivos integrados	<p>Ao planejar como atingir os objetivos, a organização deve determinar:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) o que será feito; b) quais recursos serão necessários; c) quem será responsável; d) quando será concluído; e) como os resultados serão avaliados, incluindo indicadores para monitoramento; f) como as ações para atingir os objetivos de SSO serão integradas em um processo(s) de negócios da organização. <p>A organização deve manter e reter informação documentada sobre os objetivos integrados e os planos para alcançá-los.</p>

Fonte – Autora (2023)

Figura 16 – Requisitos de Apoio

Item	Subitem	
7.1 Recursos	<p>A organização deve determinar e prover os recursos necessários para o estabelecimento, implementação, manutenção e melhoria contínua do SGI.</p> <p>O laboratório deve dispor de pessoal, instalações, equipamentos, sistemas e serviços de apoio necessários para gerenciar e realizar suas atividades de laboratório.</p>	
7.2 Competência	7.2.1 Generalidades	<p>A organização deve:</p> <ol style="list-style-type: none"> determinar a competência necessária de pessoa(s) que realiza(m) trabalho sob o seu controle, que afete seu desempenho e sua capacidade de cumprir com seus requisitos legais e outros requisitos; assegurar que essas pessoas sejam competentes (incluindo a habilidade para identificar perigos), com base em educação, treinamento ou experiência apropriados; determinar as necessidades de treinamento associadas aos seus aspectos ambientais e ao seu sistema de gestão ambiental; onde aplicável, tomar ações para adquirir a competência necessária e avaliar a eficácia das ações tomadas. todo o pessoal do laboratório, interno ou externo, que possa influenciar as atividades de laboratório, deve agir com imparcialidade e trabalhar de acordo com o sistema de gestão do laboratório. <p>NOTA Ações aplicáveis podem incluir, por exemplo, a provisão de treinamento, o mentoreamento ou a mudança de atribuições de pessoas empregadas no momento, ou empregar ou contratar pessoas competentes.</p> <p>NOTA BRASILEIRA “empregar ou contratar”, do termo em inglês – hiring or contracting, significa a contratação temporária ou por tempo indeterminado de pessoal próprio ou de terceiros.</p> <p>A organização deve reter informação documentada apropriada como evidência de competência.</p>
	7.2.2 Pessoal	<p>O laboratório deve documentar os requisitos de competência para cada função que influencie os resultados das atividades de laboratório, incluindo os requisitos de formação, qualificação, treinamento, conhecimento técnico, habilidades e experiência.</p> <p>O laboratório deve assegurar que o pessoal tenha competência para realizar as atividades de laboratório pelas quais é responsável e para avaliar a importância dos desvios.</p> <p>A gerência do laboratório deve comunicar ao pessoal seus deveres, responsabilidades e autoridades.</p> <p>O laboratório deve ter procedimento(s) e reter registros para:</p> <ol style="list-style-type: none"> determinação dos requisitos de competência; seleção de pessoal; treinamento de pessoal; supervisão de pessoal; autorização de pessoal; monitoramento da competência de pessoal. <p>O laboratório deve autorizar pessoal para realizar atividades de laboratório específicas, incluindo, mas não se limitando ao seguinte:</p> <ol style="list-style-type: none"> desenvolvimento, modificação, verificação e validação de métodos; análise de resultados, incluindo declarações de conformidade ou opiniões e interpretações; relato, análise crítica e autorização de resultados.
7.3 Conscientização	<p>A organização deve assegurar que pessoas que realizam trabalhos sob o controle da organização estejam conscientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> da política do SGI; dos aspectos ambientais significativos e dos impactos ambientais reais ou potenciais associados com seu trabalho; da sua contribuição para a eficácia do SGI, incluindo os benefícios de desempenho integrado melhorado; das implicações e potenciais consequências de não estar conforme com os requisitos do SGI, incluindo o não atendimento aos requisitos legais e outros requisitos da organização. incidentes e resultados das investigações relevantes para eles; perigos, riscos de SSO e ações determinadas que sejam relevantes para eles; capacidade de se afastarem das situações de trabalho que considerem que apresentam um perigo iminente e grave para sua vida ou para sua saúde, bem como as providências para protegê-los de consequências indevidas por fazer isto. 	

Fonte – Autoria própria (2023)

Figura 17 – Continuação de Requisitos de Apoio - A

7.4 Comunicação	7.4.1 Generalidades	<p>A organização deve estabelecer, implementar e manter o(s) processo(s) necessário(s) para comunicações relevantes internas e externas para o SGI, incluindo:</p> <ol style="list-style-type: none"> o que será comunicado; quando se comunicar; com quem se comunicar; <ol style="list-style-type: none"> internamente entre os vários níveis e funções da organização; entre os contratados e visitantes do local de trabalho; entre outras partes interessadas; como comunicar. <p>e) A organização deve levar em consideração os aspectos diversos (por exemplo gênero, idioma, cultura, alfabetização, incapacidade), ao considerar suas necessidades de comunicação.</p> <p>A organização deve assegurar que as opiniões das partes interessadas externas sejam consideradas no estabelecimento dos seus processos de comunicação.</p> <p>Quando estabelecidos seus processos de comunicação, a organização deve:</p> <ul style="list-style-type: none"> - levar em consideração seus requisitos legais e outros requisitos; - assegurar que a informação a ser comunicada seja consistente com a informação gerada dentro do sistema de gestão e que seja confiável. <p>A organização deve responder a comunicações pertinentes sobre seu SGI.</p> <p>A organização deve reter informação documentada como evidência de suas comunicações, como apropriado.</p>
	7.4.2 Comunicação interna	<p>A organização deve:</p> <ol style="list-style-type: none"> comunicar internamente as informações pertinentes para o SGI entre os diversos níveis e funções da organização, incluindo mudanças no SGI, como apropriado; assegurar que seu(s) processo(s) de comunicação possibilite(m) que qualquer pessoa que realize trabalho sob o controle da organização contribua para a melhoria contínua.
	7.4.3 Comunicação externa	<p>A organização deve comunicar externamente as informações pertinentes para o SGI, como estabelecido pelo(s) processo(s) de comunicação da organização e como requerido por seus requisitos legais e outros requisitos.</p>
7.5 Informação documentada	7.5.1 Generalidades	<p>O SGI da organização deve incluir:</p> <ol style="list-style-type: none"> informação documentada, requerida por estas Normas; informação documentada, determinada pela organização como sendo necessária para a eficácia do SGI. <p>NOTA A extensão da informação documentada para um SGI pode diferir de uma organização para outra, devido:</p> <ul style="list-style-type: none"> — ao porte da organização e seu tipo de atividades, processos, produtos e serviços; — à necessidade de demonstrar o atendimento aos seus requisitos legais e outros requisitos; — à complexidade de processos e suas interações; — à competência de pessoas que realizam trabalho sob o controle da organização. <p>A gerência do laboratório deve estabelecer, documentar e manter políticas e objetivos para o atendimento ao propósito deste documento e deve assegurar que as políticas e os objetivos sejam reconhecidos e implementados em todos os níveis da organização do laboratório.</p> <p>As políticas e os objetivos devem abordar a competência, imparcialidade e operação consistente do laboratório.</p> <p>A gerência do laboratório deve fornecer evidência do seu comprometimento com o desenvolvimento e implementação do sistema de gestão e com a melhoria contínua de sua eficácia.</p> <p>Toda a documentação, processos, sistemas e registros relacionados com o atendimento aos requisitos deste documento devem ser incluídos, referenciados ou vinculados ao sistema de gestão.</p> <p>Todo o pessoal envolvido em atividades de laboratório deve ter acesso às partes da documentação do sistema de gestão e informações relacionadas que sejam aplicáveis às suas responsabilidades.</p>
	7.5.2 Criando e atualizando	<p>Ao criar e atualizar informação documentada, a organização deve assegurar apropriados(as):</p> <ol style="list-style-type: none"> identificação e descrição (por exemplo, um título, data, autor ou número de referência); formato (por exemplo, linguagem, versão do software, gráficos) e meio (por exemplo, papel, eletrônico); análise crítica e aprovação quanto à adequação e suficiência.

Fonte – Autora (2023)

Figura 18 – Continuação de Requisitos de Apoio - B

<p>7.5 Informação documentada</p>	<p>7.5.3 Controle de informação documentada</p>	<p>A informação documentada requerida pelo SGI e por estas Normas deve ser controlada para assegurar que:</p> <p>a) ela esteja disponível e adequada para uso, onde e quando for necessário;</p> <p>b) ela esteja protegida suficientemente (por exemplo, contra perda de confidencialidade, uso impróprio ou perda de integridade).</p> <p>Para o controle de informação documentada, a organização deve abordar as seguintes atividades, como aplicável:</p> <ul style="list-style-type: none"> — distribuição, acesso, recuperação e uso; — armazenamento e preservação, incluindo preservação de legibilidade; — controle de alterações (por exemplo, controle de versão); — retenção e disposição. <p>A informação documentada de origem externa, determinada pela organização como necessária para o planejamento e operação do SGI deve ser identificada, como apropriado, e controlada.</p> <p>NOTA 1 Acesso pode implicar uma decisão quanto à permissão para somente ver a informação documentada, ou a permissão e autoridade para ver e alterar a informação documentada.</p> <p>NOTA 2: O acesso à informação documentada relevante inclui o acesso dos trabalhadores e, se existirem, dos representantes dos trabalhadores.</p> <hr/> <p>O laboratório deve ter acesso aos dados e informações necessários para realizar atividades de laboratório.</p> <p>Antes da sua implantação, o(s) sistema(s) de gestão da informação laboratorial, utilizado(s) para a coleta, processamento, registro, relato, armazenamento ou recuperação de dados, deve(m) ser validado(s) pelo laboratório quanto à funcionalidade, incluindo o funcionamento adequado das interfaces do(s) sistema(s) de gestão da informação laboratorial. Sempre que houver alguma alteração, incluindo configurações ou modificações feitas pelo laboratório em softwares comerciais de prateleira, estas devem ser autorizadas, documentadas e validadas antes da implementação.</p> <p>NOTA 1: Neste documento "sistema(s) de gestão da informação laboratorial" inclui a gestão de dados e informações contidas nos sistemas informatizados e não informatizados. Alguns dos requisitos podem ser mais aplicáveis aos sistemas informatizados do que aos sistemas não informatizados.</p> <p>NOTA 2: Podem ser considerados suficientemente validados os softwares comerciais de prateleira utilizados em aplicações de cunho geral, dentro do campo de aplicação para o qual foram projetados.</p> <p>O(s) sistema(s) de gestão da informação laboratorial deve(m):</p> <ol style="list-style-type: none"> a) ser protegido(s) contra o acesso não autorizado; b) ser protegido(s) contra adulteração ou perda; c) ser operado(s) em um ambiente que esteja em conformidade com as especificações do provedor ou do laboratório ou, no caso de sistemas não informatizados, prover condições que protejam a exatidão dos registros e transcrições manuais; d) ser mantido(s) de forma que assegure(m) a integridade dos dados e informações; e) incluir o registro das falhas do sistema e as ações imediatas e corretivas apropriadas. <p>Quando um sistema de gestão da informação laboratorial for gerenciado e mantido fora de suas instalações ou por meio de um provedor externo, o laboratório deve assegurar que o provedor ou o operador do sistema cumpra todos os requisitos aplicáveis deste documento.</p> <p>O laboratório deve assegurar que instruções, manuais e dados de referência pertinentes para o(s) sistema(s) de gestão da informação laboratorial sejam mantidos prontamente disponíveis para o pessoal.</p> <p>Os cálculos e as transferências de dados devem ser submetidos a conferências apropriadas de maneira sistemática.</p>
<p>7.5 Informação documentada</p>	<p>7.5.3 Controle de informação documentada</p>	<p>O laboratório deve controlar os documentos (internos e externos) relacionados com o atendimento a este documento.</p> <p>NOTA Neste contexto, "documentos" podem ser declarações de política, procedimentos, especificações, instruções do fabricante, tabelas de calibração, gráficos, livros didáticos, cartazes, avisos, memorandos, desenhos, planos etc. Estes podem existir em vários meios, impressos ou digitais.</p> <p>O laboratório deve assegurar que:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) os documentos sejam aprovados com relação à sua adequação antes de serem emitidos por pessoal autorizado; b) os documentos sejam periodicamente submetidos à análise crítica e, conforme necessário, atualizados; c) as alterações e a situação atual da revisão dos documentos sejam identificadas; d) as versões pertinentes dos documentos aplicáveis estejam disponíveis nos pontos de utilização e, quando necessário, sua distribuição seja controlada; e) os documentos sejam univocamente identificados; f) a utilização não intencional de documentos obsoletos seja evitada e uma identificação apropriada lhes seja aplicada se estes forem retidos para qualquer propósito." <p>O laboratório deve estabelecer e reter registros legíveis para demonstrar o atendimento aos requisitos deste documento</p> <p>O laboratório deve implementar os controles necessários para a identificação, armazenamento, proteção, cópias de segurança, arquivamento, recuperação, tempo de retenção e disposição dos seus registros. O laboratório deve reter os registros por um período consistente com suas obrigações contratuais. O acesso a estes registros deve ser consistente com seus compromissos de confidencialidade, e os registros devem estar prontamente disponíveis.</p> <p>NOTA Requisitos adicionais relacionados aos registros técnicos são fornecidos em 7.5.</p>

Fonte – Autora (2023)

Figura 19 – Continuação de Requisitos de Apoio - C

7.6 Instalações e condições ambientais	<p>As instalações e as condições ambientais devem ser adequadas às atividades de laboratório e não podem afetar adversamente a validade dos resultados. NOTA: Influências que podem afetar adversamente a validade dos resultados podem incluir, mas não estão limitadas a, contaminação microbiológica, poeira, distúrbios eletromagnéticos, radiação, umidade, alimentação elétrica, temperatura, som e vibração.</p> <p>Os requisitos para as instalações e condições ambientais necessários à realização das atividades de laboratório devem estar documentados.</p> <p>O laboratório deve monitorar, controlar e registrar as condições ambientais de acordo com as especificações, métodos ou procedimentos pertinentes, ou quando estes influenciarem a validade dos resultados.</p> <p>Medidas para controlar as instalações devem ser implementadas, monitoradas e periodicamente submetidas à análise crítica, e devem incluir, mas não estar limitadas a:</p> <p>a) acesso e uso de áreas que afetem as atividades de laboratório; b) prevenção de contaminação, interferência ou influências adversas nas atividades de laboratório; c) separação efetiva entre áreas com atividades de laboratório incompatíveis.</p> <p>Quando o laboratório realizar atividades de laboratório em locais ou instalações fora do seu controle permanente, o laboratório deve assegurar que os requisitos relacionados às instalações e às condições ambientais deste documento sejam atendidos.</p>
7.7 Equipamentos	<p>O laboratório deve ter acesso aos equipamentos (incluindo, mas não se limitando a, instrumentos de medição, software, padrões de medição, materiais de referência, dados de referência, reagentes, consumíveis ou aparelhos auxiliares) que são requeridos para a correta realização das atividades de laboratório e que possam influenciar o resultado. NOTA 1: Existe uma multiplicidade de nomes para materiais de referência e materiais de referência certificados, incluindo padrões de referência, padrões de calibração, materiais de referência-padrão e materiais de controle da qualidade. A ABNT NBR ISO 17034 contém informações adicionais sobre produtores de materiais de referência (PMR). Os PMR que atendem aos requisitos da ABNT NBR ISO 17034 são considerados competentes. Os materiais de referência provenientes de PMR que atendam aos requisitos da ABNT NBR ISO 17034 são fornecidos com uma ficha de informação do produto/certificado que especifica, entre outras características, homogeneidade e estabilidade para as propriedades especificadas e, para os materiais de referência certificados, as propriedades especificadas com valores certificados, suas incertezas de medição e rastreabilidade metrológica associadas. NOTA 2: O ISO Guide 33 fornece orientação para seleção e uso de materiais de referência. O ISO Guide 80 fornece orientação para produção interna de materiais para controle da qualidade.</p> <p>Quando o laboratório utilizar equipamentos que estejam fora de seu controle permanente, o laboratório deve assegurar que sejam atendidos os requisitos para equipamentos deste documento.</p> <p>O laboratório deve ter um procedimento para manuseio, transporte, armazenamento, uso e manutenção planejada dos equipamentos, a fim de assegurar seu correto funcionamento e para evitar contaminação ou deterioração.</p> <p>O laboratório deve verificar se os equipamentos estão em conformidade com os requisitos especificados antes de serem colocados ou recolocados em serviço.</p> <p>Os equipamentos utilizados para medição devem ser capazes de alcançar a exatidão de medição e/ou a incerteza de medição requeridas para fornecer um resultado válido.</p> <p>Os equipamentos de medição devem ser calibrados quando:</p> <ul style="list-style-type: none"> — a exatidão de medição ou a incerteza de medição afetar a validade dos resultados relatados; e/ou — a calibração do equipamento for requerida para estabelecer a rastreabilidade metrológica dos resultados relatados. <p>NOTA: Tipos de equipamentos que afetam a validade dos resultados relatados podem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> — aqueles utilizados para a medição direta do mensurando, por exemplo, utilização de uma balança para realizar uma medição de massa; — aqueles utilizados para fazer correções do valor medido, por exemplo, medições de temperatura; — aqueles utilizados para obter um resultado de medição calculado a partir de múltiplas grandezas. <p>O laboratório deve estabelecer um programa de calibração, o qual deve ser analisado criticamente e ajustado conforme necessário, a fim de manter a confiança na situação de calibração.</p>
7.7 Equipamentos	<p>Todo equipamento que necessite de calibração ou que tenha um período de validade definido deve ser etiquetado, codificado ou identificado de alguma outra forma que permita que o usuário do equipamento identifique prontamente a situação de calibração ou o período de validade.</p> <p>Deve ser retirado de serviço o equipamento que tenha sido submetido à sobrecarga, ou que tenha sido manuseado incorretamente, que produza resultados questionáveis ou que mostre ter defeitos ou estar fora dos requisitos especificados. O equipamento deve ser isolado para evitar sua utilização, ou deve ser claramente etiquetado ou marcado como fora de serviço, até que tenha sido verificado que está funcionando corretamente. O laboratório deve examinar o efeito deste defeito ou desvio dos requisitos especificados, e deve iniciar o procedimento de gestão de trabalho não conforme (ver 7.10).</p> <p>Quando forem necessárias checagens intermediárias para manter a confiança no desempenho do equipamento, estas checagens devem ser realizadas de acordo com um procedimento.</p> <p>Quando dados de calibração e de material de referência incluírem valores de referência ou fatores de correção, o laboratório deve assegurar que os valores de referência e os fatores de correção sejam atualizados e implementados, conforme apropriado, para atender aos requisitos especificados.</p> <p>O laboratório deve tomar medidas viáveis para evitar que ajustes não intencionais no equipamento invalide os resultados.</p>

Fonte – Autora (2023)

Figura 20 – Continuação de Requisitos de Apoio - D

7.7 Equipamentos	<p>Devem ser retidos registros de equipamentos que possam influenciar as atividades de laboratório. Os registros devem incluir o seguinte, quando aplicável:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) nome do equipamento, incluindo o software e a versão do firmware; b) nome do fabricante, identificação do modelo e número de série ou outra identificação unívoca; c) evidência de verificação de que o equipamento está conforme com os requisitos especificados; d) localização atual; e) datas das calibrações, resultados de calibrações, ajustes, critérios de aceitação e data prevista da próxima calibração ou intervalo de calibração; f) documentação de materiais de referência, resultados, critérios de aceitação, datas pertinentes e período de validade; g) plano de manutenção e manutenções realizadas até o momento, quando pertinente para o desempenho do equipamento; h) detalhes de qualquer dano, mau funcionamento, modificação ou reparo do equipamento.
7.8 Rastreabilidade metrológica	<p>O laboratório deve estabelecer e manter a rastreabilidade metrológica dos seus resultados de medição, por meio de uma cadeia ininterrupta e documentada de calibrações, cada uma contribuindo para a incerteza de medição, relacionando-os a uma referência apropriada. NOTA: No ABNT ISO/IEC Guia 99, rastreabilidade metrológica é definida como a “propriedade de um resultado de medição pela qual tal resultado pode ser relacionado a uma referência por meio de uma cadeia ininterrupta e documentada de calibrações, cada uma contribuindo para a incerteza de medição”.</p> <hr/> <p>O laboratório deve assegurar que os resultados de medição sejam rastreáveis ao Sistema Internacional de Unidades (SI) por meio de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) calibração provida por um laboratório competente; ou; (NOTA 1: Os laboratórios que atendem aos requisitos deste documento são considerados competentes.) b) valores certificados de materiais de referência certificados, providos por um produtor competente, com declaração de rastreabilidade metrológica ao SI; ou (NOTA 2: Os produtores de material de referência que atendem aos requisitos da ABNT NBR ISO 17034 são considerados competentes.) c) realização direta das unidades do SI que seja assegurada por comparação, direta ou indiretamente, com padrões nacionais ou internacionais. <p>NOTA 3: Detalhes sobre a realização prática das definições de algumas das unidades importantes são fornecidos na SI Brochure.</p> <hr/> <p>Quando a rastreabilidade metrológica às unidades do SI não for tecnicamente possível, o laboratório deve demonstrar a rastreabilidade metrológica a uma referência apropriada, por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) valores certificados de materiais de referência certificados, providos por um produtor competente; b) resultados de procedimentos de medição de referência, métodos especificados ou normas de consenso que sejam claramente descritas e aceitas como meio de fornecer resultados de medição adequados ao uso pretendido e assegurados por comparação adequada.

Fonte – Autora (2023)

Figura 21 – Requisitos de Operação

Item	Subitem
8.1 Planejamento e controle operacionais	<p>A organização deve estabelecer, implementar, controlar e manter os processos necessários para atender aos requisitos do SGI e implementar as ações determinadas na Seção 6 para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) estabelecer critérios para o processo; b) implementar o controle de processos de acordo com os critérios operacionais; <p>NOTA Os controles podem incluir controles de engenharia e procedimentos. Os controles podem ser implementados seguindo uma hierarquia (por exemplo, eliminação, substituição, administrativa) e podem ser usados individualmente ou em conjunto.</p> <ul style="list-style-type: none"> c) manter e reter informação documentada na extensão necessária, para ter confiança de que os processos sejam realizados conforme planejados; d) adaptar o trabalho aos trabalhadores. <p>Em locais de trabalho multi-empregadores, a organização deve coordenar as partes pertinentes do SGI com outras organizações.</p> <p>Coerentemente com uma perspectiva de ciclo de vida, a organização deve:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) estabelecer controles, como apropriado, para assegurar que o(s) requisito(s) ambiental(is) seja(m) tratado(s) no processo de projeto e desenvolvimento do produto ou do serviço, considerando cada estágio do seu ciclo de vida; b) determinar seu(s) requisito(s) ambiental(is) para a aquisição de produtos e serviços, como apropriado; c) comunicar seu(s) requisito(s) ambiental(is) pertinente(s) para provedores externos, incluindo contratados; d) considerar a necessidade de prover informações sobre potenciais impactos ambientais significativos associados com o transporte ou entrega, uso, tratamento pós-uso e disposição final dos seus produtos e serviços. <p>A organização deve manter informação documentada na extensão necessária, para ter confiança de que os processos sejam realizados conforme planejados.</p>
	<p>A organização deve estabelecer, implementar e manter o(s) processo(s) para a eliminação de perigos e redução de risco de SSO, utilizando a seguinte hierarquia de controles:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) eliminação do perigo; b) substituição por processos, operações, materiais ou equipamentos menos perigosos; c) uso de controles de engenharia e reorganização do trabalho; d) uso de controles administrativos, incluindo treinamento; e) uso de equipamento de proteção individual adequado. <p>NOTA Em muitos países, requisitos legais e outros requisitos incluem o requisito que o equipamento de proteção pessoal seja fornecido sem custos aos trabalhadores.</p>
8.1 Planejamento e controle operacionais	<p>A organização deve estabelecer o(s) processo(s) para a implementação e controle de mudanças temporárias e permanentes planejadas, que impactam o desempenho do SGI, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) novos produtos, serviços e processos, ou mudanças nos produtos, serviços e processos existentes, incluindo: <ul style="list-style-type: none"> ¶ local de trabalho e arredores; ¶ organização do trabalho; ¶ condições de trabalho; ¶ equipamentos; ¶ força de trabalho; b) mudanças nos requisitos legais e outros requisitos; c) mudanças no conhecimento ou informações sobre perigos e riscos de SSO; d) desenvolvimento de conhecimento e tecnologia. <p>A organização deve analisar criticamente as consequências de mudanças não intencionais, tomando ações para mitigar quaisquer efeitos adversos, como necessário.</p> <p>NOTA As mudanças podem resultar em riscos e oportunidades.</p>

Fonte – Autora (2023)

Figura 22 – Continuação de Requisitos de Operação - A

8.1 Planejamento e controle operacionais	8.1.4 Aquisição	8.1.4.1 Generalidades	<p>A organização deve estabelecer, implementar e manter o(s) processo(s) para controlar a aquisição de produtos e serviços, de modo a assegurar sua conformidade com seu sistema de gestão.</p> <p>O laboratório deve assegurar que sejam utilizados somente produtos e serviços adequados, providos externamente, que afetem as atividades de laboratório, quando tais produtos e serviços:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) forem destinados à incorporação nas atividades do próprio laboratório; b) forem providos, em parte ou por completo, diretamente ao cliente pelo laboratório, conforme recebidos do provedor externo; c) forem utilizados para apoiar a operação do laboratório. <p>NOTA: Produtos podem incluir, por exemplo, padrões e equipamentos de medição, equipamentos auxiliares, materiais de consumo e materiais de referência. Serviços podem incluir, por exemplo, serviços de calibração, serviços de amostragem, serviços de ensaios, serviços de manutenção de instalações e equipamentos, serviços de ensaios de proficiência e serviços de avaliação e de auditoria.</p> <p>O laboratório deve ter um procedimento e reter registros para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) definir, analisar criticamente e aprovar os requisitos do laboratório para produtos e serviços providos externamente; b) definir os critérios para avaliação, seleção, monitoramento do desempenho e reavaliação dos provedores externos; c) assegurar que os produtos e serviços providos externamente estejam em conformidade com os requisitos estabelecidos pelo laboratório ou, quando aplicável, com os requisitos pertinentes deste documento, antes de serem utilizados ou diretamente providos ao cliente; d) tomar quaisquer ações decorrentes de avaliações, monitoramentos do desempenho e reavaliações dos provedores externos." <p>O laboratório deve comunicar aos provedores externos os seus requisitos para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) os produtos e serviços a serem providos; b) os critérios de aceitação; c) competência, incluindo qualquer qualificação requerida do pessoal; d) atividades que o laboratório, ou seu cliente, pretenda realizar nas instalações do provedor externo.
8.1 Planejamento e controle operacionais	8.1.4 Aquisição	8.1.4.2 Contratados	<p>A organização deve coordenar seus(s) processo(s) de aquisição com seus contratados, a fim de identificar perigos e avaliar e controlar os riscos de SSO decorrentes de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) atividades e operações contratadas que impactam a organização; b) atividades e operações da organização que impactam nos trabalhadores contratados; c) atividades e operações contratadas que impactam outras partes interessadas no local de trabalho. <p>A organização deve assegurar que os registros de seu sistema de gestão de SSO sejam atendidos por contratados e seus trabalhadores. O(s) processo(s) de aquisição da organização deve(m) estabelecer e aplicar critérios de saúde e segurança ocupacional para a seleção de contratados.</p> <p>NOTA Pode ser útil incluir os critérios de saúde e segurança ocupacionais para a seleção de contratados nos documentos contratuais.</p>
		8.1.4.3 Terceirização	<p>A organização deve assegurar que funções e processos terceirizados sejam controlados ou influenciados. A organização deve assegurar que suas providências de terceirização sejam consistentes com requisitos legais e outros requisitos e com o alcance dos resultados pretendidos do SGI. O tipo e o grau de controle a ser aplicado a essas funções e processos deve ser definido no SGI.</p> <p>NOTA: Coordenação com provedores externos pode ajudar uma organização a abordar quaisquer impactos que a terceirização tenha sobre o desempenho do SGI.</p>

Fonte – Autora (2023)

Figura 23 – Continuação de Requisitos de Operação - B

<p>8.1 Planejamento e controle operacionais</p>	<p>8.1.4 Aquisição</p>	<p><i>8.1.4.4 Análise crítica de pedidos, propostas e contratos</i></p>	<p>O laboratório deve ter um procedimento para a análise crítica dos pedidos, propostas e contratos. O procedimento deve assegurar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) os requisitos sejam adequadamente definidos, documentados e entendidos; b) o laboratório tenha a capacidade e os recursos para atender aos requisitos; c) quando forem utilizados provedores externos, os requisitos de 6.6 sejam aplicados e o laboratório informe ao cliente as atividades de laboratório específicas a serem realizadas pelo provedor externo, e obtenha a aprovação do cliente; <p>NOTA 1: É reconhecido que atividades de laboratório providas externamente podem ocorrer quando:</p> <ul style="list-style-type: none"> — o laboratório tem os recursos e a competência para realizar as atividades, entretanto, por razões imprevistas é incapaz de realizá-las em parte ou por completo; — o laboratório não tem os recursos ou a competência para realizar as atividades. <p>d) sejam selecionados os métodos ou procedimentos apropriados e capazes de atender aos requisitos dos clientes.</p> <p>NOTA 2 Para clientes internos ou rotineiros, a análise crítica de pedidos, propostas e contratos pode ser realizada de forma simplificada." O laboratório deve informar ao cliente quando o método solicitado pelo cliente for considerado não apropriado ou desatualizado.</p> <p>Quando o cliente solicitar uma declaração de conformidade a uma especificação ou norma para o ensaio ou calibração (por exemplo: aprovação/reprovação, dentro da tolerância/fora da tolerância), a especificação ou norma e a regra de decisão devem ser claramente definidas. A regra de decisão selecionada deve ser comunicada e acordada com o cliente, a não ser que a regra de decisão seja inerente à norma ou especificação solicitada.</p> <p>NOTA: Para orientações adicionais sobre declarações de conformidade, ver ISO/IEC Guide 98-4.</p> <p>Quaisquer diferenças entre o pedido ou proposta e o contrato devem ser resolvidas antes do início das atividades de laboratório. Cada contrato deve ser aceito tanto pelo laboratório como pelo cliente. Desvios solicitados pelo cliente não podem afetar a integridade do laboratório ou a validade dos resultados.</p> <p>O cliente deve ser informado de qualquer desvio do contrato.</p> <p>Se um contrato for modificado depois de o trabalho ter sido iniciado, a análise crítica do contrato deve ser repetida e qualquer emenda deve ser comunicada a todo o pessoal afetado.</p> <p>O laboratório deve cooperar com os clientes ou seus representantes para esclarecer o pedido do cliente e para monitorar o desempenho do laboratório em relação ao trabalho realizado.</p> <p>NOTA: Tal cooperação pode incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) disponibilização de acesso razoável às áreas pertinentes do laboratório para presenciar as atividades de laboratório específicas do cliente; b) preparação, embalagem e envio de itens necessários ao cliente para fins de verificação. <p>Devem ser retidos registros das análises críticas, incluindo quaisquer modificações significativas. Devem também ser retidos registros de discussões pertinentes com um cliente, relacionadas aos seus requisitos ou aos resultados das atividades de laboratório.</p>
<p>8.2 Preparação e resposta a emergências</p>	<p>A organização deve estabelecer, implementar e manter o(s) processo(s) necessário(s) para preparar-se e responder a potenciais situações de emergências identificadas em 6.1.</p> <p>A organização deve:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) preparar-se para responder pelo planejamento de ações para prevenir ou mitigar impactos ambientais adversos de situações de emergências; b) estabelecer uma resposta planejada para situações de emergência, incluindo a previsão de primeiros socorros; c) responder a situações de emergências reais; d) tomar ações para prevenir ou mitigar as consequências decorrentes de situações de emergência, apropriadas à magnitude da emergência e ao potencial impacto ambiental; e) testar e exercitar periodicamente as ações de resposta planejadas, onde viável; f) periodicamente, avaliar o desempenho, analisar criticamente e revisar o(s) processo(s) e as ações de resposta planejadas, em particular, após a ocorrência de situações de emergência ou testes; g) prover informações pertinentes e treinamento relacionado à preparação e resposta a emergências, como apropriado, para as partes interessadas pertinentes, incluindo pessoas que realizam trabalho sob o seu controle; h) comunicar e fornecer informações relevantes a todos os trabalhadores sobre os seus deveres e responsabilidades; i) comunicar informações relevantes para os contratados, visitantes, serviço de resposta de emergência, autoridades governamentais e, como apropriado, a comunidade local; j) levar em consideração as necessidades e capacidades de todas as partes interessadas relevantes e assegurar seu envolvimento como apropriado, no desenvolvimento de resposta planejada. <p>A organização deve manter informação documentada na extensão necessária, para ter confiança de que o(s) processo(s) seja(m) realizado(s) conforme planejado(s).</p>		

Fonte – Autora (2023)

Figura 24 – Continuação de Requisitos de Operação - C

8.3 Seleção, verificação e validação de métodos	8.3.1 Seleção e verificação de métodos	<p>O laboratório deve utilizar métodos e procedimentos adequados para todas as atividades de laboratório e, quando apropriado, para a avaliação da incerteza de medição, bem como técnicas estatísticas para análise de dados.</p> <p>NOTA: O termo "método", utilizado neste documento, pode ser considerado sinônimo do termo "procedimento de medição", conforme definido no ABNT ISO/IEC Guia 99.</p>
		<p>Todos os métodos, procedimentos e documentação de apoio, como instruções, normas, manuais e dados de referência pertinentes para as atividades de laboratório, devem ser mantidos atualizados e devem estar prontamente disponíveis ao pessoal (ver 8.3).</p>
		<p>O laboratório deve assegurar a utilização da última versão válida de um método, a não ser que isto não seja apropriado ou possível. Quando necessário, a aplicação do método deve ser suplementada com detalhes adicionais para assegurar uma aplicação consistente.</p> <p>NOTA: Normas internacionais, regionais ou nacionais, ou outras especificações reconhecidas que contenham informações suficientes e concisas sobre como realizar atividades de laboratório, não precisam ser suplementadas ou reescritas como procedimentos internos, se estas normas estiverem escritas de forma que possam ser utilizadas pelo pessoal operacional em um laboratório. Pode ser necessário fornecer documentação adicional para etapas opcionais no método ou detalhes adicionais.</p>
		<p>Quando o cliente não especificar o método a ser utilizado, o laboratório deve selecionar um método apropriado e informar ao cliente o método escolhido. São recomendados métodos publicados em normas internacionais, regionais ou nacionais, ou por organizações técnicas respeitáveis ou em textos ou periódicos científicos pertinentes, ou conforme especificado pelo fabricante do equipamento. Também podem ser utilizados métodos desenvolvidos ou modificados pelo laboratório.</p>
		<p>O laboratório deve verificar se é capaz de realizar métodos adequadamente, antes de implantá-los, assegurando que possa alcançar o desempenho requerido. Devem ser retidos registros da verificação. Se o método for revisado pelo órgão emitente, a verificação deve ser repetida na extensão necessária.</p>
		<p>Quando o desenvolvimento de um método for requerido, isto deve ser uma atividade planejada que deve ser designada ao pessoal competente e equipado com recursos adequados. À medida que avança o desenvolvimento do método, deve ser realizada análise crítica periódica para confirmar se as necessidades do cliente continuam sendo atendidas. Quaisquer modificações no plano de desenvolvimento devem ser aprovadas e autorizadas.</p>
		<p>Desvios de métodos para todas as atividades de laboratório somente devem ocorrer se o desvio estiver documentado, tecnicamente justificado, autorizado e aceito pelo cliente.</p> <p>NOTA: A aceitação de desvios pelo cliente pode ser previamente acordada no contrato.</p>

Fonte – Autora (2023)

Figura 25 – Continuação de Requisitos de Operação - D

<p>8.3 Seleção, verificação e validação de métodos</p>	<p>8.3.2 Validação de métodos</p>	<p>O laboratório deve validar métodos não normalizados, métodos desenvolvidos pelo laboratório e métodos normalizados utilizados fora de seu escopo pretendido ou modificados de outra forma. A validação deve ser tão abrangente quanto for necessária para atender às necessidades de uma determinada aplicação ou campo de aplicação.</p> <p>NOTA 1: A validação pode incluir procedimentos para amostragem, manuseio e transporte de itens de ensaio ou calibração.</p> <p>NOTA 2: As técnicas utilizadas para a validação de método podem ser uma das seguintes ou uma combinação destas:</p> <p>a) calibração ou avaliação da tendência e precisão utilizando padrões de referência ou materiais de referência;</p> <p>b) avaliação sistemática dos fatores que influenciam o resultado;</p> <p>c) ensaio de robustez do método por meio da variação de parâmetros controlados, como temperatura de incubação, volume dispensado;</p> <p>d) comparação com resultados obtidos por outros métodos validados;</p> <p>e) comparações interlaboratoriais;</p> <p>f) avaliação da incerteza de medição dos resultados com base na compreensão sobre os princípios teóricos do método e na experiência prática com o desempenho do método de amostragem ou ensaio.</p>
		<p>Quando forem feitas alterações em métodos validados, deve ser determinada a influência destas mudanças e, quando estas afetarem a validação original, deve ser realizada uma nova validação do método.</p>
		<p>As características de desempenho dos métodos validados, conforme avaliadas para o uso pretendido, devem ser pertinentes às necessidades dos clientes e consistentes com os requisitos especificados.</p> <p>NOTA: Características de desempenho podem incluir, mas não estão limitadas a, faixa de medição, exatidão de medição, incerteza de medição dos resultados, limite de detecção, limite de quantificação, seletividade do método, linearidade, repetibilidade ou reprodutibilidade, robustez contra influências externas ou sensibilidade cruzada contra interferência da matriz da amostra ou objeto de ensaio e tendência.</p>
		<p>O laboratório deve reter os seguintes registros de validação:</p> <p>a) procedimento de validação utilizado;</p> <p>b) especificação dos requisitos;</p> <p>c) determinação das características de desempenho dos métodos;</p> <p>d) resultados obtidos;</p> <p>e) uma declaração sobre a validade do método, detalhando sua adequação ao uso pretendido.</p>

Fonte – Autora (2023)

Figura 26 – Continuação de Requisitos de Operação - E

8.4 Amostragem	<p>O laboratório deve ter um plano e um método de amostragem, quando realiza amostragem de substâncias, materiais ou produtos para ensaio ou calibração subsequente. O método de amostragem deve abordar os fatores a serem controlados, para assegurar a validade dos resultados de ensaio e calibração subsequentes. O plano e o método de amostragem devem estar disponíveis no local onde a amostragem for realizada. Planos de amostragem devem, sempre que razoável, ser baseados em métodos estatísticos apropriados.</p> <p>O método de amostragem deve descrever:</p> <p>a) a seleção de amostras ou locais,</p> <p>b) o plano de amostragem,</p> <p>c) a preparação e o tratamento de amostra(s) de uma substância, material ou produto para produzir o item requerido para ensaio ou calibração subsequente.</p> <p>NOTA: Uma vez recebida no laboratório, a amostra pode requerer manuseio adicional, conforme especificado em 7.4.</p> <p>O laboratório deve reter registros dos dados da amostragem que fazem parte do ensaio ou calibração que for realizado. Estes registros devem incluir, quando pertinente:</p> <p>a) referência ao método de amostragem utilizado;</p> <p>b) data e hora da amostragem;</p> <p>c) dados para identificar e descrever a amostra (por exemplo, número, quantidade, nome);</p> <p>d) identificação do pessoal que realizou a amostragem;</p> <p>e) identificação do equipamento utilizado;</p> <p>f) condições ambientais ou de transporte;</p> <p>g) diagramas ou outros meios equivalentes para identificar o local da amostragem, quando apropriado;</p> <p>h) desvios, adições ou exclusões do método de amostragem e do plano de amostragem.</p>
8.5 Manuseio de itens de ensaio ou calibração	<p>O laboratório deve ter um procedimento para o transporte, recebimento, manuseio, proteção, armazenamento, retenção e descarte ou retorno dos itens de ensaio ou calibração, incluindo todas as providências necessárias para a proteção da integridade do item de ensaio ou calibração e para a proteção dos interesses do laboratório e do cliente. Devem ser tomadas precauções para evitar deterioração, contaminação, perda ou dano no item durante o manuseio, transporte, armazenamento/espera e preparação para ensaio ou calibração. As instruções para manuseio fornecidas com o item devem ser seguidas.</p> <p>O laboratório deve ter um sistema para a identificação não ambígua de itens de ensaio ou calibração. A identificação deve ser retida enquanto o item estiver sob a responsabilidade do laboratório. O sistema deve assegurar que os itens não serão confundidos fisicamente ou quando forem citados em registros ou outros documentos. O sistema deve, se apropriado, contemplar uma subdivisão de um item ou grupos de itens e a transferência de itens.</p> <p>No ato do recebimento do item de ensaio ou calibração, devem ser registrados os desvios das condições especificadas. Quando houver dúvidas sobre a adequação de um item para ensaio ou calibração, ou quando um item não estiver em conformidade com a descrição fornecida, o laboratório deve consultar o cliente para obter instruções adicionais antes de prosseguir, e deve registrar os resultados desta consulta. Quando o cliente requerer que o item seja ensaiado ou calibrado admitindo um desvio das condições especificadas, o laboratório deve incluir uma ressalva no relatório, indicando quais resultados podem estar afetados pelo desvio.</p> <p>Quando os itens tiverem que ser armazenados ou acondicionados sob condições ambientais especificadas, estas condições devem ser mantidas, monitoradas e registradas.</p>
8.6 Registros técnicos	<p>O laboratório deve assegurar que os registros técnicos para cada atividade de laboratório contenham os resultados, o relatório e as informações suficientes para facilitar, se possível, a identificação de fatores que afetem o resultado de medição e sua incerteza de medição associada, bem como para possibilitar que a atividade de laboratório seja repetida em condições o mais próximo possível das condições originais. Os registros técnicos devem incluir a data e a identificação do pessoal responsável por cada atividade de laboratório e pela conferência dos dados e resultados. Observações, dados e cálculos originais devem ser registrados no momento em que são realizados e devem ser identificáveis à tarefa específica a que se referem.</p> <p>O laboratório deve assegurar que emendas aos registros técnicos possam ser vinculadas às versões anteriores ou às observações originais. Devem ser retidos os dados e arquivos, originais e alterados, incluindo a data da alteração, uma indicação dos aspectos alterados e o pessoal responsável pelas alterações.</p>

Fonte – Autora (2023)

Figura 27 – Continuação de Requisitos de Operação – F

8.7 Avaliação da incerteza de medição	Os laboratórios devem identificar as contribuições para a incerteza de medição. Ao avaliar a incerteza de medição, todas as contribuições que sejam significativas, incluindo aquelas oriundas da amostragem, devem ser consideradas utilizando-se métodos de análise apropriados.
	Um laboratório que realiza calibrações, incluindo as de seus próprios equipamentos, deve avaliar a incerteza de medição para todas as calibrações.
	Um laboratório que realiza ensaio deve avaliar a incerteza de medição. Quando o método de ensaio impossibilitar uma avaliação rigorosa da incerteza de medição, deve ser feita uma estimativa baseada na compreensão dos princípios teóricos do método ou na experiência prática sobre o desempenho do método. NOTA 1: Nos casos em que um método de ensaio bem reconhecido especificar limites para os valores das principais fontes de incerteza de medição e especificar a forma de apresentação dos resultados calculados, considera-se que o laboratório atende a 7.6.3 ao seguir o método de ensaio e as instruções para relato. NOTA 2: Para um método em particular no qual a incerteza de medição dos resultados foi estabelecida e verificada, não há necessidade de avaliar a incerteza de medição para cada resultado, caso o laboratório possa demonstrar que os fatores de influência identificados como críticos estejam sob controle. NOTA 3: Para informações adicionais, ver ABNT ISO/IEC Guia 98-3, ISO 21748 e a série ISO 5725.
8.8 Garantia da validade dos resultados	O laboratório deve ter um procedimento para monitorar a validade dos resultados. Os dados resultantes devem ser registrados de forma que as tendências sejam detectáveis e, quando praticável, devem ser aplicadas técnicas estatísticas para a análise crítica dos resultados. Este monitoramento deve ser planejado e analisado criticamente e deve incluir, quando apropriado, mas não estar limitado a: a) utilização de materiais de referência ou de materiais para controle da qualidade; b) utilização de instrumentação alternativa calibrada para fornecer resultados rastreáveis; c) checagens funcionais de equipamentos de medição e ensaio; d) uso de padrões de checagem ou padrões de trabalho com cartas de controle, quando aplicável; e) checagens intermediárias nos equipamentos de medição; f) ensaios ou calibrações replicadas, utilizando-se os mesmos métodos ou métodos diferentes; g) reensaio ou recalibração de itens retidos; h) correlação de resultados de características diferentes de um item; i) análise crítica de resultados relatados; j) comparações intralaboratoriais; k) ensaio de amostra(s) cega(s).
	O laboratório deve monitorar o seu desempenho por meio de comparação com resultados de outros laboratórios, quando disponível e apropriado. Este monitoramento deve ser planejado e analisado criticamente e deve incluir, mas não estar limitado a, uma ou as duas alternativas a seguir: a) participação em ensaio de proficiência; NOTA: A ABNT NBR ISO/IEC 17043 contém informações adicionais sobre ensaios de proficiência e provedores de ensaios de proficiência. Provedores de ensaios de proficiência que atendem aos requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17043 são considerados competentes. b) participação em comparações interlaboratoriais distintas de ensaios de proficiência.
	Os dados das atividades de monitoramento devem ser analisados, utilizados para controlar as atividades do laboratório e, se aplicável, para melhorá-las. Se os resultados das análises dos dados das atividades de monitoramento estiverem fora dos critérios predefinidos, devem ser tomadas ações apropriadas para evitar o relato de resultados incorretos.

Fonte – Autora (2023)

Figura 28 – Continuação de Requisitos de Operação – G

<p>8.9 <i>Relato de resultados</i></p>	<p>8.9.1 Generalidades</p>	<p>Os resultados devem ser analisados criticamente e autorizados antes de sua liberação.</p> <p>Os resultados devem ser fornecidos com exatidão, clareza, objetividade, sem ambiguidade, normalmente em um relatório (por exemplo, relatório de ensaio ou certificado de calibração ou relatório de amostragem), e devem incluir todas as informações acordadas com o cliente e necessárias para a interpretação dos resultados e todas as informações requeridas pelo método utilizado. Todos os relatórios emitidos devem ser retidos como registros técnicos.</p> <p>NOTA 1: Para os efeitos deste documento, relatórios de ensaio e certificados de calibração são, algumas vezes, denominados, respectivamente, certificados de ensaio e relatórios de calibração.</p> <p>NOTA 2: Os relatórios podem ser emitidos tanto na forma impressa quanto por meios eletrônicos, desde que os requisitos deste documento sejam atendidos.</p> <p>Quando acordado com o cliente, os resultados podem ser relatados de forma simplificada. Quaisquer informações listadas em 7.8.2 a 7.8.7 que não forem relatadas ao cliente devem estar prontamente disponíveis.</p>
<p>8.9 <i>Relato de resultados</i></p>	<p>8.9.2 Requisitos comuns para relatórios (ensaio, calibração ou amostragem)</p>	<p>Cada relatório deve incluir pelo menos as seguintes informações, a menos que o laboratório tenha razões válidas para não fazer isso, minimizando assim qualquer possibilidade de mal-entendido ou uso indevido:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) um título (por exemplo, “Relatório de Ensaio”, “Certificado de Calibração” ou “Relatório de Amostragem”); b) nome e endereço do laboratório; c) local da realização das atividades de laboratório, inclusive quando realizadas nas instalações de cliente ou em locais fora das instalações permanentes do laboratório, ou em instalações associadas temporárias ou móveis; d) identificação unívoca de forma que todos os seus componentes sejam reconhecidos como parte do relatório completo e uma clara identificação do final do relatório; e) nome e informações de contato do cliente; f) identificação do método utilizado; g) uma descrição, identificação não ambígua e, quando necessário, condição do item; h) data do recebimento do(s) item(s) de ensaio ou de calibração, e data da amostragem, quando isso for crítico para a validade e aplicação dos resultados; i) data(s) da realização da atividade de laboratório; j) data da emissão do relatório; k) referência ao plano de amostragem e ao método de amostragem utilizados pelo laboratório ou por outros organismos, quando estes forem pertinentes para a validade ou aplicação dos resultados; l) uma declaração de que os resultados se referem somente aos itens ensaiados, calibrados ou amostrados; m) resultados com, quando apropriado, as unidades de medida; n) adições, desvios ou exclusões em relação ao método; o) identificação da(s) pessoa(s) que autoriza(m) o relatório; p) quando os resultados forem de provedores externos, uma identificação clara sobre isso. <p>NOTA: A inclusão de uma declaração especificando que o relatório não pode ser reproduzido sem a aprovação do laboratório, exceto se for reproduzido na íntegra, pode fornecer uma garantia de que partes de um relatório não sejam utilizadas fora de contexto.</p> <p>O laboratório deve ser responsável por todas as informações fornecidas no relatório, exceto quando as informações forem fornecidas pelo cliente. Dados fornecidos pelo cliente devem ser claramente identificados. Além disso, deve ser incluída uma ressalva no relatório, quando as informações forem fornecidas pelo cliente e puderem afetar a validade dos resultados. Quando o laboratório não for responsável pela etapa de amostragem (por exemplo, a amostra foi fornecida pelo cliente), o laboratório deve indicar no relatório que os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.</p>

Fonte – Autora (2023)

Figura 29 – Continuação de Requisitos de Operação – H

	<p>Além dos requisitos listados em 7.8.2, quando necessário para a interpretação dos resultados de ensaio, os relatórios de ensaio devem incluir o seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) informações sobre condições específicas de ensaio, como condições ambientais; b) quando pertinente, uma declaração de conformidade aos requisitos ou especificações (ver 7.8.6); c) quando aplicável, a incerteza de medição apresentada na mesma unidade do mensurando ou na forma de um termo relativo ao mensurando (por exemplo, percentual), quando: <ul style="list-style-type: none"> — a incerteza de medição for pertinente para a validade ou aplicação dos resultados de ensaio, — requerido por uma instrução do cliente, ou — a incerteza de medição afetar a conformidade a um limite de especificação; d) quando apropriado, opiniões e interpretações (ver 7.8.7); e) informações adicionais que possam ser requeridas por métodos específicos, autoridades, clientes ou grupos de clientes. <p>Quando o laboratório for responsável pela atividade de amostragem, os relatórios de ensaio devem atender aos requisitos listados em 7.8.5, quando necessário para a interpretação dos resultados de ensaio.</p>
<p><i>8.9 Relato de resultados</i></p>	<p>Além dos requisitos listados em 7.8.2, os certificados de calibração devem incluir o seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) incerteza de medição do resultado de medição, apresentada na mesma unidade do mensurando ou na forma de um termo relativo ao mensurando (por exemplo, percentual); <p>NOTA De acordo com o ABNT ISO/IEC Guia 99, um resultado de medição é geralmente expresso como um único valor medido, incluindo a unidade de medida e uma incerteza de medição.</p> <ul style="list-style-type: none"> b) condições (por exemplo, ambientais) sob as quais as calibrações foram realizadas, que tenham influência sobre os resultados de medição; c) uma declaração identificando como os resultados das medições são metrologicamente rastreáveis; d) resultados obtidos antes e depois de qualquer ajuste ou reparo, se disponíveis; e) quando pertinente, uma declaração de conformidade aos requisitos ou especificações (ver 7.8.6); f) quando apropriado, opiniões e interpretações (ver 7.8.7). <p>Quando o laboratório for responsável pela atividade de amostragem, os certificados de calibração devem atender aos requisitos listados em 7.8.5, quando necessário para a interpretação dos resultados de calibração.</p> <p>Um certificado de calibração ou etiqueta de calibração não pode conter qualquer recomendação sobre o intervalo de calibração, exceto quando isso tiver sido acordado com o cliente.</p>
<p><i>8.9 Relato de resultados</i></p>	<p>Quando o laboratório for responsável pela atividade de amostragem, além dos requisitos listados em 8.9.2, quando necessário para interpretação dos resultados, os relatórios devem incluir o seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) data da amostragem; b) identificação unívoca do item ou material amostrado (incluindo nome do fabricante, modelo ou tipo de designação e números de série, conforme apropriado); c) o local da amostragem, incluindo quaisquer diagramas, esboços ou fotografias; d) uma referência ao plano e ao método de amostragem; e) detalhes sobre quaisquer condições ambientais durante a amostragem que afetem a interpretação dos resultados; f) informações requeridas para avaliar a incerteza de medição para ensaio ou calibração subsequente.

Fonte – Autora (2023)

Figura 30 – Continuação de Requisitos de Operação – I

8.9 <i>Relato de resultados</i>	8.9.6 Relato de declarações de conformidade	Quando for fornecida uma declaração de conformidade a uma especificação ou norma, o laboratório deve documentar a regra de decisão empregada, considerando o nível de risco (como falsa aceitação e falsa rejeição e pressupostos estatísticos) associado à regra de decisão empregada, e aplicar a regra de decisão. NOTA Quando a regra de decisão for prescrita pelo cliente, por regulamentos ou documentos normativos, não é necessária uma análise adicional sobre o nível de risco.
		O laboratório deve relatar a declaração de conformidade, de modo que a declaração identifique claramente: a) a quais resultados a declaração de conformidade se aplica; b) quais especificações, normas ou partes destas são atendidas ou não atendidas; c) a regra de decisão aplicada (a menos que esta seja inerente à especificação ou norma solicitada). NOTA: Para mais informações, ver o ISO/IEC Guide 98-4.
	8.9.7 Relato de opiniões e interpretações	Quando forem expressas opiniões e interpretações, o laboratório deve assegurar que apenas pessoal autorizado para a expressão de opiniões e interpretações emita a respectiva declaração. O laboratório deve documentar as bases nas quais as opiniões e interpretações foram elaboradas. NOTA É importante diferenciar opiniões e interpretações de declarações de inspeções e certificações de produto, conforme previsto nas ABNT NBR ISO/IEC 17020 e ABNT NBR ISO/IEC 17065, bem como das declarações de conformidade citadas em 7.8.6.
		As opiniões e interpretações expressas em relatórios devem ser baseadas nos resultados obtidos a partir do item ensaiado ou calibrado, e devem ser claramente identificadas como tais. Quando opiniões e interpretações forem comunicadas por meio do diálogo direto com o cliente, deve ser retido um registro do diálogo.
	8.9.8 Emendas aos relatórios	Quando um relatório emitido necessita ser modificado, submetido a emendas ou reemitido, qualquer alteração de informações deve ser claramente identificada e, quando apropriado, a razão para a alteração deve ser incluída no relatório. As emendas a um relatório após a emissão devem ser feitas somente sob a forma de um novo documento, ou transferência de dados, que inclua a declaração “Emenda ao Relatório, número de série... [ou outra forma de identificação]”, ou uma forma de redação equivalente. Estas emendas devem atender a todos os requisitos deste documento. Quando for necessário emitir um novo relatório completo, este deve ser univocamente identificado e deve conter uma referência ao original que está sendo substituído.

Fonte – Autora (2023)

Figura 31 – Requisitos de Avaliação de Desempenho

Item	Subitem
<p><i>9.1 Monitoramento, medição, análise e avaliação de desempenho</i></p>	<p>9.1.1 Generalidades</p> <p>A organização deve para monitorar, medir, analisar e avaliar seu desempenho do SGI. Para tanto, a organização deve determinar:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) o que precisa ser monitorado e medido, incluindo: <ol style="list-style-type: none"> 1) a extensão na qual requisitos legais e outros requisitos são completamente atendidos; 2) suas atividades e operações relacionadas a identificação de perigos, riscos e oportunidades identificadas; 3) o progresso para o atendimento aos objetivos integrados da organização; 4) a eficácia dos controles operacionais e outros; b) os métodos para monitoramento, medição, análise e avaliação do desempenho, como aplicável, para assegurar resultados válidos; c) os critérios pelos quais a organização avaliará seu desempenho integrado e os indicadores apropriados; d) quando o monitoramento e a medição devem ser realizados; e) quando os resultados de monitoramento e medição devem ser analisados, validados e comunicados. <p>A organização deve avaliar o desempenho integrado e determinar a eficácia do SGI.</p> <p>A organização deve assegurar que os equipamentos de monitoramento e medição estejam calibrados ou verificados, como aplicável, e que sejam usados e mantidos como apropriado.</p> <p>NOTA Pode haver requisitos legais ou outros requisitos (por exemplo, normas nacionais ou internacionais) relativos à calibração ou verificação de equipamentos de monitoramento e medição.</p> <p>A organização deve comunicar interna e externamente as informações pertinentes sobre o desempenho, como identificado em seu(s) processo(s) de comunicação e como requerido por seus requisitos legais e outros requisitos.</p> <p>A organização deve reter informação documentada apropriada:</p> <ul style="list-style-type: none"> como evidência dos resultados de monitoramento, medição, análise e avaliação de desempenho; sobre a manutenção, calibração ou verificação dos equipamentos de medição.
	<p>9.1.2 Avaliação do atendimento aos requisitos legais e outros requisitos</p> <p>A organização deve estabelecer, implementar e manter o(s) processo(s) necessário(s) para avaliar o atendimento aos seus requisitos legais e outros requisitos. A organização deve:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) determinar a frequência com que o atendimento aos requisitos legais e outros requisitos será avaliado; b) avaliar o atendimento aos requisitos legais e outros requisitos e tomar ações, se necessário; c) manter o conhecimento e o entendimento da situação do atendimento aos seus requisitos legais e outros requisitos. <p>A organização deve reter informação documentada como evidência do resultado da avaliação do atendimento aos seus requisitos legais e outros requisitos.</p>

Fonte – Autora (2023)

Figura 32 – Continuação de Requisitos de Avaliação de Desempenho - A

	<p>9.2.1 Generalidades</p>	<p>A organização deve conduzir auditorias internas a intervalos planejados para prover informação sobre se o SGI:</p> <p>a) está conforme com:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) os requisitos da própria organização para o seu SGI, incluindo a política e os objetivos; 2) os requisitos destas Normas; <p>b) está implementado e mantido eficazmente.</p>
<p>9.2 Auditoria interna</p>	<p>9.2.2 Programa de auditoria interna</p>	<p>A organização deve planejar, estabelecer, implementar e manter programa(s) de auditoria interna, incluindo a frequência, métodos, responsabilidades, requisitos para planejar e para relatar suas auditorias internas, os quais devem considerar a importância dos processos e os resultados de auditorias anteriores. Ao estabelecer o programa de auditoria interna, a organização deve levar em consideração a importância ambiental dos processos concernentes e as mudanças que afetam a organização.</p> <p>A organização deve:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) definir os critérios de auditoria e o escopo para cada auditoria; b) selecionar auditores e conduzir auditorias para assegurar a objetividade e a imparcialidade do processo de auditoria; c) assegurar que os resultados das auditorias sejam relatados para a gerência pertinente. <p>A organização deve reter informação documentada como evidência da implementação do programa de auditoria e dos resultados da auditoria.</p> <ol style="list-style-type: none"> d) assegurar que resultados de auditoria pertinentes sejam relatados aos trabalhadores e, onde existirem, aos representantes dos trabalhadores e outras partes interessadas pertinentes; e) tomar ações para abordar não conformidades e melhoria contínua de seu desempenho de SSO (ver Seção 10); f) implementar correção e ações corretivas apropriadas sem demora indevida; g) reter informação documentada como evidência da implementação do programa de auditoria e dos resultados da auditoria. <p>NOTA: Para obter mais informações sobre auditoria e competência dos auditores, ver ABNT NBR ISO 19011.</p>

Fonte – Autora (2023)

Figura 33 – Continuação de Requisitos de Avaliação de Desempenho - B

<p>9.3 Análise crítica pela direção</p>	<p>A Alta Direção deve analisar criticamente o SGI da organização, a intervalos planejados, para assegurar sua contínua adequação, suficiência e eficácia, incluindo as políticas e objetivos declarados, relacionados ao atendimento a este documento. A análise crítica pela direção deve considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) a situação de ações provenientes de análises críticas anteriores pela direção; b) mudanças em: 1) questões internas e externas que sejam pertinentes para o SGI; 2) necessidades e expectativas das partes interessadas, incluindo os requisitos legais e outros requisitos; 3) seus aspectos ambientais significativos; 4) riscos e oportunidades; c) extensão na qual a política e os objetivos do SGI foram alcançados; d) situação das ações decorrentes de análises críticas anteriores pela gerência; e) informações sobre o desempenho da organização, incluindo tendências relativas a: 1) incidentes, não conformidades, ações corretivas e melhoria contínua; 2) resultados de monitoramento e medição; 3) atendimento aos seus requisitos legais e outros requisitos; 4) resultados de auditorias ;5) consulta e participação dos trabalhadores; 6) riscos e oportunidades; f) avaliações realizadas por organizações externas; g) mudanças no volume e tipo do trabalho ou em seu conjunto de atividades de laboratório; h) retroalimentação de clientes e do pessoal; i) a suficiência de recursos para a manutenção da eficácia do SGI; j) comunicação(ões) pertinente(s) das partes interessadas, incluindo reclamações; k) oportunidades para melhoria contínua. <p>As saídas da análise crítica pela direção devem incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> — conclusões sobre a contínua adequação, suficiência e eficácia do SGI para alcançar os resultados pretendidos; — conclusões sobre a garantia da validade de resultados; — outros fatores pertinentes, como atividades de monitoramento e treinamento. — decisões relacionadas às oportunidades para melhoria contínua; — decisões relacionadas a qualquer necessidade de mudanças no SGI, incluindo recursos; — ações, se necessárias, quando não forem alcançados os objetivos; — oportunidades para melhorar a integração do SGI com outros processos de negócios, se necessário; — qualquer implicação para o direcionamento estratégico da organização; — a provisão de recursos requeridos; <p>A Alta Direção deve comunicar saídas pertinentes das análises críticas para os trabalhadores e, onde existirem, aos representantes dos trabalhadores. A organização deve reter informação documentada como evidência dos resultados das análises críticas pela direção.</p>
--	--

Fonte – Autora (2023)

Figura 34 – Continuação de Requisitos de Avaliação de Desempenho - C

9.4 Reclamações	O laboratório deve ter um processo documentado para receber, avaliar e tomar decisões sobre reclamações.
	Uma descrição do processo para tratar reclamações deve estar disponível a qualquer parte interessada, quando solicitada. Após receber uma reclamação, o laboratório deve confirmar se a reclamação está relacionada às atividades de laboratório pelas quais é responsável e, se for, deve tratá-las. O laboratório deve ser responsável por todas as decisões em todos os níveis do processo de tratamento de reclamações.
	O processo para tratamento de reclamações deve incluir no mínimo os seguintes elementos e métodos: a) descrição do processo para receber, validar e investigar a reclamação, e decidir quais ações têm que ser tomadas em resposta à reclamação; b) monitorar e registrar reclamações, incluindo ações tomadas para resolvê-las; c) assegurar que qualquer ação apropriada seja tomada.
	O laboratório que receber a reclamação deve ser responsável por coletar e verificar todas as informações necessárias para validar a reclamação.
	Sempre que possível, o laboratório deve acusar o recebimento da reclamação e fornecer ao reclamante relatos sobre o progresso e a conclusão.
	As conclusões a serem comunicadas ao reclamante devem ser elaboradas por, ou analisadas criticamente e aprovadas por, indivíduo(s) que não esteja(m) envolvido(s) nas atividades de laboratório originais em questão. NOTA Isso pode ser realizado por pessoal externo.
	Sempre que possível, o laboratório deve notificar formalmente ao reclamante o término do tratamento da reclamação.

Fonte – Autora (2023)

Figura 35 – Requisitos de Melhoria

Item	Subitem
10.1 Generalidades	<p>O laboratório deve identificar e selecionar oportunidades (ver Seção 9) para melhoria e implementar quaisquer ações necessárias para alcançar os resultados pretendidos pelo seu SGI.</p> <p>NOTA Oportunidades de melhoria podem ser identificadas por meio da análise crítica dos procedimentos operacionais, do uso de políticas, objetivos gerais, resultados de auditorias, ações corretivas, análise crítica pela gerência, sugestões feitas pelo pessoal, avaliação de risco, análise de dados e resultados de ensaios de proficiência.</p> <p>O laboratório deve procurar obter retroalimentação, tanto positiva quanto negativa, dos seus clientes. A retroalimentação deve ser analisada e utilizada para aprimorar o sistema de gestão, as atividades de laboratório e o atendimento ao cliente.</p> <p>NOTA Exemplos de tipos de retroalimentação incluem pesquisas de satisfação de clientes, registros de comunicação e análise crítica dos relatórios com os clientes.</p>
10.2 Não conformidade e ação corretiva	<p>A organização deve estabelecer, implementar e manter o(s) processo(s), incluindo relatórios, investigações e tomada de ações, para determinar e controlar incidentes e não conformidades.</p> <p>Quando ocorrer incidente ou não conformidade, incluindo aquelas decorrentes de reclamações, a organização deve:</p> <ol style="list-style-type: none"> reagir ao incidente ou não conformidade e, onde aplicável: <ol style="list-style-type: none"> implementar ação para controlá-la e corrigi-la; lidar com as consequências, incluindo mitigar impactos ambientais adversos; avaliar, com a participação de trabalhadores (ver 5.4) e o envolvimento de outras partes interessadas pertinentes, a necessidade de uma ação corretiva para eliminar a(s) causa(s) raiz(es) do incidente ou da não conformidade, afim de que ela não se repita ou ocorra em outro lugar por: <ol style="list-style-type: none"> investigando o incidente ou analisando criticamente a não conformidade; determinando a(s) causa(s) do incidente ou da não conformidade; determinando se incidentes similares estão ocorrendo, não conformidades similares existem ou se poderiam potencialmente ocorrer; analisar criticamente as avaliações existentes de riscos de SSO e outros riscos, como apropriado (ver 6.1); determinar e implementar qualquer ação necessária, incluindo ação corretiva, de acordo com a hierarquia dos controles (ver 8.1.2) e a gestão de mudança (ver 8.1.3); avaliar os riscos de SSO relacionados a perigos novos ou modificados, antes de tomar uma ação; avaliar criticamente a eficácia de qualquer ação tomada, incluindo ação corretiva; atualizar riscos e oportunidades determinados durante o planejamento, se necessário; realizar mudanças no SGI, se necessário. <p>As ações corretivas devem ser apropriadas aos efeitos ou potenciais efeitos dos incidentes ou das não conformidades encontradas.</p> <p>A organização deve reter informação documentada como evidência:</p> <ul style="list-style-type: none"> II da natureza dos incidentes ou das não conformidades e quaisquer ações subsequentes tomadas; II dos resultados de qualquer ação e ação corretiva, incluindo sua eficácia. <p>A organização deve comunicar esta informação documentada para trabalhadores pertinentes e, onde existirem, representantes dos trabalhadores e outras partes interessadas pertinentes.</p> <p>NOTA O relatório e a investigação de incidentes sem atrasos podem permitir que os riscos sejam eliminados e que os riscos de SSO associados sejam minimizados o mais rápido possível</p>
	<p>O laboratório deve ter um procedimento que deve ser implementado quando qualquer aspecto das atividades de laboratório ou os resultados deste trabalho não estiverem em conformidade com seus próprios procedimentos ou com os requisitos acordados com o cliente (por exemplo, equipamentos ou condições ambientais fora dos limites especificados, resultados do monitoramento que não atendem aos critérios especificados). O procedimento deve assegurar que:</p> <ol style="list-style-type: none"> sejam definidas as responsabilidades e autoridades pela gestão do trabalho não conforme; as ações (incluindo interrupção ou repetição do trabalho e retenção dos relatórios, quando necessário) sejam baseadas nos níveis de risco estabelecidos pelo laboratório; seja feita uma avaliação da importância do trabalho não conforme, incluindo uma análise do impacto em resultados anteriores; seja tomada uma decisão sobre a aceitabilidade do trabalho não conforme; quando necessário, o cliente seja notificado e o trabalho seja cancelado; seja definida a responsabilidade pela autorização da retomada do trabalho. <p>O laboratório deve reter registros dos trabalhos não conformes e das ações conforme especificado em 7.10.1 alíneas b) a f).</p> <p>Quando a avaliação indicar que o trabalho não conforme pode se repetir ou que existe dúvida sobre a conformidade das operações do laboratório com o seu sistema de gestão, o laboratório deve implementar ação corretiva.</p>
10.3 Melhoria contínua	<p>A organização deve melhorar continuamente a adequação, suficiência e eficácia do SGI:</p> <ol style="list-style-type: none"> aumentando o seu desempenho; promovendo uma cultura que apoie o SGI; promovendo a participação dos trabalhadores nas implementações de ações para a melhoria contínua do SGI; comunicando os resultados pertinentes da melhoria contínua para os trabalhadores e, onde existirem, representantes dos trabalhadores; mantendo e reter informação documentada como evidência da melhoria contínua.

Fonte – Autora (2023)

APÊNDICE C - Aplicação do MCDM *fuzzy VIKOR*

Tabela 6 - Matriz de Decisão Fuzzificada

		R11			R12			R13			R14			R15			R16			R21			R22		
		<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
D1	A1	0,1	0,3	0,5	0,3	0,5	0,7	0,5	0,7	0,9	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7	0,9
	A2	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3
	A3	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1
		R23			R24			R25			R31			R32			R41			R42			R43		
		<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
D1	A1	0,5	0,7	0,9	0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	0	0,1	0,3	0,7	0,9	1	0,3	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7	0,5	0,7	0,9
	A2	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3
	A3	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1
		R44			R45			R46			R47			R48			R51			R52			R53		
		<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
D1	A1	0,5	0,7	0,9	0,1	0,3	0,5	0,3	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7	0,1	0,3	0,5	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9
	A2	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3
	A3	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1
		R54			R55			R56			R57			R58			R59			R61			R62		
		<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
D1	A1	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,7	0,1	0,3	0,5	0,3	0,5	0,7	0	0,1	0,3	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,3	0,5	0,7
	A2	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3
	A3	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1
		R63			R64			R71			R72			R73											
		<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>									
D1	A1	0,1	0,3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,3	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7	0,3	0,5	0,7									
	A2	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3	0	0,1	0,3									
	A3	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1	0,7	0,9	1									

Fonte: Autora (2023)

Tabela 7 - Aplicação do método VIKOR – Definição dos valores máximos e mínimos

	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R21	R22	R23	R24	R25	R31	R32
W	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A1	0,30	0,50	0,70	0,30	0,30	0,70	0,70	0,70	0,70	0,13	0,70	0,13	0,88
A2	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
A3	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
f*	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
f-	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	R41	R42	R43	R44	R45	R46	R47	R48	R51	R52	R53	R54	R55
W	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
A1	0,50	0,50	0,70	0,70	0,30	0,50	0,50	0,30	0,13	0,13	0,70	0,70	0,50
A2	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
A3	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
f*	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
f-	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	R56	R57	R58	R59	R61	R62	R63	R64	R71	R72	R73		
W	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
A1	0,30	0,50	0,13	0,88	0,88	0,50	0,30	0,30	0,50	0,50	0,50		
A2	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13		
A3	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88		
f*	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88		
f-	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13		

Fonte: Autora (2023)

Tabela 8 - Aplicação do método VIKOR – Definição dos valores de Si e Ri

	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R21	R22	R23	R24	R25	R31	R32
A1	0,77	0,50	0,24	0,77	0,77	0,24	0,24	0,24	0,24	1,00	0,24	1,00	0,01
A2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99	1,00
A3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	R41	R42	R43	R44	R45	R46	R47	R48	R51	R52	R53	R54	R55
A1	0,51	0,51	0,24	0,24	0,77	0,51	0,51	0,77	1,00	1,00	0,24	0,24	0,51
A2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00
A3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	R56	R57	R58	R59	R61	R62	R63	R64	R71	R72	R73	Si	Ri
A1	0,77	0,51	1,00	0,01	0,01	0,51	0,77	0,77	0,51	0,51	0,51	19,17	1,00
A2	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	36,97	1,00
A3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	*	0,00	0,00										
	-	36,97	1,00										

Fonte: Autora (2023)