



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

THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA

**AÇÕES ESTRATÉGICAS PARA OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE
SERVIÇOS DE SAÚDE**

Recife
2024

THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA

**AÇÕES ESTRATÉGICAS PARA OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE
SERVIÇOS DE SAÚDE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Engenharia Civil. Área de concentração: Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos.

Orientador(a): Prof^a Dr^a Maria de Lourdes Florencio dos Santos.

Coorientador(a): Prof^a Dr^a Simone Machado Santos.

Recife

2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Silva, Thais Tainan Santos da.

Ações estratégicas para otimização da gestão de resíduos de serviços de saúde / Thais Tainan Santos da Silva. - Recife, 2024.

154f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2024.

Orientação: Maria de Lourdes Florencio dos Santos.

Coorientação: Simone Machado Santos.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Estabelecimentos públicos de saúde; 2. Estratégias de gestão; 3. Maturidade da gestão; 4. Resíduos médicos; 5. Segurança ambiental. I. Santos, Maria de Lourdes Florencio dos. II. Santos, Simone Machado. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA

**AÇÕES ESTRATÉGICAS PARA OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO
DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil, Área de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos.

Aprovada em 21/11/2024

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria de Lourdes Florencio dos Santos – UFPE
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Simone Machado Santos – UFPE

BANCA EXAMINADORA

participação por videoconferência
Prof. Dr. Wanderli Rogério Moreira Leite (examinador interno)
Universidade Federal de Pernambuco

participação por videoconferência
Prof. Dr. Valdir Schalch (examinador externo)
Universidade de São Paulo

participação por videoconferência
Prof.^a Dr.^a Elaine Aparecida da Silva (examinadora externa)
Universidade Federal do Piauí

participação por videoconferência
Prof.^a Dr.^a Werônica Meira de Souza (examinadora externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

participação por videoconferência
Prof.^a Dr.^a Thárcylla Rebecca Negreiros Clemente (examinadora externa)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradecer é tornar visível cada passo que foi dado em companhia.

Ao meu bom Deus, que toda hora tem sido fortaleza em minha vida, me dando proteção e força para seguir os meus objetivos pessoais e profissionais. Agradeço profundamente à minha família, especialmente ao meu irmão, Lucas Silva, que esteve sempre ao meu lado e disponível para me acompanhar nas visitas às unidades de saúde. Sou grato ao meu parceiro, Alyson Campos, por sua constante disponibilidade, escuta e generosidade ao longo de todo o processo.

Aos meus amigos e amigas, pelo apoio em cada etapa dessa jornada, com um agradecimento especial a Oliveira Neto pela força e parceria, especialmente nos momentos mais desafiadores. Meu carinho a todos que fazem parte do Laboratório de Saneamento Ambiental (LSA) e aos colegas do Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA), cuja presença tornou o dia a dia mais leve e agradável.

Agradeço imensamente à professora Elizabeth Pastich por cada conselho, por cada observação, por todas as conversas essenciais e valorosas compartilhadas durante essa jornada.

A minha orientadora (Prof.^a Lourdinha Florêncio) e a minha coorientadora (Prof.^a Simone Machado) o meu imenso agradecimento por confiarem em mim, por me possibilitarem a oportunidade de realizar esta pesquisa e por terem estado sempre presentes nesta caminhada. Meu muitíssimo obrigada!

Agradeço de maneira especial à equipe do PPGEC por todo o suporte e apoio ao longo deste percurso. À FACEPE, que sem os recursos e apoio seria impossível a construção e efetivação desta pesquisa.

Agradeço a Secretaria Municipal de Saúde de Caruaru, e aos profissionais das unidades de saúde, por me receberem tão bem e estarem sempre dispostos a contribuir com a pesquisa.

Por fim, agradeço a UFPE por me proporcionar a oportunidade de usufruir de um ensino superior público de qualidade, por ser uma “casa” que me acolheu durante a minha graduação, mestrado e doutorado e por continuar acolhendo tantas e tantos jovens brasileiros

RESUMO

Devido às suas especificidades, uma parcela dos resíduos de serviços de saúde (RSS) oferece riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, sobretudo quando gerenciados de forma inadequada. Além de garantir uma gestão segura, o setor de saúde enfrenta desafios na busca de soluções sustentáveis diante do aumento na quantidade e diversidade desses resíduos. Nesse sentido, esta pesquisa realizou uma revisão sistemática, utilizando o método PRISMA, para identificar lacunas, tendências e oportunidades para melhorar a gestão de RSS. Os resultados indicam que a recente pandemia de COVID-19 provocou um aumento significativo na geração de RSS, exigindo adaptações urgentes nas políticas e diretrizes de gestão. Torna-se necessária a adoção de processos que simultaneamente reduzam custos e riscos e, promovam a resiliência no setor de saúde e reintegrem RSS com potencial de recuperação ao ciclo de produção, enquanto se enfrenta a preferência por dispositivos descartáveis e os desafios impostos pelos resíduos perigosos. Para compreender os desafios na gestão dos RSS foi conduzido um estudo em dez unidades públicas de saúde do município de Caruaru, com vistas ao desenvolvimento de ações estratégicas. Gestores, profissionais de saúde e de limpeza foram entrevistados e a metodologia *Value-Focused Thinking* (VFT) foi utilizada para interpretar os dados coletados. O VFT evidenciou quatro objetivos fundamentais para as decisões relacionadas à segurança ocupacional e proteção ambiental: i) melhoria na segurança do trabalho e ambiental; ii) aprimoramento nas práticas de gerenciamento de RSS; iii) melhoria na gestão de recursos e iv) fortalecimento da rede de comunicação com as partes interessadas. A análise da rede de objetivos de decisão (rede meio-fim) possibilitou a criação de alternativas que podem auxiliar tomadores de decisão e formuladores de políticas no desenvolvimento de estratégias de gestão mais eficazes. Com base na rede de objetivos de decisão, foi proposto um modelo para medir o nível de maturidade do sistema de gestão de RSS, considerando a RDC nº 222 da ANVISA e as normas ISO 14001 (sistemas de gestão ambiental), ISO 9001 (sistema de gestão de qualidade). O modelo, composto por cinco níveis de maturidade, poderá auxiliar os gestores a identificarem o estágio atual e a planejar ações para aprimorar sua gestão. Esta pesquisa possui potencial para aplicação em outras unidades de saúde pública no Brasil, contribuindo para o avanço das políticas públicas e para uma gestão de resíduos mais sustentável no setor de saúde.

Palavras-chave: estabelecimentos públicos de saúde; estratégias de gestão; maturidade da gestão; resíduos médicos; segurança ambiental.

ABSTRACT

Due to their specific characteristics, a portion of healthcare waste (HCW) poses potential risks to the environment and public health, particularly when managed inadequately. Beyond safe management, the healthcare sector faces challenges in finding sustainable solutions to address the increasing quantity and diversity of these wastes. In this context, this research conducted a systematic review using the PRISMA method to identify gaps, trends, and opportunities for improving HCW management. The recent COVID-19 pandemic significantly increased HCW generation, necessitating urgent adaptations to policies and guidelines. It is essential to adopt processes that reduce costs and risks while enhancing the healthcare sector's resilience. Moreover, reintegrating recoverable HCW into the production cycle is crucial, even as the sector grapples with the preference for single-use devices and the challenges posed by hazardous waste. To understand the challenges of HCW management, its key mechanisms, and values, this study examined HCW management in ten public healthcare units in Caruaru, aiming to develop strategic actions. Interviews were conducted with managers, healthcare professionals, and cleaning staff, and the Value-Focused Thinking (VFT) methodology was applied to analyze the collected data. VFT highlighted four fundamental objectives for decision-making in occupational safety and environmental protection: i) improving workplace and environmental safety; ii) enhancing HCW management practices; iii) optimizing resource management; and iv) strengthening communication networks with stakeholders. The analysis of the decision objective network (means-ends network) facilitated the creation of alternatives to assist decision-makers and policymakers in developing more assertive management strategies. Based on the decision objective network, a model was developed to measure the maturity level of the HCW management system, aligned with RDC n°. 222 by ANVISA and integrated with ISO 14001 (environmental management systems) and ISO 9001 (quality management systems). This model, comprising five maturity levels, enables the assessment of HCW management stages. It allows healthcare units to identify their current maturity level and plan actions to enhance their organizational management.

Keywords: public healthcare facilities; management strategies; management maturity; medical waste; environmental safety.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

TESE

Figura 1 – Síntese do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.	20
Quadro 1 - Normas da ABNT para Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde.	19
Quadro 2 – Acidentes e impactos resultantes do gerenciamento inadequado de RSS.	23
Quadro 3 – Descrição e classificação de RSS, segundo a Organização Mundial da Saúde.	26

ARTIGO 1 – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DOS DESENVOLVIMENTOS RECENTES NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS DE SAÚDE

Figura 1 - Esquema da metodologia adotada para mapear a pesquisa sobre gestão sustentável de RSS.	39
Figura 2 - Rede de coautoria de países.	42
Figura 3 - (a) Número de publicações e citações nos dez periódicos mais frequentes; (b) Área de pesquisa do periódico.	43
Figura 4 - Rede de citação das principais pesquisas relacionadas à gestão sustentável de RSS.	44
Figura 5 - Rede de palavras chaves das pesquisas relacionadas à gestão sustentável de RSS, por ano.	46
Quadro 1 - Detalhamento e características dos estudos selecionados.	47

ARTIGO 2 – USO DA METODOLOGIA VALUE-FOCUSED THINKING PARA COMPREENDER A GESTÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE SOB A PERSPECTIVA DA SAÚDE OCUPACIONAL E AMBIENTAL

Figura 1 - Etapas da Metodologia do Pensamento Focado em Valor.	72
Figura 2 - Rede meio-fim.	76
Quadro 1 - Perguntas da entrevista semiestruturada.	70
Quadro 2 - Nível de prioridade dos objetivos fundamentais.	83
Quadro 3 - Alternativas para a proteção da saúde ocupacional e ambiental em unidades públicas de saúde.	85

ARTIGO 3 – CONVERGÊNCIAS ENTRE OS SISTEMAS DE GESTÃO DE
RESÍDUOS, AMBIENTAL E DA QUALIDADE: UMA CONTRIBUIÇÃO À
AVALIAÇÃO DA MATURIDADE NOS SERVIÇOS DE SAÚDE

Figura 1 - Área de estudo adotada para estruturação do modelo de avaliação de maturidade.	97
Figura 2 - Fluxograma da metodologia aplicada.	99
Figura 3 - Modelo de maturidade do sistema de gestão de RSS integrado.	103
Figura 4 – Maturidade do sistema de gestão de RSS, de acordo com os pilares de gestão: a) geral e b) por unidade de saúde estudada.	109
Figura 5 – Maturidade do sistema de gestão ambiental, de acordo com os pilares de gestão: a) geral e b) por unidade de saúde estudada.	110
Figura 6 – Maturidade do sistema de gestão de qualidade, de acordo com os pilares de gestão: a) geral e b) por unidade de saúde estudada.	112
Figura 7 - Avaliação da Maturidade do sistema de gestão de RSS integrado: a) sistema de gestão integrado global e b) sistema de gestão integrado por unidade de saúde estudada.	114
Quadro 1 - Estudos sobre a aplicabilidade e benefícios de sistemas de gestão no setor de saúde.	100
Quadro 2 - Propostas de modelos de maturidade, premiações nacionais e normas.	101
Quadro 3 - Níveis de maturidade para o SGI proposto.	104
Quadro 4 - Definição dos pilares de gestão adotados para a pesquisa e a integração dos sistemas de gestão.	105
Quadro 5 – Diretrizes para orientar ações futuras que promovam a evolução no nível de maturidade.	107

LISTA DE TABELAS

TESE

Tabela 1 – Taxa de geração de RSS em hospitais por país, em $\text{kg.leito}^{-1}.\text{dia}^{-1}$29

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
GRSS	Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	International Organization for Standardization
PGRSS	Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
RSS	Resíduos de Serviço de Saúde
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SGI	Sistema de Gestão Integrada
SGQ	Sistema de Gestão de Qualidade
SJR	SCImago Journal Rank
SUS	Sistema Único de Saúde
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo geral.....	16
1.1.2	Objetivos específicos.....	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: DEFINIÇÃO GERAL.....	17
2.2	RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE NO BRASIL	17
2.2.1	Aspectos legislativos e regulatórios	17
2.2.2	Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde	19
2.3	RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: RISCOS PERCEBIDOS	21
2.4	BARREIRAS AO GERENCIAMENTO ADEQUADO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE.....	24
2.4.1	Aspectos políticos, legislativos e regulatórios.....	24
2.4.2	Nomenclatura.....	25
2.4.3	Períodos de surtos epidêmicos.....	26
2.4.4	Conhecimento de dados sobre a composição e a taxa de geração dos Resíduos de Serviços de Saúde.....	28
2.4.5	Resíduos de Serviços de Saúde de fontes menores e dispersas	30
2.4.6	Conhecimento, comunicação, atitudes e práticas.....	31
2.5	AVALIAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE	32
3	ARTIGO 1 - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DOS DESENVOLVIMENTOS RECENTES NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE	35
4	ARTIGO 2 - USO DA METODOLOGIA <i>VALUE-FOCUSED THINKING</i> PARA COMPREENDER A GESTÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE SOB A PERSPECTIVA DA SAÚDE OCUPACIONAL E AMBIENTAL	63

5	ARTIGO 3 - CONVERGÊNCIAS ENTRE OS SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS, AMBIENTAL E DA QUALIDADE: UMA CONTRIBUIÇÃO À AVALIAÇÃO DA MATURIDADE NOS SERVIÇOS DE SAÚDE.....	88
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
	REFERÊNCIAS.....	117
	APÊNDICE A – ARTIGO 3 – CONVERGÊNCIAS ENTRE OS SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS, AMBIENTAL E DA QUALIDADE: UMA CONTRIBUIÇÃO À AVALIAÇÃO DA MATURIDADE NOS SERVIÇOS DE SAÚDE.....	138
	APÊNDICE B – ARTIGO 3 – CONVERGÊNCIAS ENTRE OS SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS, AMBIENTAL E DA QUALIDADE: UMA CONTRIBUIÇÃO À AVALIAÇÃO DA MATURIDADE NOS SERVIÇOS DE SAÚDE.....	143
	ANEXO A – TESE.....	148
	ANEXO B – TESE.....	150

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos de serviços de saúde (RSS) são gerados em atividades de cuidados de saúde e diagnósticos, tanto de seres humanos quanto de animais. Por suas especificidades, os RSS contêm resíduos não perigosos (85%) e uma parcela de resíduos perigosos (15%) que, em função das suas propriedades físicas, químicas e biológicas, podem oferecer riscos ao meio ambiente e à saúde pública (WHO, 2014). Na literatura, os RSS também são referidos como resíduos hospitalares, resíduos médicos, resíduos biomédicos e resíduos clínicos. Os termos variam em nível internacional, podendo ter significados semelhantes ou ser subconjuntos um do outro (HOSSAIN *et al.*, 2011). A classificação dada pela Organização Mundial da Saúde define os RSS não perigosos como aqueles que são gerados nas funções administrativas, limpeza e manutenção; enquanto que os RSS perigosos são categorizados em resíduos perfurocortantes, infecciosos, patológicos, farmacêuticos, químicos e radioativos (WHO, 2014).

Categorizar os RSS têm sido uma tarefa difícil, diante dos novos materiais e substâncias introduzidas na área da saúde (TESFAHUN; KUMIE; BEYENE, 2016). Simultaneamente, cresce a preocupação com o gerenciamento dos RSS, à medida que a sua geração aumenta com o surgimento de novos medicamentos, tecnologias, procedimentos médicos, exames e protocolos para o tratamento de doenças (MINOGLOU; GERASSIMIDOU; KOMILIS, 2017; ODKOR; MAHAMI, 2020).

A situação do gerenciamento dos RSS se agravou com o aumento drástico dos resíduos altamente infecciosos durante a pandemia de Covid-19 (SARS-CoV-2), devido ao uso excessivo de equipamentos de proteção individual (EPI), kits de teste e vacinação. Em Wuhan, China, a quantidade diária de resíduos médicos gerados aumentou de 0,6 kg.paciente⁻¹ para 2,5 kg.paciente⁻¹ (YU *et al.*, 2020a). Na Jordânia, a quantidade de resíduos médicos gerados nos hospitais saltou de 3,95 kg.paciente⁻¹.dia⁻¹ para 14,16 kg.paciente⁻¹.dia⁻¹, após o surto de Covid-19 (ABU-QDAIS; AL-GHAZO; AL-GHAZO, 2020).

Estudos passaram a documentar a preocupação com as pressões sobre a demanda de equipamentos e materiais de saúde, crise na cadeia e no custo de abastecimento desses materiais (IVANOV, 2020), além de problemas de desperdício de materiais e a dificuldade de introduzir estratégias de gestão de RSS sob o conceito da economia circular. Um dos princípios fundamentais da economia circular é que o

valor dos produtos/materiais pode ser preservado, prolongando a sua vida útil (DEN HOLLANDER; BAKKER; HULTINK, 2017). No entanto, o setor médico, embora gere uma grande quantidade de resíduos, se difere de outros setores, ao considerar que qualquer redução de potencial na funcionalidade de material/equipamento, pode colocar em perigo a saúde de pacientes, limitando a circularidade no setor (KANE; BAKKER; BALKENENDE, 2018).

Nesse sentido, planejar, definir estratégias e prover um gerenciamento seguro e eficaz para os RSS têm sido um desafio global, uma vez que os parâmetros socioeconômicos, a legislação, os recursos técnicos, humanos e materiais variam de país para país. Um conjunto de práticas e objetivos traçados por uma gestão estratégica pode apoiar o gerenciamento de RSS na superação de tais desafios. Adicionalmente, uma gestão integrada, orientada por uma ou mais normas de gestão e pela participação de todos os envolvidos, têm tornado a implementação de políticas, metas e procedimentos mais eficiente do que a gestão individual. A integração de sistemas, que pode ser avaliada através do seu nível de maturidade organizacional, tem sido uma ferramenta aplicada em pequenas e médias empresas (VASHISHTH *et al.*, 2021). Santos *et al.* (2022) citam a importância da gestão integrada e analisam o seu nível de maturidade organizacional no setor alimentício.

No setor médico, muitos estudos mostram o uso de métodos, técnicas de apoio a gestão de RSS, abordando o treinamento de pessoas, o descarte seguro e seleção de tipos de tratamento de RSS (CHAUHAN; SINGH, 2016; CIPLAK, 2015; THAKUR; SHARMA, 2021). Contudo, a aplicação de um modelo de avaliação de maturidade do sistema de gestão de RSS integrado a outros sistemas de gestão organizacional é inovadora, representando um diferencial significativo para esta pesquisa.

No Brasil, duas resoluções federais regulamentam, de forma específica, o gerenciamento dos RSS, a RDC nº 222/18 (ANVISA, 2018) e a Resolução nº 358/05 (CONAMA, 2005). As resoluções classificam os RSS e responsabilizam todos os geradores de RSS pela gestão dos resíduos, nos ambientes interno e externo. A gestão correta de RSS requer o desenvolvimento e implementação de Planos de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) que apresentem as diretrizes para o manejo dos resíduos, visando à proteção dos trabalhadores, à preservação da saúde pública e do meio ambiente. Apesar disso, cerca de 30% dos municípios ainda realizam a disposição final de RSS sem nenhum tipo de tratamento prévio (ABRELPE, 2021). Estudos reforçam que as práticas inadequadas em

unidades de saúde pública no Brasil são respostas às fragilidades na implementação de PGRSS (DELMONICO *et al.*, 2018; MOREIRA; GÜNTHER, 2013).

A situação torna-se mais desafiadora em estabelecimentos públicos, principalmente ao se considerar a alta demanda, a limitação de recursos financeiros, além da heterogeneidade socioeconômica e dimensão territorial do Brasil (ANDRADE *et al.*, 2018). Portanto, a escolha pelos serviços públicos de saúde, como campo de pesquisa para o presente estudo, derivou do seu importante papel integrador, aliado aos desafios enfrentados pelo Sistema Único de Saúde (SUS). Portanto, é necessário compreender os desafios no gerenciamento dos RSS expostos pelos principais envolvidos (gestores, profissionais de saúde e profissionais de limpeza) das três esferas da saúde pública do país (unidades básicas, unidades de urgência e emergência).

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo realizar um estudo sobre a gestão de RSS em estabelecimentos públicos de saúde do município de Caruaru. Caruaru foi escolhida como área do estudo por ser uma cidade brasileira de médio porte (bastante representativa das cidades brasileiras) e que se destaca como polo médico-hospitalar da região (SES, 2018).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Esta pesquisa teve como objetivo analisar a gestão de RSS em estabelecimentos públicos de saúde do município de Caruaru, com vistas ao desenvolvimento de ações estratégicas.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar um estudo sistemático e atualizado sobre a gestão de RSS, considerando a hierarquia do gerenciamento de resíduos sólidos;
- Compreender os desafios na gestão de RSS, os principais mecanismos de ação e valores, sob a perspectiva de segurança ocupacional e ambiental, na visão dos principais *stakeholders*;
- Estruturar uma rede de objetivos de decisão (rede meio-fim) para orientar a criação de alternativas de gestão de resíduos e melhorar o processo de tomada de decisão;
- Identificar as principais ferramentas disponíveis para estruturar um modelo para avaliação da maturidade do sistema de gestão de RSS integrada a gestão ambiental e de qualidade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: DEFINIÇÃO GERAL

O conceito de RSS refere-se a todos os resíduos gerados em estabelecimentos de saúde, como hospitais e clínicas, centros de pesquisas e laboratórios, além de fontes menores e dispersas (WHO, 2014).

Nas últimas décadas, o aumento das unidades de saúde tem colocado uma pressão e preocupação específica relacionada aos RSS, não necessariamente pela quantidade gerada, mas pelo potencial risco que apresentam para o meio ambiente e saúde pública. De 75 a 90% da quantidade total de resíduos gerados pelas atividades de saúde são comparáveis aos resíduos comuns, não perigosos. Geralmente são papeis, plásticos, vidros gerados nas atividades administrativas, cozinha e nas funções de limpeza. Os 10 a 25% restantes são considerados como materiais perigosos (WHO, 2014). Diferente dos resíduos não perigosos, que não resultam em riscos físicos ou químicos, a fração perigosa pode resultar em uma série de riscos ambientais e de saúde, por esta razão necessitam de cuidados especiais (DOMINGO *et al.*, 2020).

Observa-se que os RSS se classificam em diferentes categorias, em função da tipologia, origem e fatores de risco referentes ao manuseio. Adicionalmente, o gerenciamento desses resíduos diverge de país para país, a depender das diretrizes nacionais e internacionais utilizadas e fatores como condições socioeconômicas, recursos disponíveis, nível de educação e qualificação, tecnologias de tratamento e capacidade de monitoramento (CANIATO; TUDOR; VACCARI, 2015b).

2.2 RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE NO BRASIL

2.2.1 Aspectos legislativos e regulatórios

No Brasil, as leis e normas particularmente associadas aos RSS passaram a ser regulamentadas no início da década de 1990. A Portaria Minter nº 53, abordava a necessidade dos resíduos sólidos gerados em portos e aeroportos serem incinerados no ponto de origem, inclusive os de estabelecimentos hospitalares e congêneres (BRASIL, 1979). O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) passou a regulamentar resoluções, dispondo sobre o tratamento de resíduos provenientes de

estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários, com a Resolução Conama nº 05/93 (CONAMA, 1993). A Resolução Conama nº 283 foi regulamentada em 2001, dispondo, especificamente, sobre o tratamento e destinação final dos RSS, excluindo os resíduos gerados em terminais de transporte. Em 2002, partiu da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) a regulamentação técnica sobre planejamento, elaboração e avaliação de ambientes físicos para armazenamento externo de RSS, por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 50/02 (ANVISA, 2002).

Os órgãos Anvisa e Conama, a fim de alinhar suas regulamentações, publicaram a RDC nº 306/04 (ANVISA, 2004) e a Resolução nº 358/05 (CONAMA, 2005), as quais constituíram como papel integrador no avanço de definições e regras sobre o gerenciamento dos RSS no país. Em 2018, a Anvisa revogou a RDC nº 306/04, através da RDC nº 222/18 (ANVISA, 2018), dispondo sobre os requisitos de boas práticas nas etapas de manejo dos RSS.

A legislação nacional atribui aos geradores de RSS a responsabilidade pela terceirização ou elaboração, implantação e monitoramento do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS). O PGRSS deve ser elaborado considerando as características dos RSS, as etapas de manejo, os recursos físicos e materiais, além de incluir os processos de capacitação dos recursos humanos (ANVISA, 2018). Paralelamente, devido a considerável quantidade de resíduos não perigosos, o PGRSS reforça a importância das ações voltadas ao princípio de não geração e minimização de resíduos, considerando aspectos como: (i) a necessidade de estimular a minimização da geração de resíduos; (ii) o uso racional de materiais e equipamentos médicos descartáveis; (iii) a segregação de materiais recicláveis; (iv) ações que reduzam desperdícios e a quantidade de resíduos encaminhados a aterros sanitários (CONAMA, 2005).

Paralelamente aos avanços alcançados por meio das resoluções, normas orientadoras tornaram-se essenciais na gestão dos RSS, fornecendo diretrizes claras sobre competências, responsabilidades, fiscalização e instruções técnicas. O Quadro 1 apresenta as principais normas brasileiras desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Quadro 1 - Normas da ABNT para Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde.

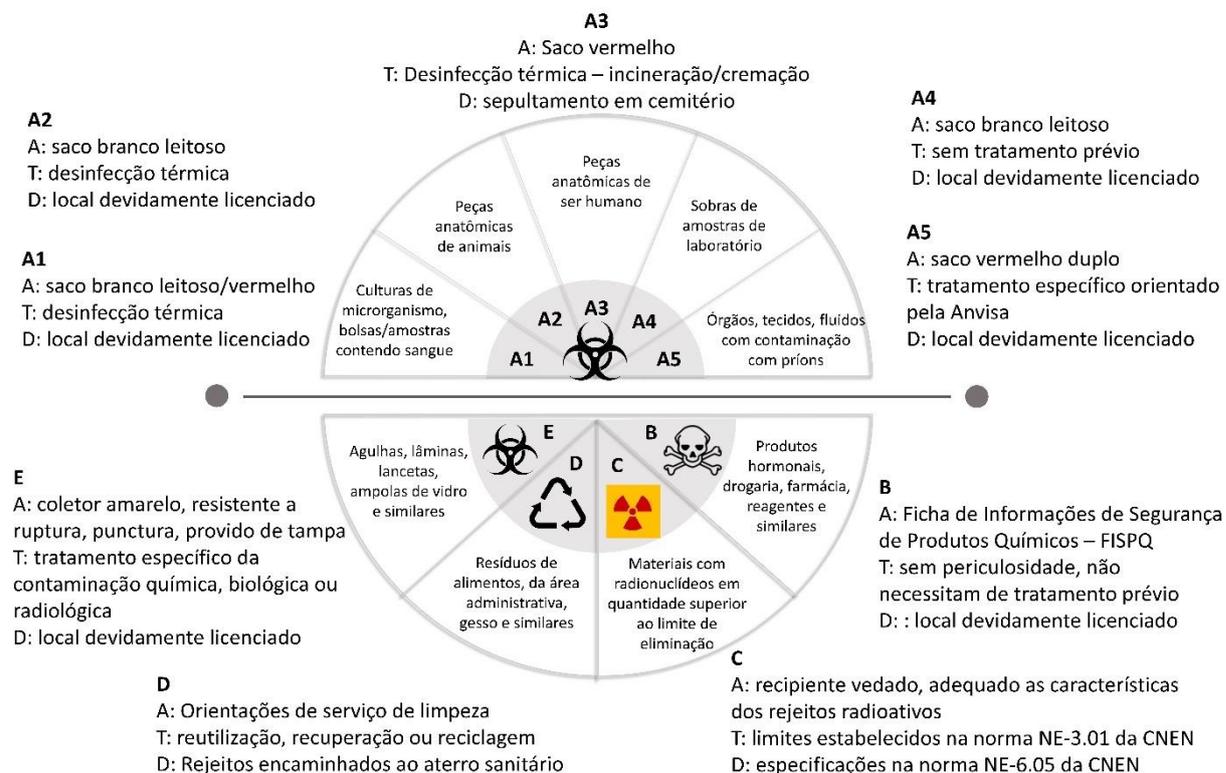
Norma	Assunto
NBR 11175 (ABNT, 1990)	Incineração de resíduos sólidos perigosos - Padrões de desempenho
NBR 12235 (ABNT, 1992)	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos
NBR 10.004-1 (ABNT, 2024a)	Resíduos sólidos - classificação
NBR 10.004-2 (ABNT, 2024b)	Resíduos sólidos - classificação Parte 2: Sistema geral de classificação de resíduos (SGCR)
NBR 9191 (ABNT, 2008)	Sacos plásticos para acondicionamento de lixo
NBR 12807 (ABNT, 2013a)	Resíduos de serviços de saúde — Terminologia
NBR 12809 (ABNT, 2013b)	Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento
NBR 12808 (ABNT, 2016)	Resíduos de serviços de saúde — Classificação
NBR 12810 (ABNT, 2020a)	Resíduos de serviços de saúde – Gerenciamento extraestabelecimento — Requisitos
NBR 13853 (ABNT, 2020b)	Recipientes para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes – Requisitos e métodos de ensaio

Fonte: A autora (2024).

2.2.2 Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde

Por sua natureza heterogênea, os RSS necessitam de uma classificação que permita ao gerador efetivar a segregação. Portanto as resoluções nacionais passaram a classificar os RSS em cinco grupos distintos (A, B, C, D e E). O grupo A, resíduos com possível presença de agentes biológicos que podem apresentar risco de infecção, são divididos em subgrupos (A1, A2, A3, A4, A5); grupo B, aos que contém substâncias químicas com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade; grupo C, materiais que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN); grupo D, que não apresentam riscos biológicos, químicos ou radiológicos, equiparados aos resíduos domiciliares; e grupo E, que engloba os materiais perfurocortantes (CONAMA, 2005; ANVISA, 2018). A Figura 1 dispõe sobre o gerenciamento dos RSS, sua classificação e os símbolos que os caracterizam.

Figura 1 – Síntese do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.



Nota: A: acondicionamento; T: tratamento; D: disposição final.

Fonte: Adaptado da RDC nº 222/18 (Anvisa, 2018).

Conforme a RDC nº 222/18 (ANVISA, 2018) e Resolução nº 358/05 (CONAMA, 2005), os resíduos devem ser identificados, dispostos em locais de fácil visualização, utilizando símbolos, cores e frases de acordo com cada grupo de resíduos. Os recipientes ou sacos devem ser constituídos de material resistente a ruptura, punctura, tombamento e vazamento, especialmente para o acondicionamento de resíduos perfurocortantes (grupo E), que devem conter tampas providas de sistema de abertura sem contato manual. Para o manejo dos resíduos no ambiente interno e externo dos estabelecimentos de saúde, recomenda-se que a coleta seja realizada com um roteiro previamente definido, de modo a não coincidir com horários de distribuição de roupas, alimentos e medicamentos e períodos de maior fluxo de pessoas e atividades.

Em relação ao tratamento dos RSS, os processos comumente utilizados são por meio de desinfecção térmica (autoclavagem, micro-ondas e incineração). Enquanto para a disposição final, a legislação nacional define que os resíduos devem ser encaminhados para local devidamente licenciado para disposição final de resíduos dos serviços de saúde (CONAMA, 2005).

Embora o arcabouço legal brasileiro seja harmônico, conseguindo alcançar os grandes e pequenos geradores, muitas instalações de saúde não conseguem atender às regulamentações em sua completude. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), cerca de 30% dos municípios brasileiros ainda realizam a disposição final de RSS sem nenhum tipo de tratamento prévio. Aos municípios que oferecem serviços completos ou parciais de gerenciamento, destinam os seus resíduos da seguinte maneira: (i) incineração (43,4%); (ii) autoclavagem (21,6%); (iii) micro-ondas (4,8%) (ABRELPE, 2021).

Estudos como de Alves *et al.* (2014) identificaram falhas na gestão de todos os tipos de resíduos em unidades básicas de saúde, sendo a fase de segregação o ponto mais crítico, já que apenas 34,1% dos resíduos descartados como infectantes, de fato eram pertencentes a esse grupo. Barbosa e Mol (2018) ao avaliar os indicadores de RSS aplicados em uma instituição pública brasileira, observaram que os indicadores de resíduos químicos e perfurocortantes apresentaram dados estatisticamente distante da meta estipulada, o que sugere falhas na segregação dos resíduos, podendo representar o aumento do volume de resíduos perigosos, dos riscos à saúde e meio ambiente, além de custos associados para os estabelecimentos de saúde.

2.3 RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: RISCOS PERCEBIDOS

Uma variedade de impactos negativos pode ser causada devido o gerenciamento inadequado dos RSS. Nesse sentido, a proteção da saúde e segurança ambiental tornou-se a razão fundamental que molda a implementação eficaz de um sistema de gestão de RSS. Apesar disso, globalmente, existe uma diferença na gestão de RSS, sendo particularmente verdade em países em desenvolvimento, que precisam lidar com diversas questões políticas, financeiras, tecnológicas e humanas para alcançar melhorias significativas (AUNG; LUAN; XU, 2019; CANIATO; TUDOR; VACCARI, 2015).

Os resíduos perigosos atuam como hospedeiros de uma variedade de microrganismos patogênicos. Nesse sentido, há uma preocupação particular em relação às doenças agudas como infecção pelo vírus da imunodeficiência humana, imunodeficiência adquirida (HIV/AIDS) e pela hepatite B e C. Essa preocupação se deve a transmissão pelo uso inseguro de perfurocortantes contaminados e pelo descarte inadequado no meio ambiente (KARGAR; PAYDAR; SAFAEI, 2020;

MOSQUERA *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2022). Uma avaliação de riscos de RSS foi realizada por Makajic-Nikolic *et al.* (2016), os resultados mostraram que o principal risco no sistema de gerenciamento de resíduos se dá no momento em que o resíduo é gerado, devido ao acidente de trabalho, ao não uso de equipamentos de proteção, juntamente com o problema de acondicionamento e manuseio inadequado dos RSS.

Em relação aos riscos ambientais, Zhang *et al.* (2015) destacaram que o transporte e o descarte inadequado dos RSS perigosos podem liberar produtos tóxicos e químicos no meio ambiente. Métodos de tratamento e descarte potencialmente perigosos e insatisfatórios, como por exemplo a queima a céu aberto, contribuem com o aumento de emissões de gases poluentes na atmosfera, aquecimento global e o potencial de toxicidade humana (ALAM; MOSHARRAF, 2020; AUNG; LUAN; XU, 2019; ETIM *et al.*, 2021).

A incineração em condições não controladas e sem o sistema de tratamento de gases de combustão adequado em instalações de descarte de resíduos, pode levar a altos níveis de emissões de compostos tóxicos, como dioxinas e furanos (ANSARI *et al.*, 2019; THAKUR, 2021; XU *et al.*, 2021). Além disso, os RSS têm contribuído com a emissão de mercúrio para o meio ambiente, por meio dos incineradores hospitalares de pequena e grande escala. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos estimou que os incineradores médicos podem ter contribuído historicamente com até 10% das liberações de mercúrio no ar (WHO, 2014).

Os riscos percebidos em relação aos RSS também refletem nos efeitos adversos resultantes dos movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos. Embora a Convenção da Basileia regule a exportação de RSS perigosos, remessas ilegais de resíduos são comercializadas e exportadas, principalmente de países desenvolvidos para países em desenvolvimento (WHO, 2014). Tal prática favorece a venda de RSS perigosos disfarçados de matéria prima, sem garantir que os resíduos sejam gerenciados e descartados de maneira ambientalmente correta.

Como resultado, fatos relacionados ao gerenciamento inadequado dos resultados têm contribuído com os riscos à saúde e ao meio ambiente em todo mundo. O Quadro 2 apresenta alguns exemplos dos riscos e os impactos resultantes.

Quadro 2 – Acidentes e impactos resultantes do gerenciamento inadequado de RSS.

(EPA, 2023)	Resíduos como agulhas, seringas e bolsas de sangue foram trazidos do mar para diversas praias da costa leste americana em 1988, resultando no fechamento das praias e danos ao turismo. Isso levou o Congresso americano a promulgar a Lei Federal de Rastreamento de Resíduos Médicos (MWTa) e regulamentar sobre o gerenciamento de RSS.
(PATWARY; O'HARE; SARKER, 2011) (GUIBU, 1994)	A coleta e reciclagem ilegal é uma realidade em muitos países em desenvolvimento que descartam os RSS em lixões. Como consequência, catadores coletam RSS plásticos para revenda, buscam seringas ou remédios vencidos motivados pelo vício em drogas, entre outras razões. Em 1994, catadores brasileiros foram flagrados em lixão alimentando-se de restos de carne humana.
(PATWARY; O'HARE; SARKER, 2011)	Em 2009, cerca de 240 pessoas no estado indiano de Gujarat contraíram hepatite B, após cuidados médicos prestados com seringas usadas. Esse evento propiciou a descoberta de uma economia ilícita vinculada à revenda não regulamentada de RSS.
(VIEIRA, 2013)	Maior acidente radioativo no Brasil, que teve início com um equipamento médico de radioterapia em desuso, disposto inadequadamente. Em 1987, o equipamento parou em um ferro velho para desmonte, sendo liberado a cápsula de Césio – 137, substância radioativa que passou a circular pela vizinhança, resultando em mortes, pessoas e locais contaminados.
(BRASIL, 2023a)	Envio de RSS dos Estados Unidos para o Brasil em 2011, os documentos de importação alegaram se tratar de tecidos de algodão com defeito, porém, foi apreendido pela Receita Federal, ao apresentar resíduos potencialmente infectantes.
(BRASIL, 2023b)	15 toneladas de RSS vindos de Portugal para o Brasil em 2023. Os documentos de importação alegavam ser polímeros de cloreto de vinila. porém, no contêiner haviam mangueiras e bolsas de sangue, seringas e equipos.

Fonte: A autora (2024).

Apesar da existência de casos que apresentaram os efeitos adversos à saúde e ao meio ambiente relacionados ao gerenciamento inadequado, poucos são os dados documentados e disponibilizados sobre a saúde daqueles que estão expostos rotineiramente aos componentes dos RSS.

A grande diversidade de circunstância de exposição aos RSS perigosos é uma questão especialmente problemática, que justifica a necessidade não só de

documentar os casos ocorridos, como minimizar a exposição a perigos conhecidos. Para isso, entender as barreiras que influenciam no gerenciamento dos RSS é a melhor prática para evitar os riscos inerentes aos RSS.

2.4 BARREIRAS AO GERENCIAMENTO ADEQUADO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

2.4.1 Aspectos políticos, legislativos e regulatórios

Conforme os resultados do estudo realizado por Li, Dietl e Li (2021), uma sólida estrutura legal é o fator mais importante que influencia na gestão sustentável de RSS. O primeiro passo para criar um sistema de gerenciamento de RSS bem sucedido se dá pela mobilização de esforços para o desenvolvimento de uma política nacional, capaz de orientar as tomadas de decisão (WHO, 2014).

Nesse sentido, o gerenciamento dos RSS alcançou avanços na criação de diretrizes, manuais e documentos de orientação internacionalmente úteis, que podem apoiar nas definições e orientações. A exemplo, o *“The Blue Book”*, importante documento orientador, produzido pela Organização Mundial da Saúde, com abordagens sugeridas por agências internacionais como a Convenção da Basileia, Estocolmo e Banco Mundial (WHO, 2014).

Contudo, muitos países carecem de legislação nacional e de definições técnicas e operacionais claras. Em relação a regulamentação dos RSS a nível global, observa-se uma situação problemática no continente africano, com alguns países apresentando uma regulamentação incompleta, com pouca aplicabilidade ou completamente ausente (MANGA *et al.*, 2011; RAMODIPA *et al.*, 2023; SAHILEDENGLE, 2019). A Nigéria se destaca por apresentar melhorias nas práticas de gestão dos RSS, após a implementação de políticas regulatórias, em 2013 (EZIRIM; AGBO, 2018). De forma semelhante, encontram-se os países asiáticos. Myanmar apresenta dificuldades em implementar políticas e legislação separada sobre gestão de RSS (DANG; DANG; TRAN, 2021), a falta de colaboração adequada entre as organizações de saúde e governo tem dificultado a implementação da legislação existente em Bangladesh (DIHAN *et al.*, 2023), enquanto no Vietnã, as leis e decretos se mantêm com o cumprimento modesto (AUNG; LUAN; XU, 2019).

A falta de regulamentação específica para lidar com os RSS, de procedimentos padrão aplicáveis, aliado a implementação pouco efetiva de diretrizes, têm resultado na falta de conhecimento, deixando incertezas sobre o que deve ser aplicado e a responsabilidade de gerenciar os RSS a critério dos profissionais envolvidos na gestão dos RSS. Essa situação foi discutida no estudo de Caniato, Tudor e Vaccari (2016) na Faixa de Gaza, onde foi observado pouca compreensão e implementação da política legislativa.

2.4.2 Nomenclatura

Resíduo de saúde (*healthcare waste/health-care waste*), resíduo médico (*medical waste*), resíduo clínico (*clinical waste*), resíduo biomédico (*biomedical waste*), resíduo hospitalar (*hospital waste*) são alguns exemplos das diversas terminologias usadas para descrever os resíduos gerados na prestação de serviços de saúde. Os termos variam em todo o mundo e podem trazer problemas, gerar confusão ao considerar, por exemplo, a escolha do método correto de tratamento e descarte dos resíduos.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos utiliza o termo “*medical waste*” apenas para os resíduos de saúde perigosos, como resíduos contaminados por sangue, fluidos corporais ou outros materiais potencialmente infecciosos. Esses resíduos são frequentemente referidos como resíduos médicos regulamentados, e o termo é utilizado para ressaltar a existência de uma regulamentação específica (EPA, 2023). A Convenção da Basileia emprega o termo “*biomedical*” e “*health-care waste*” a todos os resíduos sólidos, líquidos e gasosos resultantes dos cuidados de saúde (BASEL CONVENTION, 2003). Enquanto o Comitê Internacional da Cruz Vermelha utiliza do termo “*medical waste*” com uma definição semelhante à da Organização Mundial da Saúde, com exceção aos resíduos não perigosos (ICRC, 2011).

Em relação a Comissão Europeia, os termos “*hospital waste*” e “*healthcare waste*” são comumente utilizados para definir os resíduos gerados em estabelecimentos de saúde (EUROPEAN UNION, 2020). Já o termo “*clinical waste*” é usado no Reino Unido para referir-se aos resíduos perigosos (ANGEL, 2009; PEGG; RAWSON; OKERE, 2022; TUDOR *et al.*, 2009). A Organização Mundial da Saúde usa o termo “*health-care waste*” para definir todos os RSS, incluindo os não perigosos. A

classificação dos RSS, conforme a Organização Mundial da Saúde, está detalhada no Quadro 3 (WHO, 2014).

Quadro 3 – Descrição e classificação de RSS, segundo a Organização Mundial da Saúde.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO E EXEMPLOS
Resíduos Perfurocortantes	Agulhas intravenosas ou outras; seringas com desativação automática; seringas com agulhas acopladas; conjuntos de infusão; bisturis; pipetas; lâminas.
Resíduos infecciosos	Resíduos contaminados com sangue e outros fluidos corporais; culturas de laboratório e estoques microbiológicos; excrementos e outros materiais que estiveram em contato com pacientes infectados com doenças altamente infecciosas.
Resíduos Patológicos	Tecidos, órgãos ou fluidos humanos; partes do corpo; fetos; hemoderivados não utilizados.
Resíduos Farmacêuticos	Medicamentos vencidos ou em desuso; resíduos contendo medicamentos citostáticos – frequentemente usados na terapia do câncer; produtos químicos genotóxicos).
Resíduos químicos	Reagentes de laboratório; revelador de filme; desinfetantes vencidos ou em desuso; solventes; resíduos com alto teor de metais pesados como baterias, termômetros e medidores de pressão arterial quebrados.
Resíduos radioativos	Líquidos não utilizados de radioterapia ou pesquisa de laboratório; vidraria contaminada, embalagens ou papel absorvente; urina e excrementos de pacientes tratados ou testados com radionuclídeos não selados; fontes seladas.
Resíduos não perigosos	Resíduos gerais que não representam nenhum perigo biológico, químico, radioativo ou físico.

Fonte: Adaptado de WHO (2014).

2.4.3 Períodos de surtos epidêmicos

Os surtos de doenças epidêmicas representam uma ameaça à segurança da saúde pública e à interrupção social e econômica de um país ou região. O surto epidêmico de doenças como a síndrome respiratória aguda grave (SARS) em 2003, a febre hemorrágica de Marburg, em 2007, a influenza H1N1, em 2009, o vírus Ebola, em 2014, o coronavírus da síndrome respiratória do Oriente Médio (MERS-Cov), em 2014, o novo coronavírus Covid-19 (SARS-CoV-2), em novembro de 2019, impactaram a vida da humanidade devido ao grande número de mortes, ao aumento

drástico de infecções em um curto período de tempo e ao impacto negativo na economia global (YU *et al.*, 2020a).

Dado as circunstâncias, é possível compreender que qualquer ocorrência de emergências por surtos epidêmicos leva à necessidade drástica de vários recursos técnicos, humanos (maior equipe médica) e materiais (suprimentos médicos), a fim de controlar os riscos à saúde humana. Com isso, cresce a quantidade de RSS, como agulhas, equipamentos de proteção individual (EPI) e materiais de curativos, assim como os desafios na gestão de RSS. Em relação a esses desafios, destaca-se o modo de transmissão com fator significativo em situações de pandemia por contato, já que os resíduos gerais podem ter que ser classificados como RSS infecciosos. Além disso, existe a preocupação com o status do pessoal da gestão de resíduos, uma vez que, nem sempre são incluídos entre os trabalhadores priorizados para vacinação, podendo resultar na perda de capacidade de pessoal, principalmente nas instalações de tratamento e descarte de resíduos (WHO, 2014).

Desde o início da pandemia de Covid-19, a geração de resíduos contaminados, em Wuhan na China, passou de 40 toneladas/dia para 240 toneladas/dia, enquanto nos EUA, o aumento estimado de 5 milhões de toneladas/ano tornou-se 2,5 milhões de toneladas/mês (ILYAS; SRIVASTAVA; KIM, 2020). No Brasil, ao analisar os desafios e mudanças impostos pela Covid-19 na gestão de RSS em um hospital público de grande porte, Martins *et al.* (2021) identificaram que os resíduos biológicos com alto risco (A1), passaram a ser 5% do total de resíduos, aumentando cerca de 30 vezes em 2020.

Muitos países desenvolvidos emitiram diretrizes especiais, regras e regulamentos ativos para o descarte dos resíduos infecciosos de Covid-19. Todavia, a preocupação dos países em desenvolvimento tornou-se ainda maior diante da gestão de RSS já deficiente. Hantoko *et al.* (2021) discutiram como as instalações de tratamentos sobrecarregadas devem aprimorar suas operações para contornar as restrições impostas pela pandemia de Covid-19. Tecnologias de desinfecção foram revisadas por Ilyas, Srivastava e Kim (2020), a avaliação de alternativas de descarte, considerando critérios e cenários, para garantir o tratamento eficaz dos RSS durante e após a pandemia de Covid-19, bem como a segurança ambiental (MANUPATI *et al.*, 2021; ZHAO *et al.*, 2021b).

Adicionalmente, a pandemia de Covid-19 levantou importantes questões e serviu como uma lente de aumento à necessidade de criar, modificar e modernizar as

políticas, planos e diretrizes sobre o gerenciamento adequado dos RSS, bem como preparar os estabelecimentos de saúde para uma gestão ambiental em situações de emergência (KANG *et al.*, 2021; SHAMMI; BEHAL; TAREQ, 2021).

2.4.4 Conhecimento de dados sobre a composição e a taxa de geração dos Resíduos de Serviços de Saúde

A geração de RSS depende de diversos fatores, como o tipo de estabelecimento de saúde, o número e tamanho dos departamentos, número de leitos e de pacientes internados (COBAN; KARAKAS; AKBULUT COBAN, 2023; NEVES *et al.*, 2022; VACCARI; TUDOR; PERTEGHELLA, 2018), a variação sazonal, nível de instrumentação, sistema de segregação de RSS e métodos de gerenciamento de RSS (MINOGLU; KOMILIS, 2018; TESFAHUN; KUMIE; BEYENE, 2016).

Estudos destacam que a diferença na taxa de geração de RSS acontece no mesmo país, a depender da localização, estrutura e especialização dos estabelecimentos de saúde (KORKUT, 2018; THAKUR; RAMESH, 2018). Outro fator importante é a taxa de geração entre países de alta e baixa renda. Conforme Korkut (2018), a geração de RSS, que antes era maior nos países desenvolvidos, está crescendo sobremaneira nos países em desenvolvimento com a melhoria nos cuidados de saúde e o avanço tecnológico.

Dessa forma, conhecer os fatores que influenciam na geração, os tipos e quantidades de resíduos produzidos nas unidades de saúde podem apoiar no planejamento, orçamento, controle de custos, monitoramento, otimização de sistemas de gerenciamento de resíduos e avaliação de impacto ambiental. A Tabela 1 apresenta estudos de caso que quantificaram a taxa média de geração de RSS em hospitais de diferentes países, expressa em kg/leito/dia, com base nos dados específicos de cada local avaliado.

Tabela 1 – Taxa de geração de RSS em hospitais por país, em kg.leito⁻¹.dia⁻¹.

Continente/ País	Cidade/ Região	Ano	Taxa Kg.leito ⁻¹ .dia ⁻¹	Referência
África				
África do Sul	ND	ND	1,24*	(UNEP, 2012)
Burundi	Bujumbura	2011/2014	4,13 ± 3,35	(NIYONGABO <i>et al.</i> , 2019)
Egito	El Beheira	2010	0,87	(ABD EL-SALAM, 2010)
Etiópia	ND	2019	0,87	(GEBREMESKEL KANNO <i>et al.</i> , 2021)
Gana	Ho	ND	1,7	(AFESI-DEI; APPIAH-BREMPONG; AWUAH, 2023)
Tanzânia	ND	ND	0,14	(UNEP,2012)
América				
Bolívia	La Paz	2003/2018	0,5	(FERRONATO <i>et al.</i> , 2020)
Brasil	Belo Horizonte	2017	4,09	(SANTOS; GONÇALVES; MOL, 2019)
El Salvador	San Salvador	2013	0,37	(JOHNSON <i>et al.</i> , 2013)
USA	ND	ND	10,7	(UNEP, 2012)
Ásia				
Bangladesh	Khulna	2015	0,9	(HASAN; RAHMAN, 2018)
China	Gansu	2010	0,61	(ZHANG <i>et al.</i> , 2013)
Índia	Uttarakhand	2017	0,24	(THAKUR; ANBANANDAM, 2017)
Libano	ND	2009/2013	2,45	(MAAMARI <i>et al.</i> , 2015)
Nigéria	Lagos	2016	0,181	(AWODELE; ADEWOYE; OPARAH, 2016)
Palestina	Jenin	ND	0,97	(AL-KHATIB <i>et al.</i> , 2020)
Paquistão	Gujranwala	ND	0,667	(ALI; WANG; CHAUDHRY, 2016b)
Quênia	Nairóbi	2014	1,03	(NKONGE <i>et al.</i> , 2014)
Turquia	Istambul	2006	0,63	(BIRPINAR; BILGILI; ERDOĞAN, 2009)
Vietnã	ND	2019	0,15 a 0,25*	(DANG; DANG; TRAN, 2021)
Europa				
Grécia	Ática	2007	0,33*	(KOMILIS; KATSAFAROS; VASSILOPOULOS, 2011)
Reino Unido	ND	ND	0,1 a 5,9	(BLENKHARN, 2015)

ND = Não disponível; *Taxa de RSS perigosos.

Fonte: A autora (2024).

A falta ou limitação de informações sobre a geração dos RSS (período curto de coleta, coleta sem variação sazonal) pode fornecer uma baixa compreensão das quantidades de cada tipo de resíduo gerado nos estabelecimentos de saúde. Como consequência, estimativas inadequadas das áreas e materiais para

acondicionamento, da tecnologia de tratamento a ser adotada, tem refletido nas práticas inadequadas de gerenciamento dos RSS e no aumento do custo de descarte dos RSS, especialmente os perigosos. Em se tratando da geração dos RSS perigosos, dados confiáveis sobre a taxa de geração de resíduos, aliados a um sistema de segregação eficiente pode impedir uma classificação indevida dos RSS. Dois problemas potenciais podem acontecer: o primeiro, alguns resíduos perigosos ser colocados no fluxo de resíduos não perigosos, aumentando os riscos à saúde e meio ambiente; o segundo, os resíduos não perigosos estarem no fluxo de resíduos perigosos, aumentando assim o volume de resíduos a ser tratado.

Uma ampla variedade de taxas de geração de RSS tem sido destacada em estudos ao relatar quantidades de resíduos infecciosos e patológicos maiores que o fluxo de resíduos não perigosos. Amariglio e Depaoli (2021) reforçam que os custos de descarte de RSS perigosos são dez vezes maiores do que os resíduos não perigosos. Portanto, relatar as taxas de geração e identificar adequadamente os tipos de resíduos produzidos são significativamente crucial para o gerenciamento adequado e seguro de RSS (MINOGLOU; GERASSIMIDOU; KOMILIS, 2017).

2.4.5 Resíduos de Serviços de Saúde de fontes menores e dispersas

Os avanços tecnológicos, os novos tratamentos, medicamentos e procedimentos médicos propiciaram a expansão dos sistemas de saúde, resultando no aumento da demanda por equipamentos e suprimentos médicos e, simultaneamente, na produção de RSS para além dos estabelecimentos de saúde. Embora os hospitais sejam os principais produtores de resíduos, a crescente tendência de cuidados paliativos com a saúde em ambiente familiar, a alta precoce de cuidados cirúrgicos, o gerenciamento doméstico de doenças, indicam que as preocupações com os RSS não se limitam ao ambiente hospitalar.

As casas de repouso para idosos, os serviços primários em comunidades da área rural e a assistência médica domiciliar são alguns exemplos de ambientes menores de assistência médica que podem contribuir para a produção de RSS, especialmente considerando que resíduos farmacêuticos, infecciosos e materiais descartáveis contaminados podem ser gerados sem uma logística reversa, favorecendo a possível entrada dos RSS na rota do lixo doméstico. Estudos realizados em lares de idosos na Índia mostram que muito ainda precisa ser feito para promover

e garantir práticas seguras, principalmente no manejo de perfurocortantes e na conscientização e treinamento das equipes de saúde (CHETHANA *et al.*, 2014; VERMA *et al.*, 2008). O fator de localização e infraestruturas de apoio refletem no gerenciamento de RSS em pequenas unidades de saúde. O estudo feito por Gao *et al.* (2018) na China, evidencia a existência de grandes lacunas em relação às diretrizes de gerenciamento de RSS, em clínicas rurais e aldeias. Fator também discutido por Ikeda, Fujiwara e Sasaki (2021) no Japão, ao considerar que, nas áreas rurais a situação sugere maior cooperação e educação por parte dos principais envolvidos na gestão dos RSS.

Em relação aos serviços de assistência médica domiciliar, a falta de segregação, o descarte de resíduos biológicos e perfurocortantes no fluxo de lixo doméstico, aliado a falta de integração do setor público foram identificadas como as principais barreiras para o gerenciamento adequado dos RSS (HANGULU; AKINTOLA, 2017a; HASSAN; TUDOR; VACCARI, 2018).

No Brasil, estudos como o de Silva *et al.* (2022) destacam que grande parte dos resíduos gerados no atendimento domiciliar ainda é descartada de forma inadequada, misturados aos resíduos domésticos. Além disso, Silva *et al.* (2021) aponta práticas inadequadas na gestão de RSS durante a pandemia de COVID-19. Nesse período, o atendimento domiciliar foi significativamente impactado, com mudanças nas rotinas e um aumento na geração de resíduos, devido à adoção de novos equipamentos de proteção individual.

2.4.6 Conhecimento, comunicação, atitudes e práticas

A maneira como as partes interessadas estão envolvidas nas questões de gestão de resíduos reflete diretamente no compartilhamento de informações, no financiamento, níveis de conscientização e responsabilidades, o que por vezes pode ser desafiador, ao considerar as diversas interações entre as redes de partes interessadas.

Destaca-se que, funcionários bem informados podem ajudar a alcançar padrões mais elevados de gestão de RSS, além de ser um apoio à orientação de pacientes e visitantes sobre os riscos inerentes aos RSS produzidos. Pesquisa feita por Caniato *et al.* (2014) sugere que muitas das partes interessadas não estavam informadas sobre a forma como era dado o tratamento dos RSS (incineração) em

Bangkok (Tailândia), informação que poderia ser compartilhada, apresentando o desempenho do sistema em vários eventos promocionais e outros meios de comunicação. Profissionais de saúde foram entrevistados sobre conhecimentos e práticas em relação a gestão de RSS, os resultados revelaram que, o acesso insatisfatório de informação resultou em práticas incorretas de gerenciamento de resíduos hospitalares, exigindo treinamento e regulamentos mais rígidos (DERESS *et al.*, 2018; LAKBALA; LAKBALA, 2013).

Adicionalmente, a lacuna no conhecimento dos manipuladores de resíduos, em relação aos riscos à saúde e segurança ocupacional, tem refletido em acidentes de trabalho (EREN; TUZKAYA, 2019; KARKI *et al.*, 2020; MOL *et al.*, 2017). De modo similar, estudos de intervenção, comprovaram que a formação em gestão de RSS, por meio de treinamento e qualificação, melhora as práticas de manejo, reduz o volume e os custos com os RSS (KUMAR; SOMRONGTHONG; SHAIKH, 2015; MOSQUERA *et al.*, 2014; WAFULA; MUSIIME; OPORIA, 2019).

2.5 GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

O equacionamento entre a geração excessiva de resíduos e uma gestão sustentável tem sido alvo de discussões pela sociedade nacional e internacional. Caniato *et al.* (2014) apontam que não há uma solução única disponível, pois, cada cidade tem características diferentes em termos de ambiente físico, organização institucional, recursos, contextos socioculturais e socioeconômicos. Nesse sentido, continuamente, pesquisadores e autoridades responsáveis pela gestão de RSS têm buscado novos modelos e técnicas para uma gestão que considere todas essas questões.

Abordagens multicritério e multiobjetivo têm sido utilizadas para analisar objetivos conflitantes em tomadas de decisão. Manupati *et al.* (2021) avaliaram métodos de eliminação de resíduos médicos, considerando critérios econômicos e ambientais. Critérios envolvendo custos, aspectos ambientais, técnicos e econômicos também foram utilizados em outros estudos de multicritérios para a tomada de decisão em relação a tratamento e disposição de RSS (LI; DIETL; LI, 2021; NABAVI-PELESARAEI *et al.*, 2022; THAKUR; MANGLA; TIWARI, 2021b).

Alguns estudos consideram a questão organizacional, as formas como as partes interessadas se relacionam e como isso afeta o planejamento estratégico da

gestão de RSS a longo prazo. Caniato *et al.* (2014) utilizaram o método de análise de redes sociais (SNA) e análise das partes interessadas (SA) para compreender o papel dos atores e os gargalos na comunicação dos principais envolvidos na gestão de RSS. Ferramentas de avaliação têm sido utilizadas, sendo um importante auxílio para os tomadores de decisão. Hong *et al.* (2018), por meio da avaliação do ciclo de vida associada ao custo do ciclo de vida, analisaram os impactos ambientais e econômicos para três cenários de eliminação de resíduos médicos na China. Nabavi-Pelesaraei *et al.* (2022), de forma semelhante, utilizaram a avaliação do ciclo de vida como método para analisar a carga ambiental de cenários para uma gestão de RSS na situação de emergência de Covid-19.

Nos últimos anos, estudos também têm sido realizados na busca por uma gestão de RSS mais sustentável. Projetos de redes de logística reversa nos níveis estratégico e operacional focam principalmente na otimização da eficiência econômica, no impacto ambiental, criação potencial de empregos, bem como outros impactos socioeconômicos. Em Wuhan, na China, um modelo de rede de logística reversa foi implementado por Yu *et al.* (2020a).

para melhorar as instalações temporárias de tratamento e as estratégias de transporte para gestão dos resíduos hospitalares em período pandêmico. Mantzaras e Voudrias (2017) desenvolveram um modelo de otimização para minimização de custo de um sistema de coleta, transporte, tratamento e eliminação de resíduos médicos infecciosos na Grécia.

Ali and Geng (2018) realizaram estudo em hospital público geral no Paquistão para avaliar o potencial econômico da reciclagem dos RSS, destacando a baixa abordagem do assunto de energia incorporada à RSS recicláveis em estudos científicos. Em salas de cirurgia que geram mais resíduos que os demais departamentos hospitalares, a busca por oportunidades de design para apoiar a reutilização, redução e o aumento do valor dos resíduos cirúrgicos foi o objetivo do estudo de Harding *et al.* (2021). Como resposta, os autores propuseram uma gestão estratégica de melhorias: o reaproveitamento de embalagens secundárias e terciárias, de tecidos e roupas de proteção, o uso de codificação de produto para classificação eficiente e otimização da coleta seletiva.

A discussão sobre o uso único de materiais ou instrumentos médicos e a recuperação do seu valor também foi abordada por Viani *et al.* (2016) em hospitais na Inglaterra e Itália. Os autores avaliaram a circularidade do instrumento de uso único

para exames de laringe (laringoscópio), constatando desafios locais em ambos os países na comunicação limitada entre a equipe de compras e gestão de resíduos, o envolvimento da equipe e os mercados finais. Adicionalmente, Kane *et al.* (2018) apontaram a importância da questão do design na economia circular para melhorar a sustentabilidade do produto, apesar das dificuldades, devido aos desafios clínicos de segurança e esterilidade que a reutilização de produtos acarreta no setor de saúde.

3 ARTIGO 1 - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE OS RECENTES AVANÇOS NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

Este capítulo da tese resultou no artigo científico intitulado “*A Systematic Review on Recent Developments in Sustainable Healthcare Waste Management*”, submetido no periódico *Resources Conservation and Recycling*.

Os autores: Thais Tainan Santos Silva, Gustavo Aguiar, Simone Machado Santos e Lourdinha Florencio.

RESUMO

A gestão dos RSS é desafiadora devido ao risco imediato que os resíduos perigosos representam para o meio ambiente e a saúde humana. Para além da gestão segura, o setor de saúde enfrenta dificuldades na busca de soluções sustentáveis para lidar com o aumento da quantidade e diversidade desses resíduos. Nesse sentido, esta pesquisa apresenta uma revisão sistemática, utilizando o método PRISMA, para identificar lacunas, tendências e oportunidades para a melhoria na gestão de RSS. Os resultados mostram que os estudos são predominantemente realizados na Europa e Ásia, com destaque para China, Irã e Índia. Os estudos em países em desenvolvimento destacam que a gestão inadequada de RSS é um problema central e continua sendo um desafio significativo nessas regiões. Os artigos mais citados se referem à gestão de RSS dentro do período pandêmico de COVID-19. A análise mostra seis grupos temáticos relevantes: i) gestão para tomada de decisão, ii) economia circular, iii) pandemia de COVID-19, iv) análise de risco, v) governança e vi) tratamento e disposição. Destaca-se que a pandemia de COVID-19 provocou um aumento significativo na geração de resíduos perigosos, exigindo uma adaptação urgente das políticas e diretrizes para sua gestão, além da implementação de estratégias rigorosas e investimentos adequados para minimizar riscos à saúde e impactos ambientais. Adicionalmente, a adoção da economia circular na gestão de RSS exige uma regulamentação eficaz e colaboração entre setores. Para implementar um novo conceito que reduza custos e riscos populacionais, e ao mesmo tempo aumente a resiliência no setor de saúde, é fundamental reintegrar RSS com potencial de recuperação ao ciclo de produção, enquanto se enfrenta a preferência por dispositivos de uso único e os desafios impostos pelos resíduos de natureza perigosa.

Palavras-chave: COVID-19; economia circular; gestão de resíduos de serviços de saúde; gestão sustentável.

INTRODUÇÃO

Os resíduos de serviços de saúde (RSS) são gerados em atividades de cuidados de saúde e diagnósticos. Em sua maioria, os RSS não são perigosos mas, uma pequena parcela (cerca de 15%) pode ser considerada perigosa, em função das suas propriedades físicas, químicas e biológicas, oferecendo riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública (WHO, 2014). Na literatura, os RSS também são referidos como resíduos hospitalares, resíduos médicos, resíduos biomédicos e resíduos clínicos. Os termos variam em nível internacional, podendo ter significados semelhantes ou ser subconjuntos um do outro (CANIATO; TUDOR; VACCARI, 2015b)

Além da poluição ambiental, a importância de se gerenciar adequadamente os RSS se deve ao potencial risco imediato que a parcela perigosa pode oferecer a todos aqueles que entram em contato com esses resíduos, tanto dentro como fora dos estabelecimentos de saúde. Estudos mostram que a parcela perigosa dos RSS é capaz tanto de liberar produtos tóxicos e químicos no meio ambiente, como de espalhar patógenos, causando doenças infecciosas e não infecciosas, além de oferecer risco de lesões nos ambientes em que são gerados (KARKI *et al.*, 2020; OLANIYI; OGOLA; TSHITANGANO, 2019; SILVA *et al.*, 2022). Por esse motivo, planejar e definir estratégias para uma gestão segura e eficaz de RSS tem sido um desafio global, especialmente com o aumento da quantidade e diversidade desse tipo de resíduo. A geração de RSS, que antes era maior nos países desenvolvidos, vem crescendo sobremaneira nos países em desenvolvimento, com a melhoria no acesso aos serviços de saúde (KORKUT, 2018). Adicionalmente, existe uma diferença significativa na gestão de RSS de país para país, considerando que fatores como condições socioeconômicas, contextos legais, políticos, recursos financeiros, tecnológicos e humanos exercem forte influência nos procedimentos realizados (AUNG; LUAN; XU, 2019; CANIATO; TUDOR; VACCARI, 2015b). A falta de recurso financeiros e de qualificação profissional, são problemas que afetam diretamente a gestão segura de RSS, particularmente em países com economias em transição (SINGH; OGUNSEITAN; TANG, 2022).

Para além de uma gestão segura de RSS, o setor de saúde também enfrenta dificuldades, sobretudo em direção a uma gestão sustentável, sob uma perspectiva de circularidade. Um dos princípios fundamentais da economia circular é de que o valor dos produtos/materiais pode ser preservado, prolongando a sua vida útil, por meio da circularidade. No entanto, o setor médico se difere de outros setores ao

considerar que, qualquer modificação que resulte em diminuição de funcionalidade ou aumento de risco em materiais ou equipamento, pode colocar em perigo a saúde de pacientes (KANE; BAKKER; BALKENENDE, 2018). Como a segurança do paciente é a prioridade, o setor de saúde enfrenta desafios em direção à sustentabilidade, principalmente, devido à tendência de uso de dispositivos médicos de uso único, aumentando a produção de RSS, resultando em custos ambientais e econômicos para o serviço de saúde (UNGER; LANDIS, 2016).

Estudos sobre a gestão de RSS tem mostrado: (i) a preocupação com as pressões sobre a demanda de equipamentos e materiais de saúde, crise na cadeia e no custo de abastecimento de materiais (IVANOV, 2020); (ii) os problemas de desperdício e de gestão ambiental sustentável de RSS (ALHARBI; ALHAJI; QATTAN, 2021); (iii) a minimização, recuperação e reciclagem de RSS (LIU *et al.*, 2022; LOTFI *et al.*, 2022); (iv) as cadeias de fornecimento de dispositivos médicos reprocessados (UNGER; LANDIS, 2016); (v) aumento da vida útil de produtos médicos, por meio da manutenção, redistribuição e design aprimorado (ERTZ; PATRICK, 2020); (vi) as tecnologias de tratamento de RSS (CHEN; ZENG; ZHANG, 2023; GÖRÇÜN *et al.*, 2023); (vii) os desafios associados à eliminação sustentável de RSS perigosos, com foco na pandemia de COVID-19 (CHAUHAN; JAKHAR; CHAUHAN, 2021).

Neste momento, é importante compilar os estudos a fim de compreender quais as principais tendências de gestão sustentável de RSS que consideram a circularidade de materiais como premissa, independentemente da natureza perigosa e infecciosa de uma parcela desses resíduos. Ainda, a gestão segura e sustentável de RSS necessita ser melhor compreendida para ser aprimorada, especialmente após a pandemia de COVID-19, onde houve um aumento da geração de resíduos considerados como perigosos, muitas vezes desnecessariamente, e que levou a uma necessidade emergencial de se criar e adaptar as políticas e diretrizes existentes para a gestão de desse tipo de resíduo.

Nesse sentido, este artigo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura de forma sistemática, a fim de identificar lacunas, tendências e oportunidades para a melhoria na gestão de RSS, considerando a hierarquia do gerenciamento de resíduos sólidos e a circularidade de materiais. Para isso, o estudo foi estruturado com base em uma análise bibliométrica para medir índices de produção e disseminação de conhecimento científico, juntamente com uma análise de conteúdo, para determinar qualitativa e quantitativamente o estado atual da literatura sobre a gestão dos RSS

METODOLOGIA

O método *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) foi utilizado para orientar e estruturar o conteúdo deste artigo, juntamente com uma análise bibliométrica e de conteúdo fornecida pelo software *VOSViewer*. A estrutura metodológica da revisão está detalhada nos tópicos a seguir.

Aplicação do método PRISMA

O método PRISMA é um conjunto mínimo de itens baseado em evidências para relatar revisões sistemáticas e meta-análises. Para o estudo, foram adotadas quatro etapas que delineiam o fluxo de informações ao longo das diferentes fases do processo de revisão sistemática.

Etapa 1: Identificação

Com o objetivo de nortear a busca de trabalhos sobre o tema “gestão sustentável de resíduos hospitalares”, três questões de pesquisa (QP) foram definidas:

QP1: Qual o status atual da pesquisa sobre a gestão dos RSS?

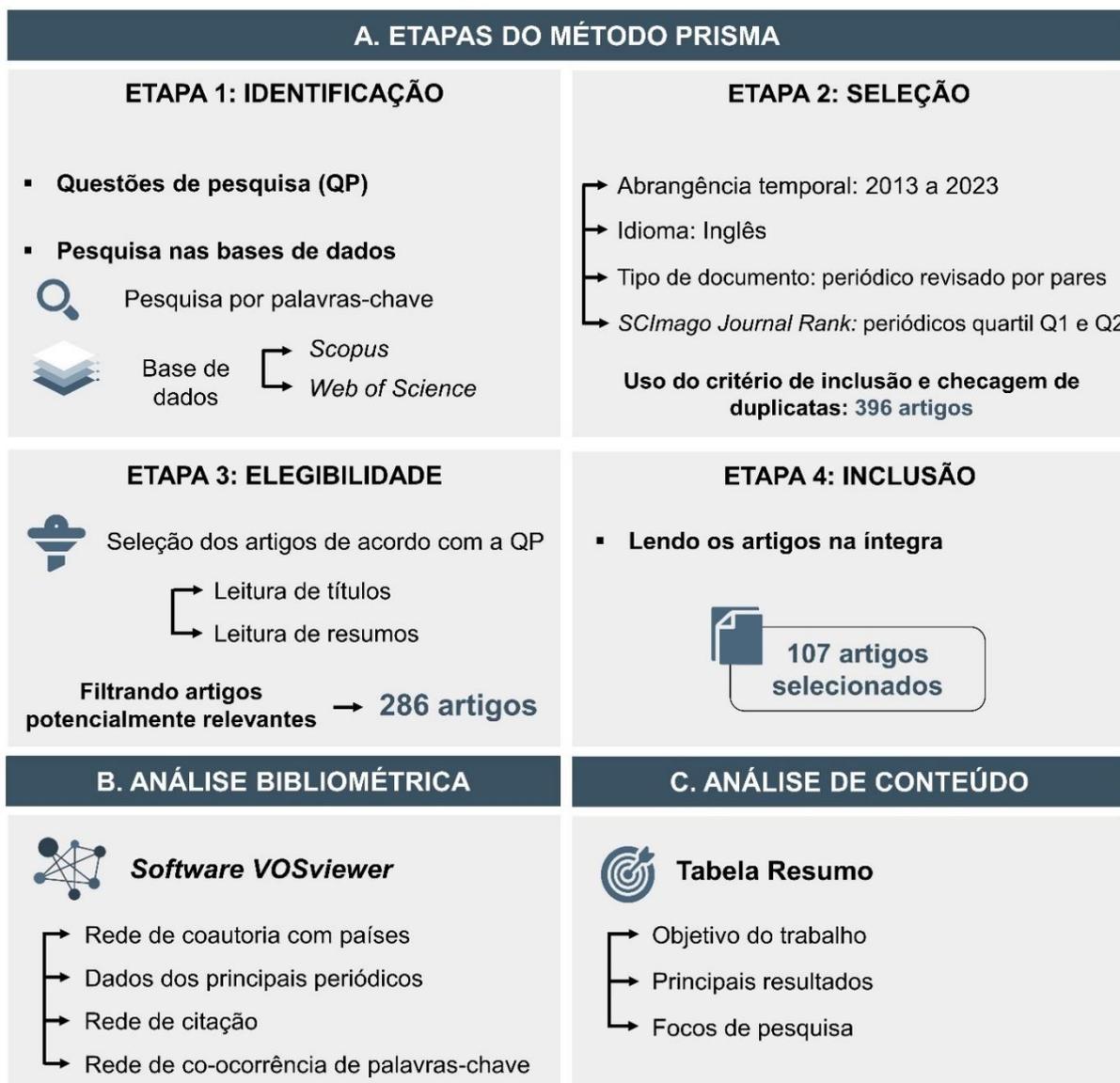
QP2: Quais são os principais autores, áreas e temas abordados nas pesquisas sobre RSS?

QP3: Quais os principais desafios a serem superados e oportunidades a serem alcançadas em direção a gestão sustentável de RSS?

Os bancos de dados *Web of Science* e *Scopus* foram adotadas de forma combinada, fornecendo maior abrangência na busca de publicações e acesso a estudos científicos confiáveis e de alto impacto. Em cada banco de dados, foi realizada uma busca estruturada, na qual a combinação de palavras-chave foi inserida na pesquisa avançada de documentos, no campo que permite buscas por títulos, resumos e palavras-chave.

A gestão de RSS foi o tema central e suas diversas terminologias foram levadas em consideração. Nesse sentido, a combinação das palavras-chaves gerou a seguinte busca: “*healthcare waste*” OR “*health care waste*” OR “*medical waste*” OR “*hospital waste*” OR “*clinical waste*” OR “*biomedical waste*” AND “*management*”. Uma segunda busca foi feita sobre os resultados da primeira: “*sustainab**” OR “*circular economy*” OR “*circularity*” OR “*prevent**” OR “*reus**” OR “*reduc**” OR “*recycl**” OR “*recover**” OR “*treat**”.

Figura 1 - Esquema da metodologia adotada para mapear a pesquisa sobre gestão sustentável de RSS.



Fonte: A autora (2024).

Etapa 2: Seleção

Na etapa de seleção, foram utilizados critérios como abrangência temporal (2013-2023), linguagem (inglês), tipo de documento (artigos de periódicos) e filtragem por título da publicação/fonte. Apenas os artigos publicados nos periódicos enquadrados no quartil Q1 e Q2, conforme o indicador *SCImago Journal Rank* (SJR) (<https://www.scimagojr.com/>) foram considerados nesta revisão. O indicador SJR, desenvolvido pela *SCImago*, mostra a visibilidade dos periódicos contidos na base Scopus (GUERRERO-BOTE; MOYA-ANEGÓN, 2012).

Após a etapa de seleção, foi verificada as duplicatas entre os documentos exportados das bases *Web of Science* e *Scopus*, resultando em 396 artigos (Figura 1).

Etapa 3: Elegibilidade

Dos 396 artigos selecionados na etapa anterior, foi realizada uma leitura de seus títulos e resumos. Os artigos que tratavam de efluentes líquidos, de clínicas veterinárias e odontológicas, entre outros fora do escopo da pesquisa foram excluídos. Após esta etapa, 286 artigos foram identificados como potencialmente aderentes ao tema da revisão de literatura (Figura 1).

Etapa 4: Inclusão

Nesta etapa, realizou-se a leitura completa dos artigos para garantir que estudos importantes não fossem removidos da revisão sistemática. Após a conclusão desta etapa, 107 artigos foram selecionados para a revisão sistemática, com base no processo de busca e triagem.

Análise bibliométrica

A análise bibliométrica, realizada com o software *VOSViewer*, forneceu informações tais como: (i) rede de coautoria com países; (ii) análise dos principais periódicos; (iii) rede de citação; e (iv) rede de coocorrência de palavras-chave.

O *software VOSViewer* foi usado para identificar perguntas e respostas sobre o domínio do conhecimento na gestão de RSS. Essa ferramenta permite mapear e visualizar novas tendências na literatura científica, identificando pontos de viragem intelectual, isto é, quando o conhecimento abre caminho para novidades científicas (VAN ECK; WALTMAN, 2023).

Análise de conteúdo

A análise de conteúdo complementou a abordagem quantitativa, fornecendo um resumo analítico dos principais achados dos artigos selecionados. Para finalizar, um quadro-resumo com as principais características dos 107 artigos foi elaborada, a fim de ajudar na compreensão dos desafios e estratégias relacionadas à gestão de RSS, sinalizando oportunidades para futuras pesquisas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

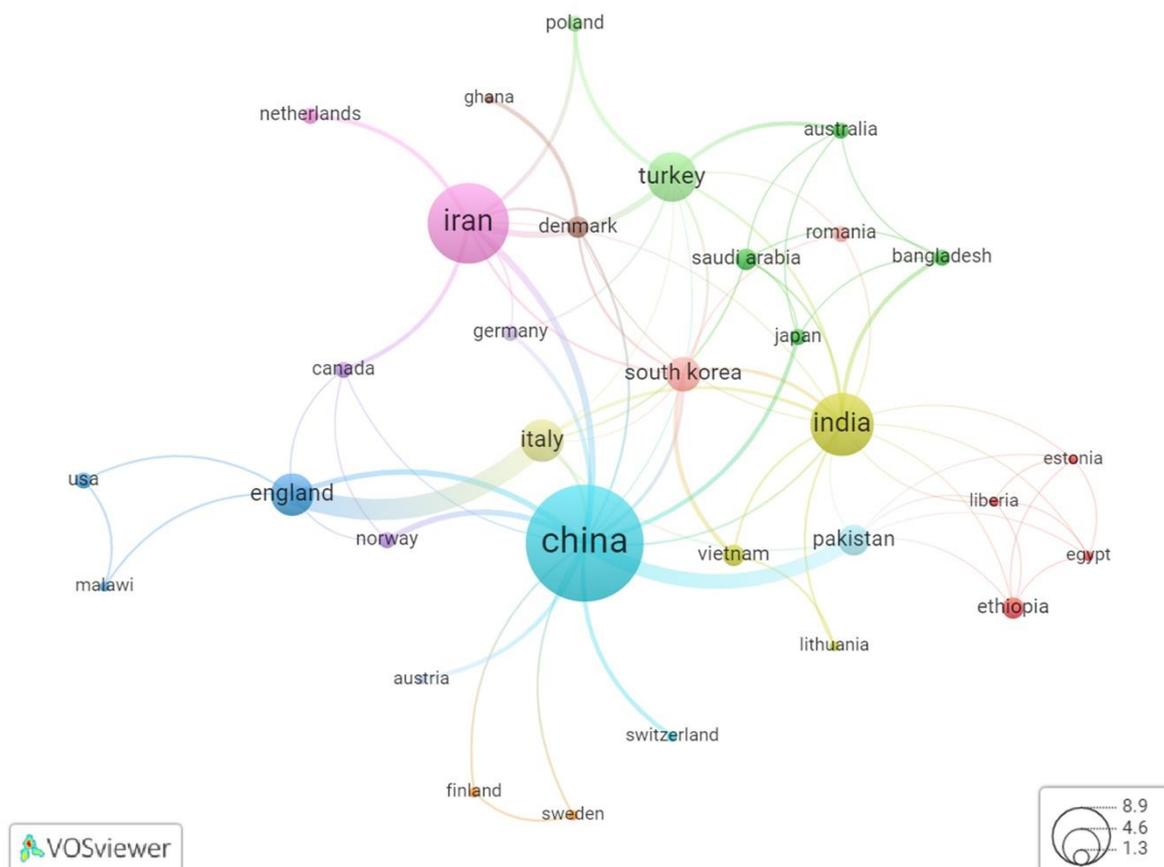
Rede de coautoria com países

A geografia dos estudos fornece informações sobre os principais locais em que os estudos sobre gestão de RSS são predominantes. Os estudos publicados foram conduzidos em 48 países. Para constar na rede bibliométrica apresentada na Figura 2, definiu-se que um país deve ter pelo menos uma conexão de coautoria com autores de outro país. Esse critério reduziu para 32 a quantidade de países mostrada na rede de coautoria. A rede mostrou que 43,75% dos estudos provém da Europa, 25% da Ásia, 9,38% da América, 18,75% da África e 3,12% da Oceania.

A rede de coautoria apresenta uma forte ligação entre China e Paquistão, assim como entre Inglaterra e Itália, mostrando pesquisas conjuntas entre esses países. A China se destaca com 34 artigos, seguida por Irã com 20 artigos e Índia com 14 artigos. Na China foram realizados vários estudos voltados a taxa de geração, composição, métodos de tratamento e eliminação, bem como regulamentação e fiscalização na gestão dos RSS, especialmente após o surto da síndrome respiratória aguda grave (SARS) em 2003 (GENG *et al.*, 2013). A prática se manteve em 2020, diante do novo coronavírus (SARS-CoV-2), com o Ministério da Ecologia e Meio Ambiente da China desempenhando um papel fundamental de garantia no processo de resposta ao COVID-19 e no tratamento dos resíduos hospitalares durante a pandemia (KANG *et al.*, 2021; YANG *et al.*, 2021).

A Índia estabeleceu diversas políticas para regulamentar os estabelecimentos de saúde sobre o manejo dos RSS (THAKUR; MANGLA; TIWARI, 2021b), assim como o Irã que dispõe de estatuto ratificado pela comunidade parlamentar islâmica, baseado em critérios da Organização Mundial de Saúde e das Diretrizes da Agência de Proteção Ambiental (EPA) (MALEKAHMADI *et al.*, 2014). Contudo, a gestão dos RSS tem sido uma questão preocupante para os países em desenvolvimento que enfrentam desafios na implementação de políticas para a gestão adequada desse tipo de resíduo. Segundo o relatório da (WHO, 2020), 7 em cada 10 unidades de saúde de países menos desenvolvidos não têm serviços básicos de gestão de resíduos de saúde. Nesta revisão, observa-se que aproximadamente 85% dos artigos foram conduzidos em países em desenvolvimento, sendo a gestão segura e eficaz dos RSS o foco prioritário dos estudos.

Figura 2 - Rede de coautoria de países.



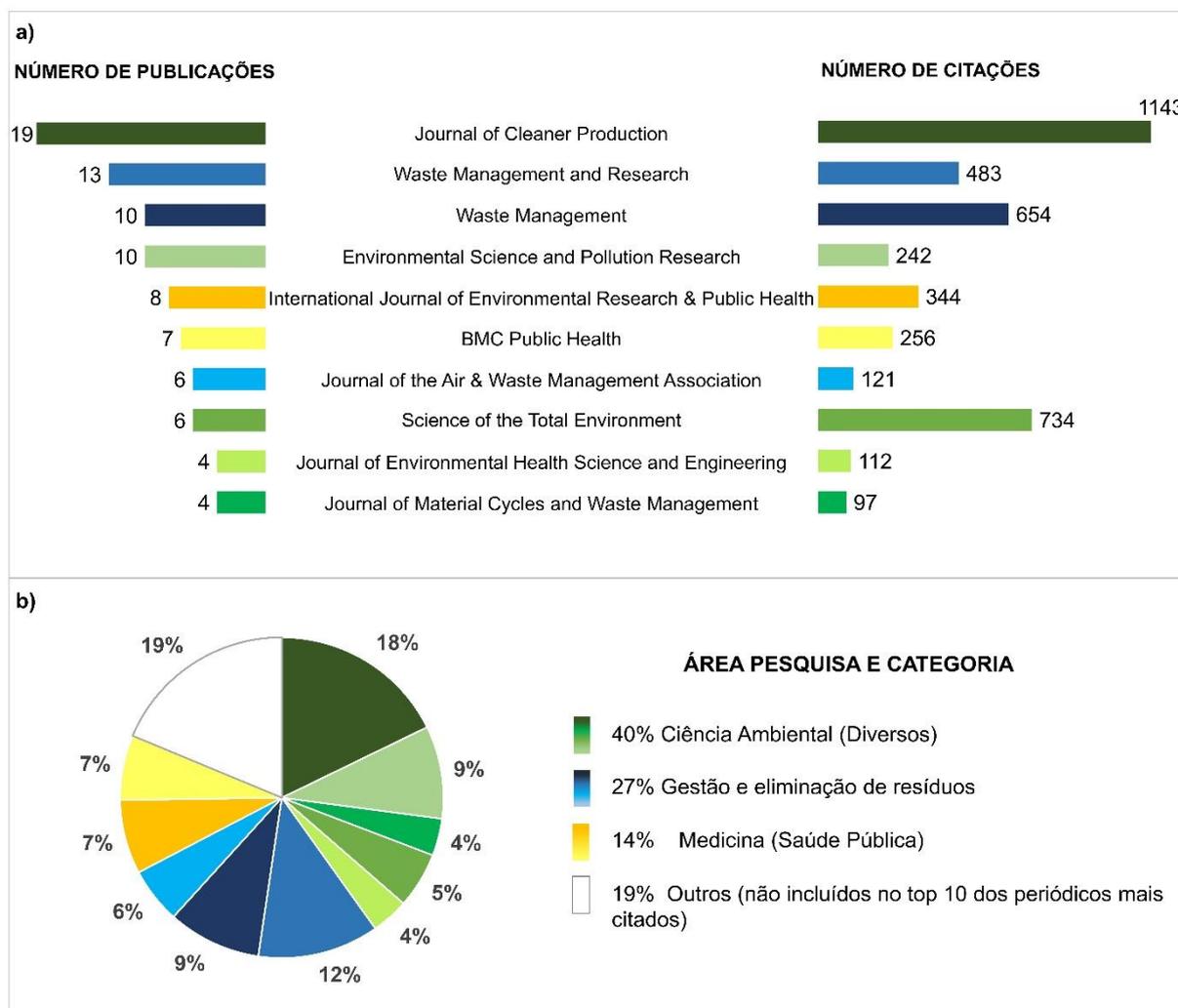
Fonte: A autora (2024).

Análise dos principais periódicos

Os 107 artigos selecionados para esta revisão foram publicados em 19 periódicos. Os 10 periódicos mais influentes contribuíram com mais de 80% do total de artigos da revisão, Figura 3. Em relação ao número de publicações, destaca-se o periódico *Journal of Cleaner Production* (19 publicações) como local da maioria das publicações, seguido da *Waste Management and Research* com 13 artigos e da *Waste Management* com 10 artigos.

Com base na relação total de número de citações do banco de dados da Scopus, a *Journal of Cleaner Production* é o periódico mais citado (1143 citações), seguida pela *Science of the Total Environment* com 734 citações e a *Waste Management* com 654 citações.

Figura 3 - (a) Número de publicações e citações nos dez periódicos mais frequentes; (b) Área de pesquisa do periódico.



Fonte: A autora (2024).

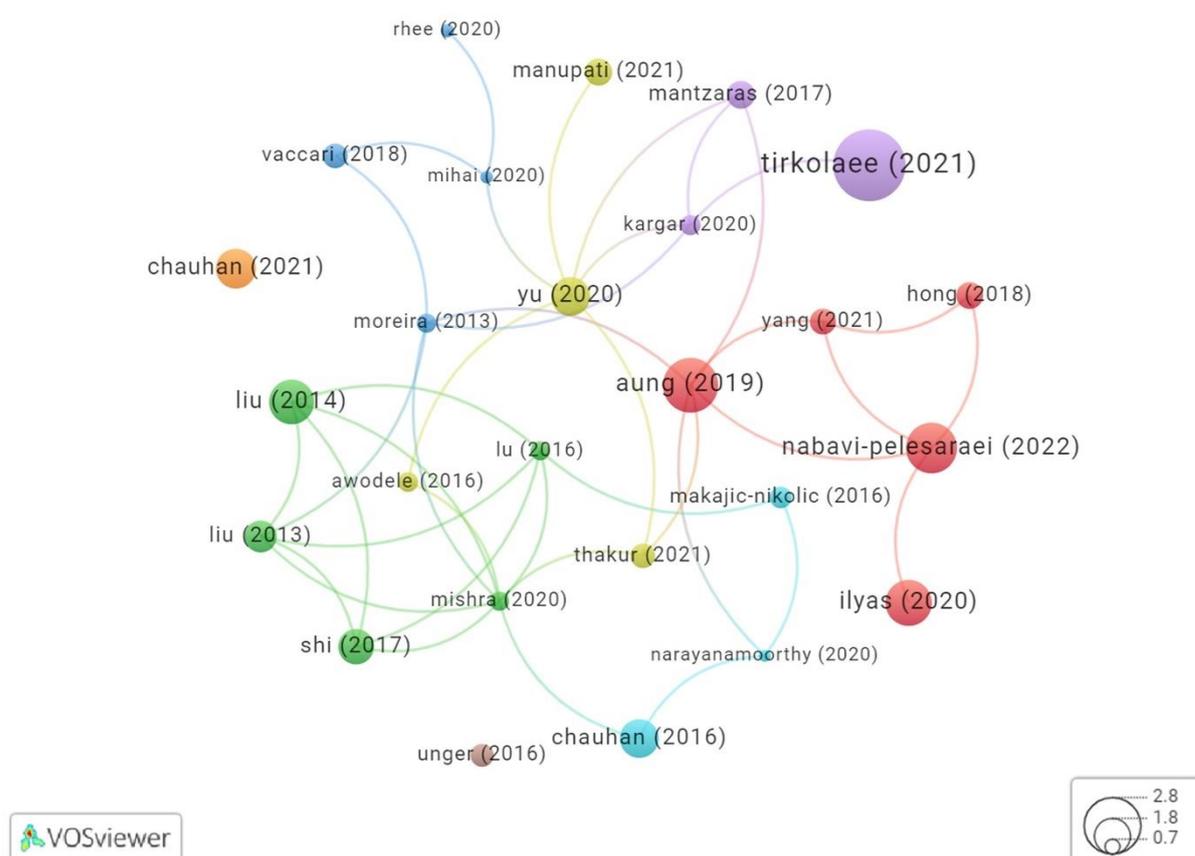
Os periódicos que apresentaram maior destaque, tanto em número de publicações, quanto em número de citações se inserem nas categorias de campo de pesquisa relacionadas à ciência ambiental (40%) e gestão e eliminação de resíduos (27%), que somados representam a maior parte das categorias (70%). Embora o número de publicações nos periódicos relacionados à categoria medicina (saúde pública) apareçam com menor percentual (14%), demonstram a conexão existente entre gestão de RSS e saúde pública.

Rede de citação

A Figura 4 mostra a rede de citação dos artigos selecionados. O tamanho dos círculos representa o valor da citação normalizada de cada artigo, ou seja, a quantidade de

vezes que o artigo foi citado, levando em consideração o tempo em que ele está presente na literatura, assim como se há artigos que foram publicados no mesmo ano. Nesta rede, somente entraram os artigos com um mínimo de 50 citações, o que resultou em 26 documentos (24,23% de todo o montante). Destes artigos, 24 possuem ligação de citação entre si. Artigos como Tirkolaei *et al.* (2021), Aung, Luan e Xu (2019), Ilyas, Srivastava e Kim (2020) e Nabavi-Pelesaraei *et al.* (2022) se destacaram em valor absoluto de citação normalizada. Destes, apenas o estudo de Aung; Luan; Xu (2019) não aborda a gestão de RSS no contexto da pandemia de COVID-19.

Figura 4 - Rede de citação das principais pesquisas relacionadas à gestão sustentável de RSS.



Rede de coocorrência de palavras-chave

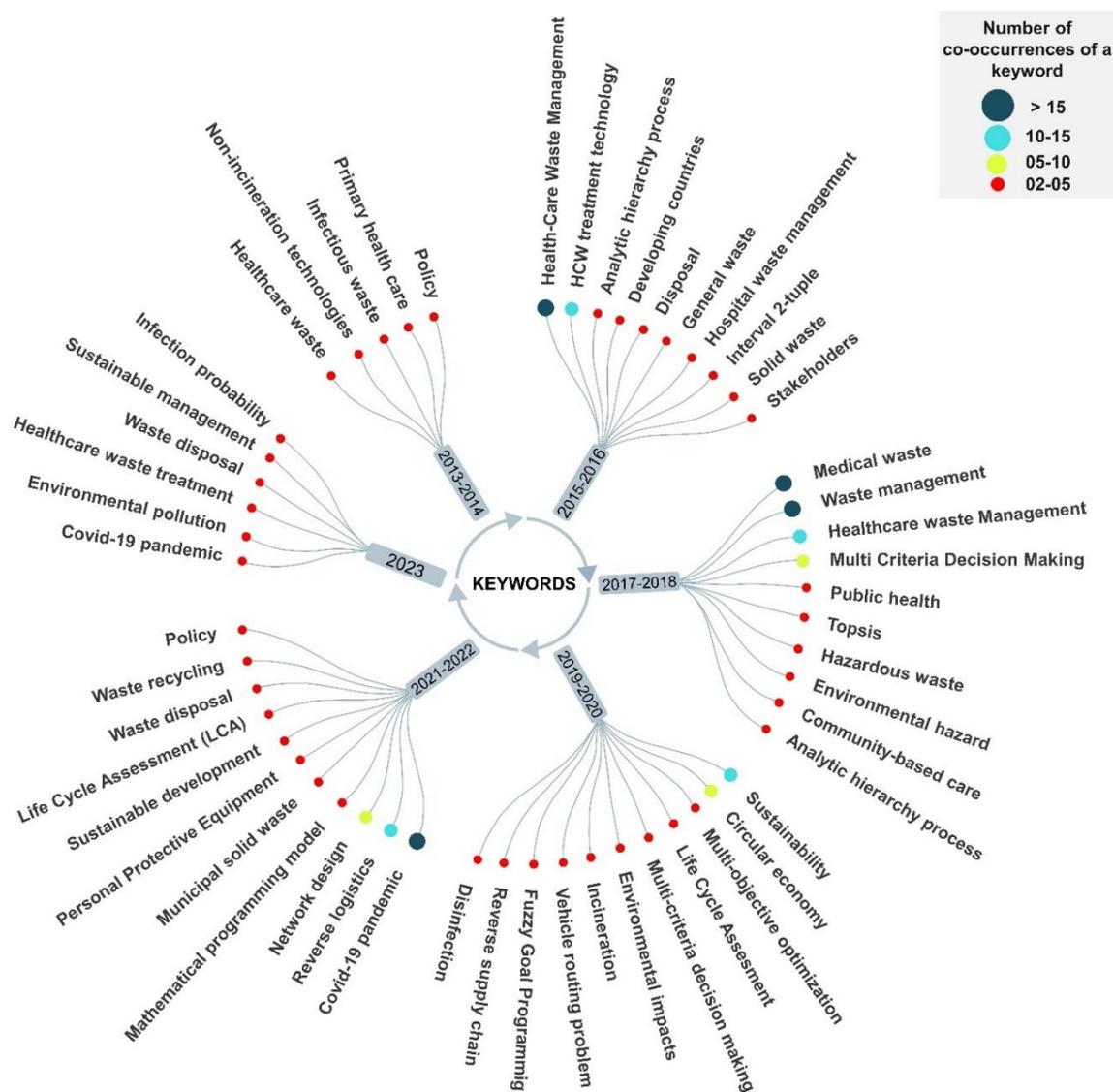
A análise de coocorrência de palavras-chave pode identificar focos principais de um determinado assunto e a frequência de tópicos abordados entre os artigos. A Figura 5 apresenta o conjunto de palavras-chave frequentemente utilizadas entre os artigos ao longo dos anos. Os nós focais com maior frequência desempenham um

papel fundamental no conjunto de palavras-chave, sendo identificadas pelo tamanho dos círculos e pela intensidade de coloração.

As palavras-chave de maior coocorrência, mencionadas mais de 15 vezes, incluem “*health-care waste management*” (2015-2016), “*medical waste*” e “*waste management*” (2017-2018) e “*Covid-19 pandemic*” (2021-2022). Palavras-chave “*treatment technology*”, “*healthcare waste management*”, “*sustainability*” e “*reverse logistics*” tiveram uma coocorrência de 10 a 15 vezes, entre os anos.

Embora os termos “*multi criteria decision making*” (2017-2018) e “*network design*” (2021-2022) tenham sido citadas com menor frequência (5-10 vezes), elas estão vinculadas a outras palavras de menor ocorrência no mesmo período, como “*analytic hierarchy process*” e “*topsis*”, e “*reverse logistics*”. Palavras relacionadas a tratamento e disposição de RSS como “*waste disposal*”, “*incineration*”, “*healthcare waste treatment*”, “*non-incineration technologies*”, embora com baixa ocorrência (2-5 vezes), permaneceram como palavras-chaves presentes nos artigos ao longo dos anos. A palavra *circular economy* foi mencionada pela primeira vez entre 2019 e 2020. Somente a partir de 2019, palavras-chaves como “*sustainability*”, “*sustainable development*” e “*sustainable management*” passaram a ter coocorrência entre os artigos.

Figura 5 - Rede de palavras chaves das pesquisas relacionadas à gestão sustentável de RSS, por ano.



Fonte: A autora (2024).

Descrição dos estudos selecionados

Apesar do estudo ter filtrado 107 artigos, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão (Quadro 1 - Detalhamento e características dos estudos selecionados. Quadro 1), apenas os artigos com o número de citações normalizadas pelo *VOSviewer* maior e igual a 2 foram agrupados e discutidos nas subseções seguintes.

Quadro 1 - Detalhamento e características dos estudos selecionados.

ID	ESTUDOS SELECIONADOS	Citação Normalizada	GRUPO TEMÁTICO					
			Tomada de decisão	Economia circular	COVID-19	Análise de risco	Governança	Tratamento e disposição
1	(TIRKOLAE; ABBASIAN; WEBER, 2021)	4.58	X	X	X			
2	(LIU <i>et al.</i> , 2014)	3.74	X					X
3	(AUNG; LUAN; XU, 2019)	3.64	X					
4	(ILYAS; SRIVASTAVA; KIM, 2020)	2.95		X	X			X
5	(NABAVI-PELESARAEI <i>et al.</i> , 2022)	2.90		X	X	X		
6	(CAO <i>et al.</i> , 2023)	2.78			X	X		
7	(HONG <i>et al.</i> , 2018)	2.70				X		X
8	(CHAUHAN; SINGH, 2016)	2.62	X					X
9	(CHAUHAN, ANKUR; JAKHAR; CHAUHAN, 2021)	2.61	X	X	X			X
10	(LOTFI <i>et al.</i> , 2022)	2.49		X	X			
11	(VACCARI; TUDOR; PERTEGHELLA, 2018)	2.48					X	
12	(LIU <i>et al.</i> , 2022)	2.42		X	X			
13	(KARGAR; POURMEHDI; PAYDAR, 2020)	2.39	X		X	X		
14	(MOREIRA; GÜNTHER, 2013)	2.39					X	
15	(UNGER; LANDIS, 2016)	2.39		X		X		
16	(MANTZARAS; VOUDRIAS, 2017)	2.37	X				X	
17	(YU <i>et al.</i> , 2020a)	2.33	X		X			
18	(TORKAYESH <i>et al.</i> , 2022)	2.33	X				X	
19	(DIHAN <i>et al.</i> , 2023)	2.29		X	X	X		
20	(MISHRA <i>et al.</i> , 2020)	2.28	X					
21	(MAKAJIC-NIKOLIC <i>et al.</i> , 2016)	2.25	X			X		
22	(SHI <i>et al.</i> , 2017)	2.20	X					
23	(GÖRÇÜN <i>et al.</i> , 2023)	2.18	X				X	X
24	(SHADKAM, 2022)	2.18		X	X			
25	(GHOUSHCHI <i>et al.</i> , 2022)	2.08	X	X				
26	(LIU; WU; LI, 2013)	2.07	X					
27	(AWODELE; ADEWOYE; OPARAH, 2016)	1.99				X	X	
28	(LU <i>et al.</i> , 2016)	1.99	X					X
29	(MANUPATI <i>et al.</i> , 2021)	1.99	X		X			X
30	(YANG <i>et al.</i> , 2021)	1.92			X			X
31	(DEHAL; VAIDYA; KUMAR, 2022)	1.87	X		X	X	X	
32	(THAKUR, 2021)	1.81	X	X	X			

ID	ESTUDOS SELECIONADOS	Citação Normalizada	GRUPO TEMÁTICO					
			Tomada de decisão	Economia circular	COVID-19	Análise de risco	Governança	Tratamento e disposição
33	(DEBERE <i>et al.</i> , 2013)	1.77				X	X	
34	(SAHA <i>et al.</i> , 2022)	1.77	X					X
35	(ÖZKAN, 2013)	1.74	X					X
36	(ZHAO <i>et al.</i> , 2021b)	1.64			X	X		X
37	(TIRKOLAE; AYDIN, 2021)	1.61	X	X		X		
38	(RHEE, 2020)	1.60			X	X		
39	(ALI; WANG; CHAUDHRY, 2016a)	1.52	X					
40	(MIHAI, 2020)	1.49			X		X	
41	(CHEN; ZENG; ZHANG, 2023)	1.45	X					X
42	(NARAYANAMOORTHY <i>et al.</i> , 2020)	1.38	X					X
43	(GOVINDAN <i>et al.</i> , 2021)	1.37	X		X	X		
44	(GOVINDAN <i>et al.</i> , 2022)	1.35	X	X		X		
45	(MEI <i>et al.</i> , 2022)	1.35		X	X			X
46	(SU; CHEN, 2018)	1.30					X	
47	(CHEN <i>et al.</i> , 2013)	1.27	X					X
48	(ZHAO <i>et al.</i> , 2021a)	1.23		X		X		X
49	(CHEN <i>et al.</i> , 2021)	1.20	X	X				X
50	(VOUDRIAS, 2016)	1.20	X					X
51	(CANIATO; TUDOR; VACCARI, 2015a)	1.18		X		X	X	
52	(KALANTARY <i>et al.</i> , 2021)	1.16			X		X	
53	(KANG <i>et al.</i> , 2022)	1.14	X					X
54	(YE <i>et al.</i> , 2022)	1.14			X	X	X	
55	(KARGAR, SAEED; PAYDAR; SAFAEI, 2020)	1.08	X					
56	(SAPKOTA; GUPTA; MAINALI, 2014)	1.07				X	X	
57	(CANIATO, MARCO; TUDOR; VACCARI, 2016)	1.01		X		X	X	
58	(MMEREKI <i>et al.</i> , 2017)	1.01						X
59	(OYEKALE; OYEKALE, 2017)	1.01				X	X	
60	(YU <i>et al.</i> , 2020b)	1.00	X			X		
61	(SHAMMI; BEHAL; TAREQ, 2021)	0.99			X	X	X	
62	(TADESSE; KUMIE, 2014)	0.99					X	
63	(DELMONICO <i>et al.</i> , 2018)	0.94	X	X			X	
64	(LEE; VACCARI; TUDOR, 2016)	0.94	X					X
65	(UDOFIA; GULIS; FOBIL, 2017)	0.93				X	X	
66	(AHMAD <i>et al.</i> , 2019)	0.87				X		X

ID	ESTUDOS SELECIONADOS	Citação Normalizada	GRUPO TEMÁTICO					
			Tomada de decisão	Economia circular	COVID-19	Análise de risco	Governança	Tratamento e disposição
67	(ALVES <i>et al.</i> , 2014)	0.84				X	X	
68	(TAGHIPOUR <i>et al.</i> , 2014)	0.84	X					X
69	(GHANNADPOUR; ZANDIEH; ESMAEILI, 2021)	0.82	X	X		X		
70	(LIAO; HO, 2014a)	0.80				X		X
71	(TSAI, 2021)	0.75			X		X	
72	(CHEW <i>et al.</i> , 2023)	0.73	X	X	X	X		X
73	(ZHAO; MA; DING, 2023)	0.73	X		X			X
74	(SARTAJ; ARABGOL, 2015)	0.70					X	
75	(TORKAYESH; VANDCHALI; TIRKOLAEI, 2021)	0.68	X	X				
76	(WU; YANG; TAO, 2020)	0.68		X		X		
77	(ALIZADEH; MAKUI; PAYDAR, 2020)	0.65				X		
78	(RAFIEE <i>et al.</i> , 2016)	0.62		X				X
79	(MALEKAHMADI <i>et al.</i> , 2014)	0.61					X	
80	(LI <i>et al.</i> , 2020)	0.60	X	X				X
81	(DEEPAK; SHARMA; KUMAR, 2022)	0.52						
82	(HANGULU; AKINTOLA, 2017b)	0.51				X	X	
83	(VIANI; VACCARI; TUDOR, 2016)	0.47		X				
84	(MAKAN; FADILI, 2021)	0.45	X	X				X
85	(CIPLAK, 2015)	0.44	X	X			X	
86	(ALI; WANG; CHAUDHRY, 2016b)	0.43				X		
87	(LUO; LIAO, 2022)	0.42						
88	(AGUIAR HUGO <i>et al.</i> , 2021)	0.41			X		X	
89	(KHAN <i>et al.</i> , 2019)	0.32				X	X	
90	(OLANIYI; OGOLA; TSHITANGANO, 2019)	0.32				X		X
91	(ERDEM, 2022)	0.31		X	X	X		
92	(LIU <i>et al.</i> , 2021)	0.31		X	X		X	
93	(SEPETIS <i>et al.</i> , 2022)	0.31		X			X	
94	(LI; DIETL; LI, 2021)	0.27	X	X				
95	(MMANGA <i>et al.</i> , 2019)	0.27					X	
96	(ALI; GENG, 2018)	0.25		X				
97	(AGHAPOUR <i>et al.</i> , 2013)	0.22				X		X
98	(ABDELSALAM <i>et al.</i> , 2021)	0.21	X				X	
99	(SILVA <i>et al.</i> , 2021)	0.21			X	X	X	
100	(VAN STRATEN <i>et al.</i> , 2021)	0.21		X				

ID	ESTUDOS SELECIONADOS	Citação Normalizada	GRUPO TEMÁTICO					
			Tomada de decisão	Economia circular	COVID-19	Análise de risco	Governança	Tratamento e disposição
101	(CHEN; TSAI, 2017)	0.19				X		X
102	(ALHARBI; ALHAJI; QATTAN, 2021)	0.17				X		
103	(DEEPAK; KUMAR; SHARMA, 2021)	0.17	X				X	
104	(RAHMANI; ALIGHADRI; RAFIEE, 2020)	0.16		X				X
105	(DANG; DANG; TRAN, 2021)	0.14		X			X	
106	(MUSHTAQ <i>et al.</i> , 2022)	0.10				X	X	
107	(NEVES <i>et al.</i> , 2022)	0.10					X	

Fonte: A autora (2024).

Artigos com foco na gestão para tomada de decisão

A gestão dos RSS não possui uma solução única, devido às diferentes circunstâncias enfrentadas em cada local, como ambiente físico, organização institucional, disponibilidade de recursos, contextos socioculturais e socioeconômicos. Por esse motivo, pesquisadores têm se dedicado ao estudo da gestão de RSS, utilizando diversos métodos de tomada de decisão multicritério para resolver problemas que apresentam alternativas e critérios de avaliação conflitantes.

Aung, Luan e Xu (2019) desenvolveram uma estrutura de avaliação da segurança na gestão de RSS, aplicada em oito hospitais públicos e privados em Mianmar. Utilizando as técnicas Processo de Hierarquia Analítica e Processo de Rede Analítica, a pesquisa revelou que, embora todos os hospitais selecionados realizem a segregação dos RSS, o descarte envolve principalmente a queima a céu aberto, incineração e despejo descontrolado. Além disso, a falta de instalações de tratamento, no local e fora dos hospitais, refletiu em deficiências na coleta, armazenamento e transporte de resíduos. Torkayesh *et al.* (2021) desenvolveram um modelo de avaliação multicritério de incerteza utilizando números neutrosóficos tipo 2, pelo seu melhor desempenho na abordagem de incertezas e imprecisões. O objetivo do estudo foi identificar os fatores que contribuem para a falha na adoção de tecnologias inteligentes, como a Internet das Coisas (IoT) e *blockchain*, nos sistemas de gestão de RSS em Istambul, Turquia. A formação das partes interessadas, a aceitação do mercado e a transparência foram consideradas as principais barreiras à adoção de IoT. Além da necessidade de demasiados recursos econômicos e tempo para equipar os estabelecimentos de saúde e capacitar os profissionais.

Em relação às tecnologias de tratamento de RSS, a seleção mais apropriada pode ser vista como um desafio de tomada de decisão, dada a complexidade dos impactos ambientais, sociais e financeiros envolvidos. Liu, Wu e Li (2013) utilizaram a teoria dos conjuntos *fuzzy* combinada com o método VIKOR para avaliar as alternativas de tratamento, como incineração, esterilização a vapor, micro-ondas e aterro sanitário. De forma semelhante, Liu *et al.* (2014) avaliaram as mesmas tecnologias, utilizando o método ITL-MULTIMOORA, que permite uma análise mais robusta ao incorporar incertezas e diferentes critérios de decisão para selecionar a melhor tecnologia de tratamento de RSS. Shi *et al.* (2017) propuseram uma estrutura integrada, oferecendo uma abordagem mais eficaz em cenários de tomada de decisão incertos, envolvendo múltiplos *stakeholders*. Apesar das diferentes metodologias, os

três artigos validaram seus estudos de caso em Xangai (China), e chegaram a resultados consistentes na classificação das tecnologias de tratamento de RSS, destacando a esterilização a vapor como a opção mais recomendada, seguida pelas tecnologias de micro-ondas, incineração e aterro sanitário. Mishra *et al.* (2020) usaram o conceito do conjunto *fuzzy* intuicionista, devido a capacidade de lidar com incertezas e imprecisões na decisão humana. Para validar o método, um estudo de caso foi realizado em seis hospitais, em Himachal Pradesh (Índia), mostrando que dentre os critérios, a dimensão de sustentabilidade social (aceitação pública) e a sustentabilidade ambiental (efeitos na saúde) teve os maiores impactos sobre as tecnologias de tratamento, sendo a esterilização a vapor, a melhor opção para eliminação de RSS.

Considerando que uma parcela dos RSS é perigosa, é necessário um planejamento eficiente para o transporte e descarte desses resíduos. Tirkolae e Aydin (2021) formularam o problema de operação de veículos utilizando programação de meta-objetivos, para atender um conjunto de critérios e objetivos simultâneos. O principal objetivo do estudo foi minimizar os custos de viagem, uso de veículos, terceirização e emissões de poluição, além de reduzir o risco de exposição de pessoas ao manuseio de resíduos infecciosos, durante pandemias. Para validar o modelo, foram realizados exemplos práticos cujos resultados demonstram sua eficácia na gestão do transporte e coleta de resíduos médicos, levando em consideração diferentes tamanhos de cidades e condições operacionais.

Artigos com foco na economia circular

As estratégias para consideração da economia circular (EC) na gestão dos RSS são especialmente desafiadoras, devido à natureza potencialmente perigosa de uma parcela desses resíduos e à crescente preferência por dispositivos médicos de uso único.

Dihan *et al.* (2023) apresentou um modelo de economia circular para a gestão sustentável de RSS em Bangladesh. O modelo mostra a situação atual (desafios e melhorias) e conclui que: (i) Bangladesh carece de regulamentação para alcançar uma gestão de RSS sustentável; (ii) uma abordagem estratégica para o sistema de manejo de RSS é considerada prioritária, seguida da EC; (iii) uma abordagem considerando a EC na gestão de RSS irá requerer a cooperação entre autoridades governamentais, empresas privadas e ONGs. Ghouschi *et al.* (2022) utilizaram uma abordagem

baseada na otimização multiobjetivo e teve como foco identificar e dar valor as barreiras à implementação da economia circular na concepção de problemas de sistemas sustentáveis de gestão de RSS. Com a ajuda de peritos na área ambiental, de saúde e segurança, os autores identificaram vinte barreiras à implementação da EC na concepção de sistemas sustentáveis de gestão de RSS. As barreiras “problemas de agência e propriedade”, “falta de comprometimento da liderança” e “financiamento limitado” foram consideradas as mais críticas, demandando ações corretivas.

O reprocessamento de dispositivos médicos, que envolve a esterilização, reforma e embalagem de dispositivos originalmente rotulados como "de uso único", está ganhando cada vez mais atenção no setor de saúde. Esse processo insere o setor na economia circular, promovendo uma dupla redução de custos: tanto pela diminuição na aquisição de novos dispositivos, quanto pela redução na geração RSS. Nesse contexto, Unger e Landis (2016) em seu estudo sobre o uso de dispositivos reprocessados no *Phoenix Baptist Hospital*, no Arizona, observaram que a otimização dos insumos no processo de reprocessamento destes dispositivos poderia torná-los vantajosos, em termos de impacto ambiental, saúde humana e custos, em relação aos dispositivos utilizados como de uso único. Segundo Lotfi *et al.* (2022), é preciso avançar na aplicação de um novo conceito que reduza os custos e o risco populacional, enquanto se aumenta a resiliência das instalações de saúde, a robustez e a agilidade de redes de cadeias de RSS. Para tanto, os autores realizaram um estudo em hospitais de Teerã (Irã) e propuseram um projeto de rede de cadeia de resíduos médicos viáveis (potencial para recuperação), que inclui centros de saúde, locais de segregação de resíduos, empreiteiros para compra de resíduos e aterros sanitários. O objetivo do estudo foi reduzir os RSS que possuem valor potencial para recuperação, como metais e plásticos, e enviá-los para reciclagem, como meio de beneficiar o meio ambiente ao reintegrá-los ao ciclo de produção. Os resultados mostraram que, ao aumentar o coeficiente de valorização de resíduos (proporção de resíduos que vão para aterros), a função custo e o risco populacional diminuem. Por outro lado, aumentar o coeficiente de recuperação de resíduos eleva os custos de transporte, aumentando a função custo, mas também promove a utilização e recuperação de mais resíduos.

Liu *et al.* (2022), em um estudo de caso em Wuhan (China), avaliaram quatro canais de reciclagem para um hospital que precisava alocar seus RSS. Os autores

segmentaram os canais de reciclagem para priorizar o processo de alocação de RSS, levando em conta a estratégia de suprimentos reversa do hospital. As alternativas de canal de reciclagem foram organizadas em uma matriz de índice de prioridade de canais de reciclagem, com base na capacidade e nas taxas de descarte. O estudo concluiu que avaliar canais de reciclagem com base apenas na capacidade, sem considerar as diferentes estratégias de cadeia de suprimentos reversa adotadas pelas organizações de saúde, compromete a eficácia da seleção, dado que a estratégia de cadeia de suprimentos reversa do hospital é "sustentável," é justificável que o hospital sacrifique alguns de seus interesses em favor do descarte seguro de RSS.

A logística reversa é importante na cadeia de suprimentos e no setor de saúde, porque é usada para descartar adequadamente os resíduos perigosos (redução de riscos) e reciclar resíduos não perigosos (redução de custos). O estudo de Shadkam (2022) apresenta um modelo que integra o *design* da rede de logística reversa, como parte do planejamento da cadeia de suprimentos, visando reduzir custos fixos, custos de materiais e custos de construção de centro de coleta/desinfecção e centros de reciclagem. O modelo aborda, especificamente, a gestão de resíduos de vacinas de COVID-19. O processo de produção e distribuição, os consumidores (hospitais, clínicas e laboratórios) e o processo de coleta e reciclagem de RSS foram considerados no modelo de otimização. Os resultados mostraram que a devolução de recipientes necessários para o transporte e armazenamento seguro das vacinas contribui para a reintegração desses materiais ao ciclo de produção.

Chauhan, Jakhar e Chauhan (2021) analisaram impulsionadores da indústria 4.0 e da EC para apoiar um sistema inteligente de eliminação de RSS. Os critérios que foram considerados prioritários, pois influenciam na decisão final, foram: (i) a constituição de uma rede de centros de saúde conectados digitalmente, com empresas de eliminação de resíduos e com conselho de controle de poluição; e (ii) fornecimento de um aplicativo de *feedback* do conselho de controle de poluição ao público e outras partes interessadas.

Artigos com foco na pandemia de COVID-19

Dado as circunstâncias, a necessidade drástica de recursos técnicos, humanos e materiais, fez aumentar a quantidade de resíduos potencialmente infecciosos. Para minimizar os riscos de infecção, o procedimento ideal seria encaminhar os resíduos infecciosos de COVID-19 diretamente para os centros de eliminação de resíduos.

Porém, quando a produção diária excedia a capacidade de eliminação, tornava-se necessário recorrer ao armazenamento local e as estações de transferência temporárias, representando um desafio para o planejamento de uma rede de transporte segura e eficaz.

O estudo conduzido por Dihan *et al.* (2023), em Bangladesh, forneceu uma análise abrangente da gestão de RSS, durante a pandemia de COVID-19. De acordo com o estudo, houve um aumento substancial na geração de resíduos devido à pandemia. A estimativa de RSS perigosos para o ano de 2025, sem considerar a pandemia de COVID-19 e outras emergências médicas incomuns, seria de 12.435 toneladas. Porém, entre os anos de 2021 e 2022, um total de 82.553 toneladas de RSS foi gerado, apenas pelo manuseio de pacientes contaminados pelo coronavírus (SARS-CoV-2).

Cao *et al.* (2023) desenvolveram um modelo de programação multiobjetivo para otimizar o transporte de RSS de serviços de atendimento a pessoas com COVID-19, em Chongqing (China), considerando a sustentabilidade social, ambiental e econômica. O estudo teve como objetivo minimizar os riscos potenciais totais de infecção, riscos ambientais totais e maximizar os benefícios econômicos totais. Os resultados demonstraram: (i) a adoção de veículo multi-tipo conduziu a um melhor desempenho de sustentabilidade; (ii) durante a pandemia de COVID-19, recomendou-se uma abordagem descentralizada para o transporte de RSS, abrangendo níveis provinciais, estaduais, nacionais e internacionais; (iii) independentemente da probabilidade de infecção, os riscos de infecção deverão ser a prioridade máxima nas etapas do tratamento de RSS, relacionados à COVID-19.

Em relação à eliminação de RSS, Ilyas, Srivastava e Kim (2020) analisaram as tecnologias de desinfecção e a gestão adequada dos resíduos de COVID-19, com o propósito de reduzir a ameaça da pandemia e promover uma gestão sustentável dos riscos ambientais. Os autores destacaram a urgência da eliminação desses resíduos, a viabilidade de reprocessamento de itens utilizados e compartilharam as estratégias de gestão de resíduos de COVID-19, centradas nas experiências da Coreia do Sul, China, Espanha e Índia: (i) a técnica de desinfecção por micro-ondas foi preferível para higienizar EPIs e panos que poderiam ser reciclados ou reutilizados, enquanto a incineração deverá ser empregada para lidar com o volume maior de resíduos possivelmente contaminados; (ii) o modelo chinês de tratar no local os resíduos de COVID-19 foi interessante para controlar a propagação de infecção. Porém, a

capacidade limitada representou um desafio importante; (iii) a prática da Catalunha (Espanha) destacou como principal desafio a segregação de resíduos potencialmente contaminados por COVID-19 dos resíduos domésticos, em especial das pessoas em quarentena doméstica, destacando a participação pública na recolha e separação desses resíduos.

Yu *et al.* (2020a) realizaram uma investigação com foco na concepção de uma rede de logística reversa para lidar com RSS, durante surtos epidêmicos, enfocando principalmente as decisões de curto prazo para estabelecer e operar um sistema temporário. Um modelo de programação mista multiobjetivo e multiperíodo foi proposto para melhorar as decisões de localização de instalações temporárias e o planejamento operacional do sistema temporário. Quando aplicado em um estudo de caso real, baseado no surto de COVID-19 em Wuhan (China), o modelo mostrou, dentre outros desafios, que a implementação de incineradores temporários pode ser uma solução eficaz para lidar com o grande aumento de resíduos de COVID-19. Mas, a escolha do local é de extrema importância.

Kargar, Paydar e Safaei (2020) discutiram a necessidade de uma rede de logística reversa eficiente para lidar com o aumento da geração de RSS potencialmente infecciosos, durante a pandemia de COVID-19. Um modelo de programação linear com três funções objetivas foi desenvolvido para minimizar custos, a quantidade de resíduos não coletados nos centros de geração e os riscos associados ao transporte e tratamento. Para desenhar o modelo de logística reversa compatível com a situação pandêmica, o estudo considerou todos os centros potenciais de geração de RSS infecciosos: leitos de pacientes de COVID-19 em hospitais existentes; hospitais temporários criados para atender a demanda; pacientes infectados em condições não graves em quarentena domiciliar. O método proposto foi validado com um estudo de caso em Babol (Irã) e os resultados apresentaram a instalação de centros temporários de tratamento como a parcela mais significativa do custo total. Contudo, essas medidas de gestão adequada dos RSS têm o potencial de reduzir ou até eliminar as mortes associadas.

Artigos com foco em análise de risco de impacto ambiental

A proteção da saúde e segurança ambiental tornou-se a razão fundamental para a implementação de sistemas de gestão eficazes para os RSS. Nesse sentido, a avaliação dos potenciais impactos juntamente com a análise de riscos associados aos

RSS pode otimizar a gestão desses resíduos, contribuindo para a sustentabilidade e segurança no setor de saúde.

Makajic-nikolic *et al.* (2016) identificaram os riscos potenciais de propagação de infecções devido a falhas no sistema de gerenciamento de RSS. Como resultado, os autores destacaram que os eventos como as lesões no trabalho e a não utilização de equipamentos de proteção deveria ser minimizados através da manutenção de um registro com informações e monitoramento de acidentes de trabalho e uso de EPI, além da conscientização e motivação de todos os colaboradores para a melhoria da gestão de RSS. Cao *et al.* (2023) analisaram como a otimização da rede de transporte de RSS pode ajudar a desacelerar a propagação do vírus de COVID-19, considerando a sustentabilidade e a probabilidade de infecção. O problema foi formulado como um modelo de programação para minimizar os riscos potenciais totais de infecção, minimizar os riscos ambientais totais e maximizar os benefícios econômicos totais. Os resultados mostraram que: (i) quando a probabilidade de infecção supera um limiar, isso tem um impacto significativo nos riscos ambientais de transporte de RSS de pacientes de COVID-19; (ii) quando a probabilidade de infecção aumenta, as medidas para controlar a propagação da doença COVID-19, como o uso de equipamentos especializados para armazenar e descartar resíduos médicos, equipamentos de proteção individual e procedimentos rigorosos de descarte, tornam-se mais críticas; (iii) mais investimento em recursos humanos, financeiros e materiais para as atividades de transporte de resíduos médicos da COVID-19 são necessários para lidar com a probabilidade de infecção mais elevada. Portanto, a relação entre riscos de infecção e os benefícios econômicos ainda são a preocupação mais importante para o transporte de RSS de pacientes de COVID-19.

Unger e Landis (2016) utilizaram uma avaliação do ciclo de vida (ACV) e uma avaliação do custo do ciclo de vida (ACCV) para modelar os impactos ambientais e econômicos de sete dispositivos médicos reprocessados. A análise revelou que o uso de mangas de compressão para trombose venosa profunda, tanto de uso único quanto reprocessado, apresentaram os maiores impactos ambientais, sugerindo a substituição do algodão trançado (principal material) por materiais com menor pegada ambiental. O uso excessivo de insumos, como óxido de etileno, água e eletricidade, durante o reprocessamento pode aumentar os impactos ambientais e na saúde. Contudo, a otimização dos insumos pode permitir que os dispositivos reprocessados ofereçam benefícios ambientais e econômicos em comparação com os de uso único.

Hong *et al.* (2018) avaliaram os impactos ambientais e econômicos de três métodos de eliminação de RSS (pirólise, esterilização a vapor e desinfecção química), por meio da ACV. Os resultados mostram que a esterilização a vapor e a desinfecção química têm os maiores impactos ambientais globais (pelo consumo de energia e produtos químicos) e menores custos econômicos (investimento, mão de obra, eletricidade e proteção da saúde). As emissões atmosféricas de cloreto de hidrogênio, para os métodos de eliminação de RSS, apresentam baixa contribuição para o impacto ambiental geral, sendo maior na pirólise de resíduos médicos comparada à incineração de resíduos sólidos urbanos e perigosos industriais. Em contraste, a emissão de mercúrio é mais significativa. O estudo conclui que: (i) a melhoria na eficiência energética, a redução no uso de produtos químicos; a seleção de fonte de energia limpa e a incineração com recuperação de energia levam à redução de impactos ambientais. Para a redução de impactos econômicos deve-se otimizar os custos de mão de obra e o consumo de eletricidade e de outros insumos.

A ACV também pode ser utilizada para avaliar impactos ambientais e determinar a técnica mais ambientalmente correta para eliminação de RSS, tanto a longo prazo, como durante períodos de emergência. Nabavi-Pelesaraei *et al.* (2022) concentraram-se na aplicação de ACV para avaliar cinco cenários de descarte de RSS em situação de emergência de COVID-19 (Veículo de descarte de incineração, cabine de esterilização a vapor, equipamento móvel de esterilização por micro-ondas, co-incineração com resíduos perigosos, co-incineração com resíduos sólidos urbanos). O cenário de equipamento de esterilização por micro-ondas móvel teve o menor impacto negativo no ambiente e a co-incineração com resíduos sólidos urbanos teve o maior impacto negativo.

Artigos com foco em governance

A gestão dos RSS deve ser tratada com base nos princípios fundamentais de coleta, processamento e eliminação de resíduos, levando em conta a sustentabilidade ambiental e de saúde pública. Em um contexto marcado pelo crescimento da demanda por serviços de saúde e pela insuficiência de recursos para lidar com o aumento na geração e variedade de RSS, torna-se imperativo um quadro de avaliação abrangente do estado da gestão de RSS. Assim, Vaccari, Tudor e Perteghella (2018) avaliaram a relação entre a geração e os custos associados à gestão de RSS, constatando que a geração e os tipos de resíduos variam, a depender do tipo de

departamento e desempenho clínico. Em estudo de caso realizado na Itália, os autores mostram que a geração de RSS no departamento anestésico foi de 5,96 kg dia⁻¹leito⁻¹, e no pediátrico e cuidados intensivos de 3,37 kg dia⁻¹leito⁻¹. Os autores reforçam a importância da gestão dos custos de eliminação de resíduos para a sustentabilidade dos serviços de saúde, sugerindo que a redução dos custos poderia ser potencialmente facilitada por uma melhor segregação e uma atenção dada à vinculação de impostos às taxas de geração de resíduos, além da área física ocupada, a fim de servir como um incentivo para a redução de resíduos.

Moreira e Günther (2013), ao realizar um estudo de caso numa Unidade Básica de Saúde em São Paulo (Brasil), observou inconformidades em relação aos requisitos legais vigentes. Utilizando um checklist, os autores compararam uma situação anterior, com a situação um ano após a implementação de um plano de gestão de RSS. O método de avaliação proposto resultou em: (i) redução do volume de materiais não recicláveis e aumento do volume dos recicláveis, favorecendo aspectos de sustentabilidade e redução de riscos à saúde; (ii) segregação dos resíduos orgânicos, diminuição de resíduos infecciosos em áreas críticas e de resíduos enviados para aterro sanitário; (iii) cumprimento da maioria das exigências legais, treinamento e melhores condições de biossegurança para os profissionais de saúde; e (iv) introdução de indicadores para monitorar a unidade de saúde.

Aung, Luan e Xu (2019) propuseram uma nova estrutura de avaliação da gestão de RSS. O estudo empregou técnicas de tomada de decisão, questionários estruturados, listas de verificação de observação e entrevistas para coletar dados de profissionais de saúde em Mianmar. O sistema de segregação provou ter o maior peso para gestão de RSS, considerando que qualquer problema nessa fase pode afetar as fases subsequentes. Nesse critério, todos os hospitais selecionados segregam os RSS, apesar de não existir política nacional de gestão de RSS em Mianmar.

A transição dos sistemas tradicionais de gestão de RSS para sistemas inteligentes, embora demande recursos, pode ser vista como uma oportunidade de otimização, transparência e flexibilidade na gestão, melhorando os aspectos econômicos e sociais e minimizando os impactos ambientais. Com o objetivo de identificar os fatores que podem impedir a adoção de tecnologias inteligentes, como a Internet das Coisas (IoT) e a blockchain nos sistemas de gestão de RSS.

Görçün *et al.* (2023) conduziram uma avaliação em uma grande cadeia hospitalar na Turquia, para selecionar prestadores especializados em serviços

logísticos sustentáveis de descarte de RSS. Critérios como "condições de armazenamento", seguido de "tecnologia da informação", "segurança" e "custo de descarte" foram considerados prioridades. O estudo conclui que: (i) as tecnologias de informação são importantes para a eficiência da gestão de RSS; (ii) o descarte seguro de RSS é fundamental para a saúde dos funcionários, proteção ambiental e sustentabilidade a longo prazo; (iii) os custos com descarte de RSS é um critério essencial para a implementação econômica.

Mantzaras e Voudrias (2017) desenvolveram um modelo de otimização para minimizar os custos de um sistema de logística reversa, envolvendo coleta, transporte, transferência, tratamento e destinação de RSS infecciosos, em uma região da Grécia. O resultado foi a redução de custos, alcançada pela otimização do número e localização de estações de tratamento e/ou de transferência, juntamente com a determinação da rota mais eficiente para coleta e transporte. Também se constatou que a maior parcela do custo total estava associada à construção da estação de tratamento.

Artigos com foco em tratamento e disposição

Para reduzir riscos à saúde pública e proteger o meio ambiente, a Organização Mundial da Saúde enfatiza a importância de tecnologias adequadas de disposição e tratamento de RSS. Nesse sentido, determinar tecnologias de descarte adequadas que reflitam nas condições locais de cada país é de fundamental importância para garantir o gerenciamento seguro dos resíduos que não podem ser minimizados ou reutilizados (WHO, 2014).

Liu, Wu e Li (2013) afirmam que a esterilização a vapor quando comparada com outros métodos de descarte, é a melhor alternativa para RSS, pois minimiza os riscos ao meio ambiente e demonstra um comprometimento com a saúde pública. Em relação ao aterro, embora seja uma alternativa econômica, quando comparados aos outros métodos, deve ser utilizada de forma limitada devido aos efeitos adversos para o ambiente e saúde pública. Liu *et al.* (2014), com base em um estudo de caso realizado em Xangai (China), ao avaliar e selecionar a melhor tecnologia de tratamento de RSS, concluíram que: (i) em geral, a aceitação pública ao tipo de tratamento é o critério mais relevante, enquanto ruído e confiabilidade foram considerados os menos importantes, respectivamente; (ii) na dimensão ambiental, a liberação de poluentes com efeitos na saúde é determinada como o critério mais

importante com base nas avaliações subjetivas dos tomadores de decisão e nas informações objetivas da matriz de decisão. (iii) na dimensão técnica, a eficácia do tratamento destaca-se como critério mais importante; (iv) as dimensões ambientais e técnicas são fundamentais na escolha da melhor tecnologia para o tratamento de RSS; (v) a tecnologia de tratamento de RSS mais adequada para Xangai seria a esterilização a vapor.

Chauhan, Singh (2016) teve como objetivo selecionar o local mais sustentável, entre sete opções, para a instalação de eliminação de RSS na região de Garhwal, Índia. A pesquisa utilizou uma abordagem tripla de sustentabilidade: (i) ambiental (tipo de tecnologia de tratamento, método de disposição das cinzas, uso da água); (ii) social (exposição das instalações ao público, saúde dos trabalhadores); e (iii) econômica (custo de instalação e manutenção de máquinas, combustível, transporte e mão de obra). Os resultados mostraram que a condição da estrada é crucial na seleção do local, assim como a área coberta pela instalação e a quantidade de resíduos recebidos. O local mais distante, com menor exposição pública e com menores impactos ambientais foi escolhido como mais adequado para a eliminação de RSS, apesar do custo mais elevado.

Mishra *et al.* (2020) analisaram diversos critérios como custo, resíduos remanescentes, liberação com efeitos à saúde, eficácia do tratamento, confiabilidade e aceitação pública para o tratamento de RSS. A esterilização a vapor foi identificada como a melhor opção para eliminação de RSS, seguida de aterro, micro-ondas e incineração. A decisão pelo uso de esterilização a vapor deu-se por este tipo de tratamento apresentar um melhor desempenho nos aspectos sociais (aceitação pública) e ambientais (emissões com efeitos à saúde), com custos operacionais menores, eliminando sistematicamente os RSS e criando um ambiente livre de poluição.

CONCLUSÃO

Os estudos foram, predominantemente, realizados por grupos da Europa e Ásia, com destaque para China, Irã e Índia. Os artigos mais citados se referem à gestão de RSS dentro do período pandêmico de COVID-19 e as palavras-chave de maior ocorrência incluíram “*healthcare waste management*” e “*Covid-19 pandemic*”, seguidos de “*HCW treatment technology*”, “*sustainability*” e “*reverse logistics*”.

Nos países em desenvolvimento, os estudos destacaram que a gestão inadequada de RSS é um problema central e continua sendo um desafio significativo. Assim, é prioritário estabelecer uma gestão de RSS segura e eficaz, antes de integrar soluções circulares, com a reintrodução de materiais no ciclo produtivo. A adoção da economia circular na gestão de RSS é um constante desafio, devido à natureza perigosa desses resíduos e ao aumento da geração, pela preferência por dispositivos médicos de uso único. A mudança necessária dependerá de regulamentação, cooperação entre setores e novas estratégias, como reprocessamento de dispositivos e logística reversa, para integrar resíduos recuperáveis ao ciclo de produção, reduzir custos e minimizar riscos ambientais.

Diante dos riscos de transmissibilidade e mortalidade por COVID-19, um conjunto de medidas de vigilância, preparação e proteção foram identificadas com o intuito de reduzir o risco de contaminação. O aumento significativo na geração de resíduos perigosos ultrapassou a capacidade de eliminação adequada, tornando necessárias soluções temporárias, como o armazenamento local e as estações de transferência. Para otimizar a gestão dos RSS, medidas como desinfecção por micro-ondas foi preferível para higienizar materiais capazes de ser reciclados ou reutilizados, enquanto a incineração foi indicada apenas para lidar com o volume maior de resíduos possivelmente contaminados.

Tecnologias de tratamento e descarte de RSS como esterilização a vapor, micro-ondas, incineração e aterro sanitário também foram consideradas. De acordo com a revisão, a aceitação pública, eficácia do tratamento e impactos ambientais são fatores chave na escolha da tecnologia de tratamento. A gestão de RSS requer um equilíbrio entre segurança, sustentabilidade e eficiência econômica, sendo a segregação correta dos resíduos essencial para reduzir custos e impactos ambientais.

Como possíveis limitações deste estudo, destacam-se: (i) a utilização de apenas duas bases de dados, Scopus e Web of Science, em função do programa utilizado para a análise bibliométrica (VOSViewer); e (ii) a ausência de artigos em idioma diferente do inglês e de outros documentos (capítulo de livro, teses, trabalhos de conferência e relatórios técnicos).

4 ARTIGO 2 - USO DA METODOLOGIA *VALUE-FOCUSED THINKING* PARA COMPREENDER A GESTÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE SOB A PERSPECTIVA DA SAÚDE OCUPACIONAL E AMBIENTAL

Este capítulo da tese resultou na publicação do artigo científico intitulado “*Use of the Value-Focused Thinking methodology to understand health care waste management under the perspective of occupational and environmental*” no jornal acadêmico: *Journal of Cleaner Production*.

Os autores são: Thais Tainan Santos da Silva, Ângela Regina Souza Santos, Renata Maciel, Simone Machado Santos, Lourdinha Florencio.

RESUMO

A crescente geração de resíduos de saúde acelerou muito a preocupação sobre seus potenciais efeitos negativos ao meio ambiente e à saúde pública. Nesse sentido, a aplicação de métodos e técnicas de tomada de decisão em nível estratégico tem se tornado cada vez mais indispensável para a gestão de unidades de saúde. Este artigo teve como objetivo compreender os desafios na gestão de resíduos de saúde (RSS), os principais mecanismos de ação e valores. A metodologia *Value-Focused Thinking* foi utilizada para evidenciar lacunas importantes e propor melhorias no contexto de decisão sobre segurança ocupacional e proteção ambiental, levando à criação de alternativas não vistas anteriormente e garantindo que as boas ideias seriam convertidas em ações. A estrutura foi desenvolvida por meio de questionários semiestruturados, listas de observação e entrevistas, conduzidas para expor os valores dos principais *stakeholders* (gestores, profissionais de saúde e profissionais de limpeza) de 10 unidades de saúde pública selecionadas em Caruaru (Brasil). Como resultado, a investigação evidenciou quatro objetivos fundamentais para o contexto de decisão: melhoria na segurança do trabalho e ambiental; melhoria nas práticas de gestão de RSS; melhoria na gestão de recursos; fortalecimento da rede de comunicação com *stakeholders*. A partir da análise dos atributos associados aos objetivos fundamentais, foi possível identificar ações que devem ser implementadas com maior prioridade e, em curto prazo, visando obter resultados positivos, principalmente nas práticas de gestão e no gerenciamento seguro de resíduos de saúde. O estudo resultou de uma investigação que despertou os participantes sobre aspectos pouco questionados no cotidiano. Implementar ações de segregação e reciclagem de materiais, com monitoramento e compartilhamento de dados, aumentará a confiança da população e a segurança do ambiente e dos profissionais. As alternativas derivadas do método VFT consideram as perspectivas dos principais *stakeholders* na gestão de RSS, auxiliando tomadores de decisão e formuladores de políticas a desenvolver estratégias de gestão mais assertivas e fundamentadas.

Palavras-chave: gerenciamento de resíduos hospitalares; metodologia VFT; segurança ambiental; tomada de decisão.

INTRODUÇÃO

O surgimento de novos medicamentos, procedimentos médicos, exames e protocolos para o tratamento de doenças acelerou muito o problema do gerenciamento de resíduos de saúde (RSS). Simultaneamente, há preocupações crescentes sobre descartes inadequados e baixas percepções sobre os riscos associados aos RSS, especialmente em países de baixa e média renda (MINOGLOU; GERASSIMIDOU; KOMILIS, 2017; ODONKOR; MAHAMI, 2020).

RSS compreendem todos os resíduos gerados em instalações de saúde humana e animal, como hospitais, clínicas, consultórios médicos, consultórios odontológicos, bancos de sangue, hospitais/clínicas veterinárias, instalações e laboratórios para pesquisa médica (EPA, 2023). A Organização Mundial da Saúde (OMS) também inclui resíduos de fontes menores e dispersas, como unidades de atendimento móvel e assistência médica domiciliar (WHO, 2014). Os RSS são categorizados em duas classes principais: resíduos não perigosos e resíduos perigosos, que apresentam características infecciosas, químicas, tóxicas, radioativas e cortantes (WHO, 2014).

Nas últimas duas décadas, a gestão RSS se tornou uma questão importante, considerando seu potencial efeito negativo tanto para aqueles que lidam, manipulam ou são expostos a resíduos, rotineiramente, quanto para a comunidade, ecossistemas e meio ambiente (KARKI *et al.*, 2020; OLANIYI; OGOLA; TSHITANGANO, 2019; VATOVEC; SENIER; BELL, 2013).

Conseqüentemente, nos últimos anos, a gestão de RSS progrediu no desenvolvimento de políticas, diretrizes e manuais. O “*The Blue Book*” da OMS é um importante documento orientador com abordagens sugeridas por agências internacionais, como as Convenções de Basileia e Estocolmo e o Banco Mundial (WHO, 2014). Ainda assim, muitos desafios à gestão de RSS persistem, particularmente em países em desenvolvimento com questões políticas, regulatórias, técnicas, econômicas e culturais adversas (ANSARI *et al.*, 2019; DELMONICO *et al.*, 2018; THAKUR, 2021).

As estratégias de gestão de RSS moldaram tópicos de pesquisa relevantes por razões de saúde pública e segurança ambiental. A literatura tem documentado cada vez mais as preocupações sobre a pressão na demanda de equipamentos e materiais de saúde (AHMAD *et al.*, 2021; ALIZADEH; MAKUI; PAYDAR, 2020; IVANOV, 2020) e com o aumento drástico de resíduos infecciosos e o impacto de seu descarte no meio ambiente (KARGAR; PAYDAR; SAFAEI, 2020; MOSQUERA *et al.*, 2014; SILVA

et al., 2022). Estudos anteriores relataram a capacidade dos RSS em espalhar patógenos, causando diversas doenças infecciosas e não infecciosas, bem como ferimentos no local de trabalho, quando materiais cortantes são manuseados (LIAO; HO, 2014b; SHIFERAW; ABEBE; MIHRET, 2012; VEILLA; SAMWEL, 2016). Outros estudos mostram a importância do transporte e descarte seguros de RSS na prevenção de acidentes (ALI; WANG; CHAUDHRY, 2016b; SILVA *et al.*, 2022; ZHAO *et al.*, 2021c).

As barreiras para alcançar um sistema de gestão de RSS eficiente tornaram-se mais evidentes com o aumento de resíduos infecciosos gerados durante a pandemia da COVID-19. A pandemia da COVID-19 impôs uma emergência global e levantou questões sobre a prática do gerenciamento de materiais perigosos. De acordo com Thakur (2022), as taxas de geração de resíduos de saúde aumentam após o crescente número de pacientes infectados pela COVID-19. O aumento da quantidade de equipamentos de proteção individual utilizados (máscaras, luvas, protetores, entre outros) e a ampla geração de resíduos infecciosos em hospitais, centros de saúde e até mesmo em domicílios têm sido destacados com preocupação em pesquisas que reafirmam a importância e a priorização do manuseio, tratamento e descarte seguros para minimizar as consequências relacionadas aos RSS (HANTOKO *et al.*, 2021b; SILVA *et al.*, 2021; SINGH; OGUNSEITAN; TANG, 2022; TSAI, 2021).

Considerando a necessidade de melhorias na operação de unidades de saúde em relação à gestão dos RSS, a aplicação de métodos e técnicas de gestão é cada vez mais indispensável. Alguns estudos demonstram o uso de métodos de tomada de decisão (CHAUHAN; SINGH, 2016; LI; DIETL; LI, 2021; MAKAJIC-NIKOLIC *et al.*, 2016; THAKUR; ANBANANDAM, 2016) aplicados à gestão dos RSS. No entanto, a metodologia *Value-Focused Thinking* (VFT) na gestão dos RSS é limitada, considerando que a referida metodologia desempenha um papel essencial no contexto do estudo, e o alinhamento entre esses dois temas representou uma diferença importante nesta pesquisa. A metodologia VFT aborda principalmente situações de decisão considerando o valor, não focando nas alternativas existentes de forma limitada. Keeney (1992) considerou a importância de incluir o VFT para melhorar a tomada de decisão. Para este autor, o VFT surge como um contraponto à abordagem do pensamento focado em alternativas, em que o tomador de decisão primeiro identifica as alternativas e depois escolhe a melhor com base em critérios específicos. Abordagens estratégicas, lógica e conceitos sistemáticos são utilizados

para estruturar qualitativamente os valores, que são fundamentais e devem ser a força motriz do processo de decisão, identificando oportunidades e favorecendo a criação de alternativas (KEENEY, 1996). Portanto, a análise e a compreensão de situações de decisão proativas é uma contribuição importante da aplicação da metodologia VFT à gestão de RSS.

Além da modernização e dos avanços globais nos serviços de saúde, o aumento do número de estabelecimentos prestadores de serviços de saúde no Brasil, especialmente nos municípios de médio porte, traz a necessidade de verificar se as a gestão de RSS realizadas nesses locais estão acompanhando toda essa evolução. Nesse contexto, este artigo apresenta um estudo realizado em Caruaru, cidade brasileira de médio porte. Dada sua representatividade como cidade, pelo tamanho e presença de estabelecimentos de saúde, é interessante, bem como necessário, compreender os desafios na gestão de RSS, seus principais mecanismos de ação e valores, absorvidos e expostos pelos principais *stakeholders* (gestores, profissionais de saúde e profissionais de limpeza), visando evidenciar lacunas importantes e propor melhorias na segurança ocupacional (redução de acidentes) e na proteção ambiental (redução da poluição).

Este estudo traz uma contribuição inédita à pesquisa sobre gestão de RSS. Primeiramente, este estudo utilizou dados primários de entrevistas semiestruturadas. Esta pesquisa teve como objetivo identificar os principais desafios na gestão de resíduos de serviços de saúde em oito unidades de saúde primárias, uma unidade de atendimento de emergência e um hospital para determinar se os desafios são consistentes em todas as unidades ou variam com base nos serviços fornecidos. Em segundo lugar, o estudo apresenta estratégias potenciais para salvaguardar a saúde ocupacional e ambiental. Essas estratégias podem servir como diretrizes fundamentais para melhorar a gestão de RSS em outras unidades de saúde no Brasil, bem como em países com sistemas de saúde semelhantes.

METODOLOGIA

A questão central da pesquisa é entender as necessidades e aspirações de um grupo de *stakeholders*, e como seus valores e crenças influenciam as práticas de gestão de RSS. Os princípios de análise de decisão e VFT foram usados para identificar esses valores e articulá-los em objetivos. Os valores foram extraídos de profissionais que lidam com RSS diariamente, visando entender e mitigar os principais

desafios que eles vivenciaram para atingir o melhor desempenho em segurança ocupacional e proteção ambiental.

A metodologia do estudo é estruturada em torno da caracterização do campo de pesquisa, onde o arcabouço geral da pesquisa, as considerações éticas e o uso da metodologia VFT são detalhados. Nesse sentido, os conceitos lógicos e sistemáticos usados para identificar e estruturar qualitativamente as oportunidades de decisão, criando possíveis soluções para os problemas, são explicados.

Caracterização do campo de pesquisa

O estudo foi realizado no município de Caruaru, que desempenha importante papel centralizador. É referência para outras cidades vizinhas e se destaca como o principal polo médico-hospitalar da região, além de ser um polo acadêmico, cultural, turístico e industrial têxtil (SES, 2018).

Caruaru conta com mais de 700 estabelecimentos públicos de saúde (entre hospitais gerais, hospitais especializados, postos de saúde, clínicas, unidades básicas de saúde, entre outros) que prestam atendimento básico a especializado à população. Considerando que o município é referência médica, o estudo traz uma análise abrangente, visitando estabelecimentos públicos de saúde, com características e serviços diferenciados. Os serviços públicos de saúde foram escolhidos devido ao seu papel fundamental na integração da assistência à saúde, além dos desafios enfrentados pelo Sistema Único de Saúde (SUS). Segundo Andrade *et al.* (2018), os desafios ainda são muitos, principalmente considerando a alta demanda, a limitação de recursos financeiros, além da heterogeneidade socioeconômica e a dimensão territorial do Brasil.

A pesquisa foi conduzida com o apoio de uma revisão bibliográfica e análise de pesquisas existentes, documentos governamentais e legislação nacional com base em uma investigação de campo exploratória e qualitativa. Os dados foram coletados por meio de reuniões, utilizando como ferramenta entrevistas semiestruturadas, conduzidas seguindo um roteiro padronizado. Para compreender os principais desafios da gestão de RSS nos sistemas públicos de saúde do município, é necessário identificar os principais *stakeholders* que desempenham papéis diretos e indiretos no sistema. Kim e Ahn (1999) afirmam que para atender à complexidade de um problema, é importante entender as perspectivas de mais de um tomador de decisão, uma vez que as decisões geralmente são decididas em grupo. Nesse

sentido, foram consideradas as opiniões dos principais *stakeholders*, e estudadas suas distintas funções e os serviços oferecidos em cada unidade de saúde. Os participantes da pesquisa foram seis gestores, 11 profissionais de saúde e quatro profissionais de limpeza, todos vinculados a oito unidades básicas de saúde (UBS), uma unidade de pronto atendimento (UPA) e um hospital pertencentes à Secretaria Municipal de Caruaru. As UBS oferecem serviços primários e continuados, sendo a principal porta de entrada e centro articulador do acesso dos usuários ao Sistema Único de Saúde (SUS) do país. As UPAs são estruturadas para atender a complexidade intermediária entre as UBS e as portas de emergência hospitalar. As UPAs auxiliam na redução de filas nos prontos-socorros dos hospitais, enquanto o papel dos hospitais é oferecer assistência especializada à saúde para pacientes de média e alta complexidade (MS, 2013). A Figura 1 apresenta as informações básicas sobre os entrevistados e as unidades de saúde.

Considerações éticas

O protocolo desta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Pernambuco (CAAE: 61909822.0.0000.5208). Todos os participantes que concordaram em participar do estudo receberam um termo de consentimento livre e esclarecido delineando o objetivo do estudo, a livre decisão de participar ou recusar e a garantia quanto aos dados para fins de pesquisa.

Uso do Pensamento Focado em Valor

No processo convencional de tomada de decisão, espera-se resolver um problema escolhendo as alternativas disponíveis. Na VFT, as situações de decisão começam com os valores que levam à criação de melhores alternativas e decisões. De acordo com Keeney (1996), as alternativas existentes são relevantes apenas porque são meios para atingir os valores, que são cruciais em qualquer situação de decisão. Focar nas alternativas existentes é uma maneira reativa de pensar sobre situações de tomada de decisão. É importante primeiro identificar os valores, pois eles permitem uma abordagem proativa para analisar e entender o núcleo das situações de decisão, em vez de simplesmente reagir a elas. Assim, um esforço é alocado para tornar os valores explícitos. Abordagens estratégicas e conceitos lógicos e sistemáticos são usados para estruturar qualitativamente os valores, identificar oportunidades de decisão e criar alternativas.

A identificação dos objetivos é uma etapa importante para o desenvolvimento de abordagens estratégicas. A VFT identifica, organiza e alinha os principais objetivos hierarquicamente para criar melhores alternativas para os problemas de decisão. No entanto, Keeney (1996) destaca que apenas listar objetivos é superficial, enquanto estruturar cada objetivo é uma declaração de algo a ser alcançado. Os objetivos podem ser definidos como estratégicos, fundamentais e médios. Os objetivos estratégicos, que correspondem aos objetivos maiores do tomador de decisão, orientam a tomada de decisão de todas as organizações e são usados para tomar decisões em um nível estratégico. Os objetivos fundamentais são a base da pirâmide, os propósitos que os tomadores de decisão valorizam no contexto da decisão, enquanto os objetivos-meios são os métodos para atingir esses propósitos.

O VFT tem sido aplicado em vários contextos de pesquisa, incluindo a área de inovação e tecnologia (SHUKLA; AGARWAL; SHEKHAR, 2021), defesa e segurança (KEENEY; VON WINTERFELDT, 2010; MERRICK; GRABOWSKI, 2014) e sustentabilidade (MANNINEN; HUISKONEN, 2019; SHUKLA; MOHANTY; KUMAR, 2018). Por outro lado, no contexto ambiental, aplicações podem ser encontradas em áreas como proteção ambiental, gestão de águas, gestão de resíduos sólidos, entre outras, conforme os trabalhos de Alencar, Priori e Alencar (2017), Abuabara, Paucar-Caceres e Burrowes-Cromwell (2019), Monte e Morais (2019).

A estruturação da metodologia VFT começa com a identificação do contexto de decisão a ser tratado e do objetivo a ser alcançado. Segundo Keeney (1992), o contexto de decisão é definido pelo conjunto de todas as alternativas possíveis, que são identificadas por meio de etapas que auxiliam na estruturação e análise mais profundas dos objetivos.

Neste estudo, a metodologia VFT foi aplicada por meio das quatro etapas descritas abaixo e detalhadas na Figura 1.

Etapa 1: Identificação dos valores

Definir objetivos é fundamental para orientar a tomada de decisão. Embora não seja uma tarefa fácil, a metodologia VFT possui técnicas que podem auxiliar na identificação dos valores e na compilação de uma lista inicial de objetivos. Para tanto, foram realizadas entrevistas semiestruturadas utilizando questões abertas apoiadas no roteiro de entrevista (Quadro 1) e aplicadas a cada stakeholder, pessoal e individualmente. As questões foram construídas com o suporte de técnicas indicadas

por Keeney (1996), e adaptadas para a perspectiva na área da saúde. O roteiro de entrevistas foi ajustado para a situação encontrada, permitindo a reorganização das questões, reformulação e inclusão de novas questões, conforme necessário. Essa abordagem facilitou o processo interativo de coleta de dados em campo, promovendo a troca de informações, *feedback* e ajustes contínuos com base na experiência de cada profissional entrevistado, visando identificar possíveis objetivos.

Por meio do processo interativo das questões, foram geradas listas de desejos, metas, comparações entre alternativas, objetivos genéricos e perguntas sobre os principais problemas e consequências. Essa abordagem forneceu orientação redundante na identificação de objetivos, o que não é considerado um problema, pois é mais fácil perceber objetivos repetitivos quando listados do que identificar aqueles ausentes. Com as informações coletadas, foi possível definir uma lista de objetivos preliminares.

Quadro 1 - Perguntas da entrevista semiestruturada.

Guia de entrevista: Perguntas para estruturar valores
Quais são os principais problemas que você percebe em relação à gestão de resíduos de serviços de saúde (segregação, embalagem, identificação, armazenamento, tratamento e descarte)?
Descreva qual(is) é(são) a(s) melhor(es) solução(ões) para este(s) problema(s) e as consequências ruins deste(s) problema(s).
Em relação à gestão dos RSS, o que precisa ser melhorado em relação à situação atual?
Há alguma preocupação sobre a gestão dos RSS em relação aos aspectos ambientais, sociais, econômicos ou de segurança que você considera relevantes?
O que tem sido bem-sucedido em relação à gestão dos RSS no estabelecimento de saúde? Há algo que precisa ser melhorado em relação à situação atual?
O que é desejado sob o ponto de vista da certificação de gestão, presumindo que não haja limitações ou restrições de recursos? O que você acha que precisa ser feito para atingir uma gestão de RSS de excelência na unidade?
Existe algum tipo de limitação quanto às ações de boas práticas (cronograma, material, espaço, financeiro, treinamento etc.) na instituição em relação à gestão de RSS?
O que você considera como o principal objetivo a ser alcançado (curto prazo/mais urgente) para a gestão de RSS?
Por que esse objetivo é importante e como você pode alcançá-lo?
Quais valores (melhorias, vantagens, qualidades) uma gestão de RSS eficiente trará para a sociedade ao seu redor? E negativamente, você consegue ver algo?
Por favor, faça uma lista de objetivos gerais (alguns objetivos podem ser redundantes).

Fonte: Adaptado de Keeney (1996).

Etapa 2: Conversão de valores em objetivos hierárquicos

Os objetivos preliminares foram avaliados quanto à redundância, ao nível de relação e à razão entre eles. Assim, foi possível iniciar o processo de priorização, identificando os objetivos fundamentais e de meios. Para isso, foi aplicado o teste “*Why Is That Important (WITI)*” para avaliar se o objetivo analisado é importante para atingir outro objetivo (objetivo médio), ou se é o motivo de maior interesse (objetivo fundamental) para atingir o resultado final da decisão (KEENEY, 1992). Dessa forma, foi possível estruturar uma rede de relacionamentos entre os objetivos, denominada rede meio-fim.

Etapa 3: Validação dos objetivos e novos insights

Uma vez priorizados, um novo contato com os *stakeholders* foi necessário para chegar a um acordo sobre os objetivos. Para isso, cada stakeholder recebeu sua lista original de objetivos, a lista com os objetivos dos *stakeholders* integrados, a hierarquia de objetivos fundamentais e os objetivos da rede de meios. Durante o processo, os objetivos foram reavaliados e novos insights foram evidenciados. Nesta etapa, são desenvolvidas medidas de avaliação para os objetivos fundamentais, para mensurar o grau em que o objetivo é alcançado. Para isso, é necessário o uso de atributos, que foram desenvolvidos para um determinado contexto de decisão, com o apoio dos envolvidos na pesquisa.

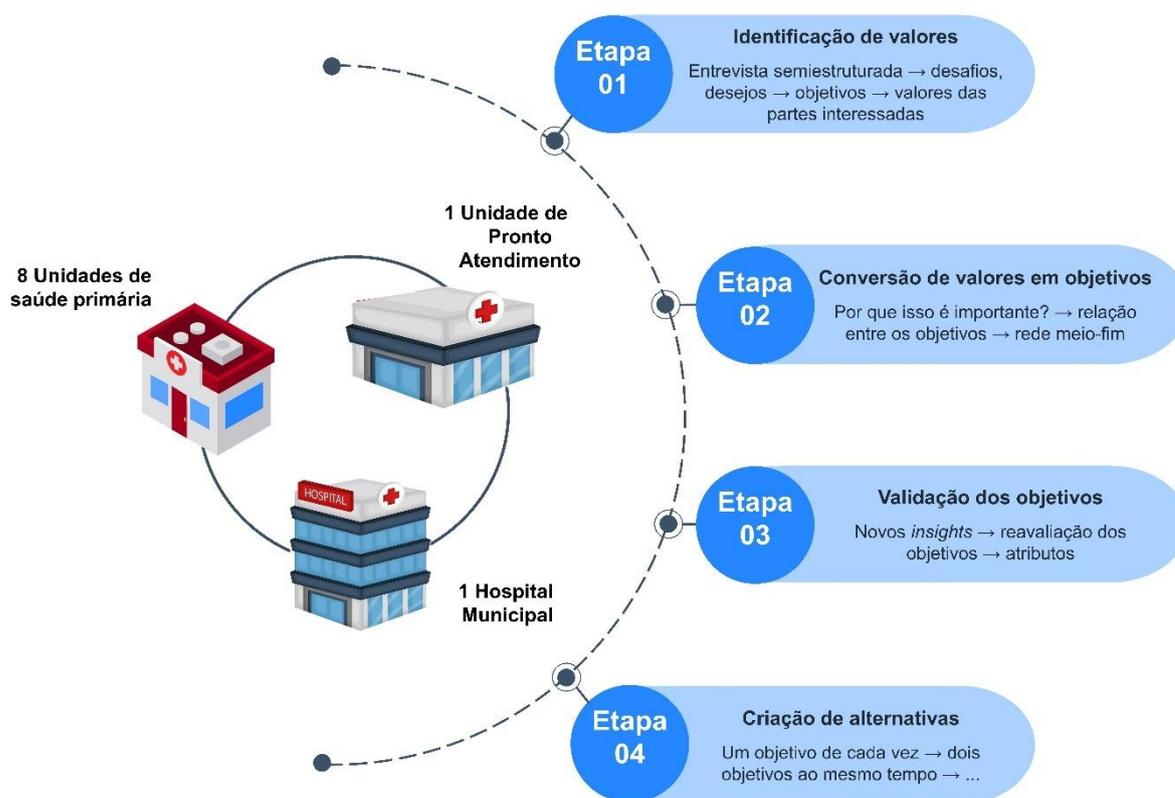
Etapa 4: Criação das possíveis alternativas

O envolvimento e interação dos *stakeholders* desde o início, a participação nas entrevistas, a validação dos objetivos e o oferecimento de novos insights permitiram chegar a um sólido consenso de informações que levaram à formulação de alternativas e soluções para o problema de decisão. Segundo Lucko e Rojas (2010), envolver os participantes no início, durante e depois da pesquisa é a melhor maneira de garantir sua validade.

Nesta etapa, a criação de possíveis alternativas para abordar o problema de decisão foi estimulada pelos seguintes pontos:

- i. Análise de um objetivo por vez (pensar em alternativas desejáveis considerando o objetivo analisado como o único);
- ii. Análise de dois objetivos ao mesmo tempo (pensar em alternativas desejáveis para ambos);
- iii. Análise de três ou mais objetivos ao mesmo tempo (pensar em alternativas desejáveis para o conjunto de objetivos);
- iv. Análise de todos os objetivos mutuamente (examinar as alternativas geradas e a possibilidade de combinar algumas delas em uma única alternativa).

Figura 1 - Etapas da Metodologia do Pensamento Focado em Valor.



	Participantes da pesquisa	Internação	Equipe	Tipos de serviços de saúde fornecidos
	4 gestores, 7 enfermeiros, 2 profissionais de limpeza	Sem leito	Equipe fixa	Consulta médica, injeções, curativos, vacinas, tratamento odontológico, medicamentos básicos.
	1 gestor, 1 enfermeiro, 1 coordenador da comissão de controle de infecção hospitalar, 1 profissional de limpeza	Leito de observação	Equipe por turno	Serviço de raio X, eletrocardiografia, pediatria, exames laboratoriais, etc.
	1 gestor, 1 enfermeiro, 1 farmacêutico, 1 profissional de limpeza	Leito	Equipe por turno	Cirurgias eletivas, tratamento clínico de acordo com cada especialidade, etc.

Fonte: A autora (2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrição do problema

No Brasil, a Agência de Vigilância Sanitária, por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 222 (ANVISA, 2018) e da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente n° 358 (CONAMA, 2005) estabeleceu a classificação, diretrizes, atribuições, responsabilidades e procedimentos para o manuseio e gerenciamento dos RSS. De acordo com as resoluções citadas, os RSS são classificados em biológicos (aqueles capazes de oferecer riscos de infecção), químicos (com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade), radioativos, comuns (equivalentes aos resíduos domiciliares) e perfurocortantes (lâminas, agulhas, ampolas de vidro, entre outros).

A legislação brasileira atribui aos gestores de RSS toda a responsabilidade pela gestão interna e externa de seus resíduos por meio da implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Saúde (PGRSS). O PGRSS é um documento orientador que relata todas as etapas do planejamento que devem ser tomadas pelo gestor para prevenir acidentes de trabalho, minimizar impactos ambientais adversos e proteger a saúde pública.

Dada a heterogeneidade dos resíduos produzidos na prestação de serviços de saúde e a quantidade significativa de resíduos semelhantes aos resíduos domésticos, o PGRS também inclui: (i) a necessidade de estimular a redução da geração de resíduos; (ii) o uso racional de materiais descartáveis e equipamentos médicos; (iii) a segregação seletiva de materiais recicláveis; (iv) ações que reduzam o impacto ambiental apoiando a redução da geração de resíduos e minimizando a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários ou descartados de forma inadequada.

Embora o arcabouço legal brasileiro seja harmonioso e abrangente em informações, atingindo grandes e pequenos geradores, a situação no Brasil poderia ser mais favorável, e muitas instalações de saúde não conseguem atender integralmente às regulamentações. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2021), cerca de 30% dos municípios brasileiros ainda realizam a destinação final dos RSS sem nenhum tipo de tratamento prévio. Os municípios que oferecem serviços de gerenciamento completo ou parcial descartam seus resíduos da seguinte forma: (i) incineração (43,4%); (ii) autoclavagem (21,6%); (iii) micro-ondas (4,8%).

Estudos reforçam que as práticas inadequadas em unidades públicas de saúde no Brasil respondem à fragilidade na implementação do Plano de Gestão de RSS (ALVES *et al.*, 2014; MOREIRA; GÜNTHER, 2013).

Potenciais barreiras foram identificadas por Delmonico *et al.* (2018) em hospitais brasileiros. Fatores como a falta de diretrizes gerenciais, número insuficiente de funcionários na gestão de resíduos e a falta de conhecimento das partes envolvidas na Gestão de RSS foram as barreiras mais significativas. Por serem unidades responsáveis pelas maiores quantidades de RSS, os hospitais desempenham um papel importante no gerenciamento de todos os resíduos produzidos nesses ambientes. De Aguiar hugo e Lima (2021) investigaram seis hospitais brasileiros durante a pandemia da COVID-19, e observaram que, embora bem avaliados pelo Índice de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde desenvolvido pelos pesquisadores, os hospitais apresentaram dificuldades em treinar seus funcionários adequadamente. Esse fato pode ser um problema ainda mais significativo durante a pandemia, quando todo cuidado é extremamente importante para reduzir a propagação da doença.

Qualquer estabelecimento que forneça cuidados humanos ou animais deve gerenciar os RSS de forma criteriosa. Não obstante, a ausência de dados consolidados e permanentes que abordem a gestão de RSS em países em desenvolvimento, como o Brasil, justifica a necessidade de estudos nacionais e regionais mais detalhados para melhorar a compreensão dos principais problemas e a busca de possíveis soluções para cada realidade.

Entendendo a situação e definindo os objetivos

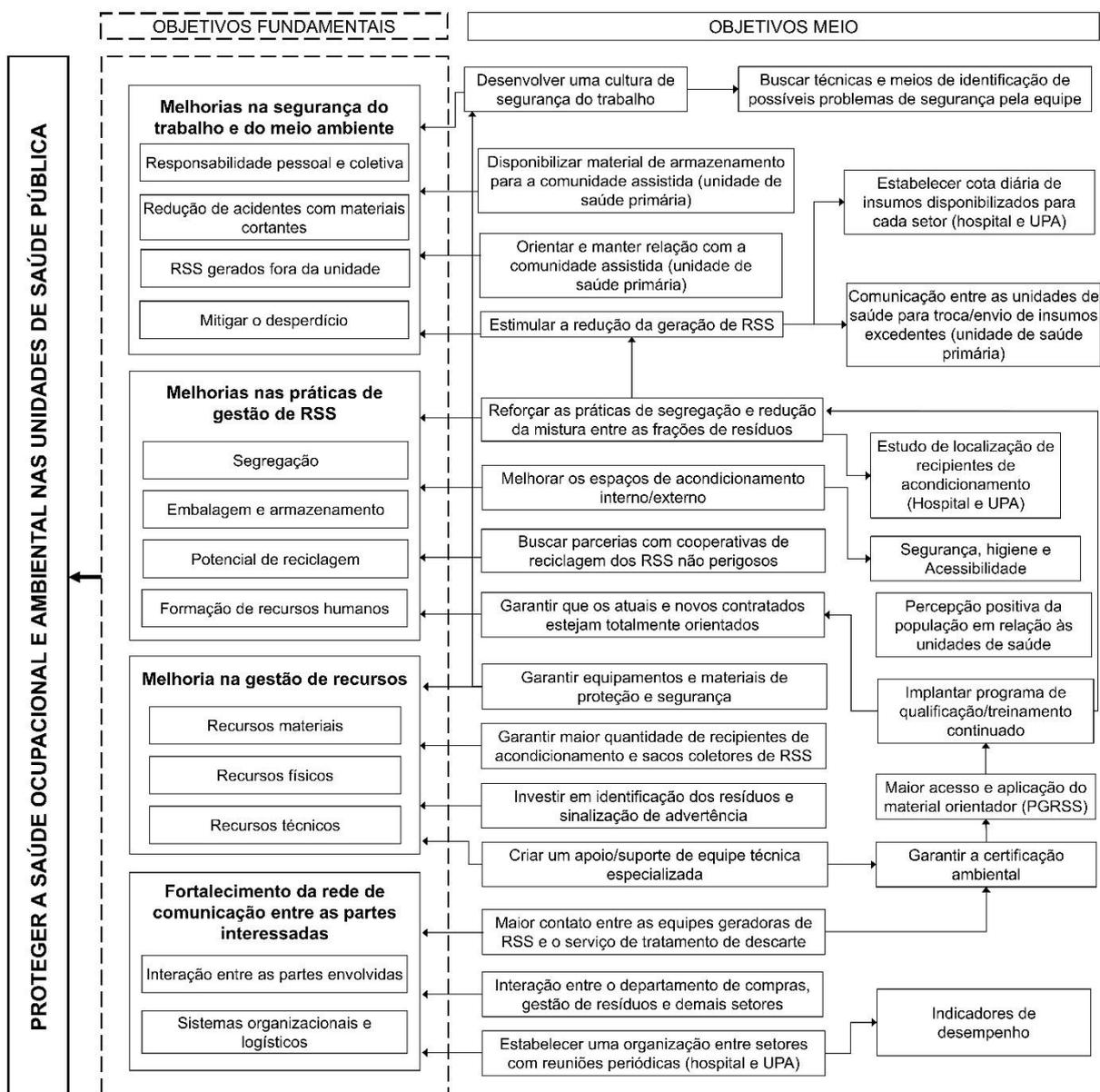
As reuniões e entrevistas com os principais envolvidos na gestão de unidades de saúde do município de Caruaru resultaram em discussões sobre as dificuldades existentes na gestão de RSS e os valores apresentados por eles. Assim, foi possível estabelecer um conjunto lógico e compreensível de objetivos alcançáveis. A questão que os entrevistados mais enfatizaram foi relacionada ao cumprimento da regulamentação vigente de forma a melhorar as práticas de gerenciamento de resíduos nas unidades de saúde, a qualidade do serviço prestado e, conseqüentemente, a garantia da segurança ocupacional e proteção ambiental (interna e extramuros das unidades de saúde). Esses aspectos evidenciam que a ideia de proteger a saúde ocupacional e ambiental em unidades de saúde públicas,

utilizando a gestão de RSS como um importante indicador de qualidade, deve ser o contexto do objetivo estratégico da pesquisa.

À medida que as discussões se seguiram, o estímulo ao desenvolvimento de valores resultou em um conjunto de objetivos. Para separar os tipos de objetivos e estabelecer a relação existente entre eles, foi necessário primeiro identificar os objetivos-meios que eram importantes para atingir os objetivos fundamentais. Neste estudo, vários objetivos-meios foram relacionados a desafios comuns em todas as unidades de saúde analisadas, enquanto outros foram específicos para cada tipo de estabelecimento de saúde, considerando os serviços prestados. Os objetivos-meios convergiram para objetivos fundamentais de maior interesse no contexto decisório. Esses objetivos apresentaram um padrão coerente direcionado ao objetivo estratégico, sendo estruturados em quatro segmentos: (i) priorizar a saúde e a segurança; (ii) melhorar as práticas de gestão; (iii) melhorar a gestão de recursos; e (iv) fortalecer a rede de comunicação entre as partes interessadas.

Considerando a árvore de decisão, os objetivos-meios são a forma de atingir os objetivos fundamentais. Após várias interações com os *stakeholders* entrevistados, foi desenvolvida a árvore de decisão, que ofereceu novos comentários e validação. O objetivo estratégico, os objetivos fundamentais, os gerais e os específicos, das unidades de saúde do estudo e os objetivos-meios configuram a rede meio-fim apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Rede meio-fim.



Fonte: A autora (2024).

Melhorias na segurança do trabalho e do ambiente

A segurança deve ser promovida em todas as oportunidades, e este foi um ponto importante discutido nas entrevistas. Neste sentido, foram apontadas fragilidades nas práticas realizadas pelas equipes nas unidades básicas de saúde, unidade de pronto atendimento e hospital.

A redução do número de acidentes reflete a garantia de que as equipes em todas as unidades de saúde têm responsabilidade pessoal e coletiva quanto à segurança em todas as atividades. Isso só é possível quando as unidades de saúde contam com equipamentos de proteção individual e coletiva, materiais com

dispositivos de segurança e equipes treinadas. Os entrevistados, especialmente os profissionais de limpeza, mencionaram acidentes quando era realizada a coleta RSS.

Nas unidades básicas de saúde, são oferecidos serviços de assistência domiciliar à saúde, com a disponibilidade de medicamentos e insumos que posteriormente se tornarão RSS. Grande parte dos resíduos gerados no atendimento domiciliar é descartada junto com outros resíduos comuns, gerados pelas famílias. Por exemplo, os resíduos perfurocortantes da autoadministração de insulina e do automonitoramento da glicemia são descartados junto com o lixo doméstico comum (ALVES *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2021, 2022). Além do descarte inadequado de RSS, muitos produtos farmacêuticos e medicamentos vencidos ou sem uso não retornam às unidades básicas de saúde. Dessa forma, podem entrar na rota do lixo doméstico comum ou acumulá-los nos domicílios, favorecendo a automedicação.

Unidades de pronto atendimento e hospitais estão preparados para atender casos de alta complexidade, urgência e emergência. Para isso, salas que prestam diferentes serviços recebem uma cota de insumos a serem utilizados mensalmente. Apesar disso, a busca por insumos e materiais diretamente no setor farmacêutico provoca a subutilização dos carrinhos de insumos nas salas de prestação de serviços, o que resulta em um maior volume de materiais fora do prazo de validade sendo descartados junto com os RSS. Portanto, aumentar a segregação e reduzir o desperdício e a geração de resíduos são passos importantes para melhorar os sistemas de tratamento e minimizar o impacto ambiental.

Os entrevistados consideraram que qualquer material utilizado para garantir a segurança na prestação de serviço ao paciente deve ser considerado prioritário, sendo o uso adequado e consciente do material ou insumo a melhor forma de minimizar a geração de RSS. Para isso, dois pontos foram destacados como proeminentes: (i) a manutenção do contato entre as unidades de saúde públicas municipais para troca e entrega de materiais/equipamentos excedentes; e (ii) o conhecimento da taxa de geração de resíduos para caracterizar o perfil das unidades de saúde, identificar falhas e o crescimento da geração de RSS.

Todas as unidades de saúde estudadas relataram desconhecer as taxas de geração de resíduos comuns, químicos e recicláveis. Apenas os resíduos infectantes são pesados durante cada coleta e descarte semanal, que é realizado por uma empresa terceirizada.

Melhorias nas práticas de gerenciamento de resíduos de saúde

Embora a segregação seja uma das principais operações, pois determina o cumprimento das etapas posteriores, falhas foram identificadas nesta etapa. Segundo Fraifeld *et al.* (2021), a segregação realizada incorretamente, no ponto de origem, pode levar ao uso inapropriado ou alocação inadequada de recursos financeiros, poluição ambiental, com conseqüente aumento de custos para as organizações. Os entrevistados destacaram o frequente aparecimento de resíduos recicláveis e comuns em recipientes de resíduos infecciosos e/ou perfurocortantes, o que torna a coleta e o tratamento de resíduos em geral mais caros. Portanto, os entrevistados identificaram esse ponto como uma oportunidade de melhoria.

Os entrevistados identificaram a falta de identificação dos recipientes para coleta de RSS e a presença de estagiários e seus monitores realizando atividades de aprendizagem nas unidades como fatores contribuintes para as falhas na segregação de resíduos. Além disso, a falta de um programa de qualificação contínua da equipe envolvida na gestão de RSS maximiza o problema, uma vez que a insegurança ou incerteza sobre a periculosidade dos resíduos resulta em descarte e tratamento inadequados. A abordagem chamada de “*blanket*”, usada quando, na dúvida, todo resíduo é considerado infeccioso, pode ser evitada onde há um alto nível de treinamento e comunicação entre a equipe clínica e de apoio. Os resíduos de cada paciente devem ser tratados de acordo com seu estado de infecção conhecido (WHO, 2014).

A colocação de lixeiras para resíduos infecciosos ao lado de pacientes acamados na unidade de pronto atendimento e no hospital contribuiu para que pacientes e acompanhantes descartassem resíduos comuns (marmitas, colheres, copos descartáveis) nesses recipientes. Considerando o princípio da precaução, o estudo sobre a colocação de lixeiras é importante para: (i) evitar riscos aos pacientes e acompanhantes, especialmente porque muitos deles apresentam níveis de conhecimento variados; (ii) reduzir o risco/impacto ambiental e o custo do descarte incorreto de resíduos não perigosos e tratamentos desnecessários. Harding *et al.* (2021) consideraram o estudo sobre posicionamento e combinação de lixeiras como uma oportunidade para um projeto de redução de desperdício em salas cirúrgicas.

A necessidade de melhoria dos espaços para armazenamento interno e externo de RSS também foi relatada como um ponto de melhoria. As boas práticas de gestão de RSS dependem da disponibilidade de espaços suficientes para

armazenamento de resíduos. A discussão sobre a melhoria das áreas para armazenamento externo de resíduos de saúde levou a dois pontos importantes: (i) a segurança e higiene dos espaços (com pisos e paredes laváveis e impermeáveis, e portas com fechadura e proteção contra roedores e vetores); e (ii) a acessibilidade para coleta externa e ambientes separados para os grupos de resíduos comuns e perigosos.

Embora as unidades tenham espaços reservados para o acondicionamento de RSS, a falta de ambientes separados para o armazenamento de recipientes para resíduos biológicos, perfurocortantes e não perigosos foi indicada pelos entrevistados como uma fragilidade da gestão de RSS, principalmente porque a presença de resíduos orgânicos atrai vetores e roedores para o mesmo ambiente dos resíduos perigosos. Além disso, alguns entrevistados demonstraram preocupação com o gerenciamento de resíduos não perigosos produzidos nos ambientes que prestam serviços de saúde, destacando a necessidade de um gerenciamento direcionado ao uso de resíduos recicláveis. Nesse sentido, Ali e Geng (2018) destacam que os países em desenvolvimento precisam de ajuda para implementar práticas eficientes para a reciclagem de RSS, mesmo quando esses resíduos apresentam um potencial valor econômico.

O crescente reconhecimento dos impactos ambientais causados pelos RSS tem ganhado destaque. Ao mesmo tempo, há uma conscientização crescente de que uma grande parcela dos resíduos não perigosos gerados em instalações de saúde é potencialmente reciclável ou compostável. Esses fatores combinados podem levar a uma transformação na gestão de RSS. Essa mudança reduziria os custos de descarte e geraria economia por meio da recuperação e reciclagem de outros materiais.

Melhoria na gestão de recursos

Uma gestão de resíduos hospitalares mais eficiente, que leve a um melhor aproveitamento dos recursos e tenha impacto positivo no desempenho financeiro, principalmente em estabelecimentos com recursos financeiros limitados, é particularmente importante. A não conformidade de diversas práticas de gestão de resíduos hospitalares está relacionada a deficiências na gestão de recursos físicos e materiais. Outra reclamação recorrente dos entrevistados e verificada durante as visitas foi relacionada ao tamanho dos recipientes de armazenamento de resíduos (sacos e lixeiras). Muitas vezes, os sacos mais caros, específicos para resíduos

biológicos (saco branco leitoso) são utilizados em lixeiras comuns, na ausência de sacos pretos, específicos para resíduos comuns. Problemas como esses dificultam a identificação do tipo de resíduo, o que compromete todo o gerenciamento de resíduos hospitalares (a segurança dos profissionais que os coletam, o descarte e o tratamento final); além disso, o uso inadequado dos sacos de lixo pode adicionar custos indevidos à unidade de saúde.

Em relação aos resíduos perfurocortantes, alguns entrevistados relataram a falta de suportes para caixas de armazenamento, dificultando o posicionamento dos recipientes nas salas de atendimento. A falta de suporte para caixas de armazenamento de perfurocortantes pode favorecer o risco de quedas e aberturas, além do esvaziamento e/ou reposição dos resíduos. Deficiências na quantidade e volume das caixas coletoras disponíveis nas unidades de saúde têm resultado em superlotação, com volume de resíduos perfurocortantes acima do permitido. A situação pode se tornar ainda mais desfavorável caso as unidades básicas de saúde passem a receber resíduos perfurocortantes gerados no atendimento domiciliar.

O uso de um sistema de sinalização, identificação dos RSS e de equipamentos de segurança individual e coletiva adequados impacta positivamente na segurança e higiene do ambiente de trabalho e favorece o correto manejo dos RSS. Nesse sentido, as unidades de saúde devem reforçar a importância da disponibilidade de equipamentos de proteção individual, principalmente para os profissionais de limpeza que ainda precisam receber os equipamentos necessários (botas, luvas de látex, máscaras e uniformes) regularmente. Todos os entrevistados relataram a necessidade de um investimento mais significativo na identificação de símbolos, cores e frases nas lixeiras nas áreas internas e externas dos estabelecimentos, além da ausência de placas de advertência com informações educativas sobre os perigos nas áreas externas de armazenamento.

Em relação ao acondicionamento externo, as condições inadequadas dos recipientes (abertos e enferrujados) têm favorecido a dispersão de resíduos comuns na área de armazenamento, atraindo roedores e vetores. A falta de recipientes capazes de suprir a necessidade semanal fez com que, em determinados momentos, algumas unidades de saúde ficassem com excesso de resíduos biológicos armazenados em coletores inadequados. Os profissionais de limpeza segregam e armazenam os RSS diariamente. Uma empresa terceirizada coleta os resíduos perigosos uma vez por semana nas unidades básicas de saúde e três vezes por

semana em uma unidade de pronto atendimento e hospital. A gerência sempre concede a aquisição dos tambores coletores de resíduos perigosos. No entanto, os entrevistados relatam que o tempo do processo de compra pode prejudicar a eficiência do gerenciamento de resíduos. Esse problema ocorre quando a taxa de geração de resíduos e suas variações semanais e sazonais são desconhecidas.

Um aspecto relevante abordado nas entrevistas foi o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS). A cópia do PGRSS, disponível em qualquer unidade de saúde para consulta pelos órgãos de vigilância sanitária ou ambiental, funcionários, pacientes ou público em geral, é uma exigência estabelecida pela legislação nacional (ANVISA, 2018; CONAMA, 2005). No entanto, a ausência de cópias do PGRSS e a necessidade de conhecimento detalhado sobre as diretrizes para garantir a implementação dos processos de gestão de RSS refletem a necessidade de um documento norteador que apoie o planejamento, a implementação e a busca por melhorias. Ainda assim, os entrevistados reforçaram que, apesar de lidarem diariamente com RSS, precisam de mais conhecimento técnico para trazer novos arranjos de gerenciamento de resíduos médicos, sugerindo a necessidade de suporte (equipe técnica/treinamento). Apenas o hospital apresenta um comitê que aborda o gerenciamento de RSS no escopo da segurança hospitalar (Comissão de Controle de Infecção Hospitalar). Os demais estabelecimentos de saúde não possuem equipes diretamente envolvidas na gestão de RSS.

Fortalecimento da rede de comunicação entre os stakeholders

Estabelecer uma organização entre os setores traz mais conhecimento sobre as particularidades de cada serviço prestado. A comunicação limitada entre os setores de compras, segurança, gerenciamento de resíduos e outros é um fator organizacional a ser melhorado em todos os estabelecimentos de saúde estudados.

Impactos ambientais, eficiência e segurança do instrumento/dispositivo adquirido, juntamente com seu custo, são aspectos fundamentais a serem considerados no momento da compra. Evitar a poluição, por medidas tomadas a montante, gera mais resultados econômicos. Para isso, as políticas de compra devem privilegiar os produtos reutilizáveis ou recicláveis, não tóxicos e com menor impacto ambiental quando descartados (WHO, 2014).

As dificuldades em aliar fatores organizacionais e logísticos com o diálogo entre *stakeholders* foram aspectos abordados por Viani, Vaccari e Tudor (2016), que

realizaram um estudo sobre como recuperar o valor de um instrumento médico de uso único (laringoscópio). As limitações na comunicação entre as equipes de compras e a gestão de resíduos médicos ficaram mais evidentes com a pandemia de COVID-19. Ahmad *et al.* (2021) identificaram falhas no fornecimento de produtos médicos para COVID-19 e os desperdícios deles decorrentes após o uso, como falhas na rastreabilidade, confiabilidade e transparência operacional.

Adicionalmente, a comunicação entre os profissionais de saúde foi um valor destacado, principalmente na unidade de pronto atendimento e no hospital, possivelmente pela passagem dos profissionais entre os turnos de trabalho. Nesse aspecto, a interação entre as equipes médica, de enfermagem e farmacêutica favorece uma melhor gestão de estoques. O acesso a informações sobre o histórico de movimentação de insumos (entrada e saída), níveis de estoque e dados de consumo (medicamentos mais prescritos, materiais médicos mais utilizados) pode reduzir as falhas no fornecimento, produtos vencidos e custos com a compra de novos produtos.

Em relação aos processos de coleta, tratamento e destinação final oferecidos pela empresa terceirizada, os entrevistados destacaram a necessidade de maior comunicação entre as unidades de saúde, o setor contratante e a empresa que executa os serviços. O fato de as unidades de saúde não terem acesso às informações e procedimentos relacionados aos serviços realizados por terceiros desfavorece a compreensão do processo cíclico de gerenciamento de resíduos. Em termos documentais, apenas o manifesto de transporte de resíduos (documento emitido pelas unidades geradoras de RSS para acompanhar o transporte dos resíduos até o destino final) é utilizado como ferramenta de gestão e integração entre as unidades geradoras e a empresa que presta o serviço de coleta.

Processos de terceirização como tratamento e destinação de RSS têm sido amplamente adotados. Isso permite que as unidades de saúde se concentrem em fornecer serviços de saúde de alta qualidade para atender à crescente demanda do mercado e controlar custos (THAKUR; RAMESH, 2017; TIRKOLAEI; AYDIN, 2021).

Contudo, essa prática também as torna dependentes de serviços terceirizados. No Brasil, embora o serviço de coleta, tratamento e destinação final de RSS seja realizado por terceiros, os geradores de resíduos continuam sendo responsáveis por seu gerenciamento, de acordo com a legislação brasileira (ANVISA, 2018; CONAMA,

2005). Portanto, os geradores de RSS devem ter cuidado ao contratar serviços terceirizados.

3.3 Definição de atributos: mensuração dos objetivos fundamentais

Com os objetivos fundamentais identificados, foi possível definir os atributos que servirão para quantificar as medidas desses objetivos. Segundo Keeney (1992), cada atributo é classificado e apresentado como forma de mensuração do objetivo. Durante as reuniões e entrevistas, os entrevistados foram convidados a compartilhar suas opiniões sobre a gestão de RSS e propor melhorias para a situação atual. Também foi solicitado que eles identificassem prioridades e atribuíssem um nível de importância a cada objetivo fundamental. Esses atributos estão listados no Quadro 2.

Quadro 2 - Nível de prioridade dos objetivos fundamentais.

Objetivos Fundamentais	Metas	Nível de prioridade*
Melhorias na segurança do trabalho e do meio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir a responsabilidade pessoal e coletiva pela segurança; • Reduzir acidentes com materiais cortantes; • Controlar os resíduos de saúde gerados fora da unidade; • Mitigar práticas que geram desperdício. 	4
Melhoria nas práticas de gestão	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento de recursos humanos; • Melhorar a segregação de resíduos; • Melhorar a embalagem e o armazenamento de resíduos; • Aumentar o potencial de reciclagem. 	5
Melhoria na gestão de recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Expandir recursos materiais; • Expandir recursos físicos; • Expandir recursos técnicos. 	3
Fortalecimento da rede de comunicação entre as partes envolvidas	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar a interação entre os setores, os profissionais e a comunidade; • Melhorar os sistemas organizacionais e logísticos. 	2

Fonte: A autora (2024).

Estimulando a criação de alternativas

A identificação ou criação de alternativas pela aplicação do VFT possibilita analisar cada objetivo separadamente e em pares, ampliando as alternativas até então não vistas e garantindo que boas ideias possam ser convertidas estrategicamente em ações. As alternativas direcionadas à priorização da saúde e segurança, melhoria das

práticas de gestão, melhoria da gestão de recursos e fortalecimento da rede de comunicação entre as partes interessadas foram formuladas após análise dos objetivos estruturados com base nos valores expressos pelos entrevistados.

Dadas as particularidades das unidades de saúde estudadas e dos serviços que prestam dentro da rede nacional de saúde, algumas das alternativas propostas foram adaptadas a cada tipo de unidade de saúde. Essas alternativas foram baseadas em objetivos-meios, que serviram de base para inspirar reflexões sobre possíveis soluções. Isso inclui, por exemplo, o fortalecimento da comunicação entre os profissionais durante as trocas de plantão (hospitais e unidades de urgência e emergência) e entre as unidades básicas e as comunidades que recebem serviços continuados. Outras alternativas gerais, como a implementação de ações de reciclagem de materiais, monitoramento e compartilhamento de dados, podem melhorar a qualidade ambiental e a percepção pública sobre as unidades de saúde. Muitas das alternativas foram geradas pela análise dos objetivos fundamentais, seus atributos e o nível de prioridade destacado pelos entrevistados. Assim, as ações alternativas geradas pela metodologia VFT, apresentadas no Quadro 3, servem para entender as perspectivas dos principais *stakeholders* na gestão de RSS e como ponto de partida para auxiliar tomadores de decisão e formuladores de políticas no desenvolvimento de estratégias mais assertivas e fundamentadas.

Elaborar sobre as diversas alternativas consideradas no estudo visa gerar um conjunto de ações promissoras, considerando os objetivos fundamentais mensurados. O processo de seleção de alternativas pode ser realizado utilizando o modelo multicritério de tomada de decisão, que não é abordado neste artigo, mas pode contribuir ainda mais para a gestão dos recursos disponíveis e alinhamento com as alternativas aqui identificadas.

Quadro 3 - Alternativas para a proteção da saúde ocupacional e ambiental em unidades públicas de saúde.

Meta	Ações
Incentivo à aquisição de equipamentos e materiais mais seguros, eficientes e com menor potencial poluente.	<ul style="list-style-type: none"> Indicar as vantagens econômicas, sociais e ambientais, a médio e longo prazo, para que a gestão entenda a importância da aquisição desses materiais (análise de custo-benefício, exemplos de casos de sucesso).
Realização de atividades de conscientização dos colaboradores sobre a produção e a periculosidade dos resíduos.	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecer uma política de recompensas setorial e individual (reconhecimento das equipes destacadas nas reuniões gerenciais, bônus semestrais por conquistas individuais, divulgação das quantidades reduzidas na mídia).
Ação em conjunto com a secretaria de saúde para iniciar os processos de segregação de recicláveis nas unidades de saúde.	<ul style="list-style-type: none"> Melhorar as práticas existentes e ajustar os locais de armazenamento para garantir que os resíduos recicláveis sejam adequados para o processo (analisar os fluxos adotados de resíduos recicláveis, verificando e corrigindo lacunas para garantir que os resíduos sejam descartados adequadamente). Estabelecer um fluxo sistemático de doação/venda de resíduos selecionados para empresas de reciclagem reconhecidas (estabelecer parcerias, desenvolver política de reciclagem, designar responsabilidades).
Criação de uma equipe de suporte para monitorar, compartilhar informações e contatar especialistas externos.	<ul style="list-style-type: none"> Criar protocolos e materiais de apoio (cartilhas, cartazes, pratos, folhetos, pops). Desenvolver programas periódicos de treinamento para os funcionários desde a admissão, incluindo estagiários e monitores, no caso de hospitais e unidades de urgência e emergência. Desenvolver campanhas de conscientização sobre a importância do gerenciamento de RSS (boletins, palestras etc.). Para as unidades básicas de saúde: Orientar a comunidade assistida quanto aos resíduos e medicamentos não utilizados (rede de logística reversa, distribuir material educativo e informativo para conscientização e orientação da comunidade).

Meta	Ações
Dimensionamento correto de locais e equipamentos para armazenagem de resíduos gerais.	<ul style="list-style-type: none"> • Definir um plano de monitoramento quali-quantitativo dos resíduos gerados, incluindo frequência e periodicidade.
Automação e padronização de processos	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver processos de cadeia de suprimentos para suprimentos médicos, permitindo a troca de informações entre todas as partes interessadas na gestão de RSS. • Selecionar tecnologias apropriadas (aplicando tecnologias inteligentes, análise de dados etc.). • Usar codificação de cores e instruções fáceis de entender. • Estabelecer análise crítica e ações corretivas em caso de violação e não conformidade com as regras (estabelecer mecanismos de denúncia, corrigir violações, reforçar treinamento etc.).
Coleta, análise e compartilhamento de dados.	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver um sistema de coleta de dados (taxa de geração de resíduos produzidos e tratados, tipologia dos resíduos, acidentes ocorridos, práticas inadequadas, entre outros). • Desenvolver e disponibilizar guias para a correta gestão de RSS (impresso ou digital).
Fortalecimento da comunicação entre os profissionais, principalmente nas trocas de plantão (hospitais e unidades de urgência e emergência).	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver uma ferramenta de avaliação, usando indicadores de desempenho como métricas para melhorar o desempenho operacional. • Desenvolver uma plataforma digital para compartilhar problemas, estabelecer as melhores práticas e compartilhar soluções.

Meta	Ações
Reuniões periódicas e planejamento anual.	<ul style="list-style-type: none">• Desenvolver um canal de comunicação para relatos de acidentes e práticas inadequadas que possam ocorrer nas unidades de saúde.• Ministras palestras sobre gerenciamento de resíduos e biossegurança (ação que pode ser incluída no programa de treinamento mencionado acima).• Planejamento anual, considerando: revisão de políticas e procedimentos relacionados à gestão de RSS, alocação de recursos e desenvolvimento de novas metas e objetivos.• Reuniões periódicas: revisar relatos de incidentes e problemas relacionados à gestão de RSS, obter feedback dos funcionários.

Fonte: A autora (2024).

CONCLUSÃO

A organização da rede de atenção à saúde no país tem como fundamentos essenciais a integralidade dos serviços, nas três esferas da gestão da saúde (atenção primária, atenção especializada e urgência e emergência), equidade de acesso e transparência da alocação de recursos. Há correlação entre gestão dos RSS e melhoria institucional, pois a eficiência nessa gestão pode reduzir custos e riscos ambientais, melhorar a saúde pública e prevenir acidentes para os envolvidos na gestão da saúde e dos resíduos e para a população assistida. Portanto, Thakur *et al.* (2021) enfatizam que a GRSS se tornou a questão mais preocupante para os hospitais em termos de melhoria de seu desempenho ambiental e, ao mesmo tempo, redução de custos com descarte de resíduos.

Para abordar a gestão dos RSS como um indicador da qualidade das unidades de saúde, o problema precisa ser analisado de forma interdisciplinar e multifatorial. Portanto, a metodologia VFT foi importante para estruturar o problema, considerando as ideias e os valores de todos os envolvidos na pesquisa, independentemente da função, experiência ou posição hierárquica. Assim, no contexto da tomada de decisão e da criação de alternativas, uma avaliação em grupo tornou-se possível como um ponto de partida para oportunidades futuras. Os resultados mostraram que medidas de baixo custo e curto prazo, como a introdução de especificações técnicas, conhecimento detalhado sobre os resíduos produzidos e o fornecimento de treinamento para melhorar as práticas de gerenciamento de resíduos (segregação, embalagem e identificação de RSS interna e externamente) podem ser implementadas. A médio e a longo prazo, melhorar a comunicação e o envolvimento entre as partes interessadas, incluindo a gestão municipal, seria importante. Alternativas prioritizadas devem ser incluídas no orçamento para que um impacto mais amplo na gestão de RSS seja possível.

Nesse sentido, a criação de protocolos aplicáveis, a formação de uma equipe de apoio para monitorar e compartilhar informações, principalmente sobre a geração de resíduos (taxa, tipologia etc.), além da implementação de ações visando o reuso e reciclagem de materiais, são medidas que podem ter um impacto positivo na gestão de RSS, a longo prazo. Como perspectivas futuras, considera-se apropriado aplicar o método de tomada de decisão multicritério para priorizar alternativas de maior relevância, considerando os atributos e aspectos já destacados neste estudo.

Implicações e limitações

Os achados desta pesquisa têm implicações importantes para os gestores de unidades de saúde no Brasil. Ao oferecer uma lista pré-identificada de barreiras comuns enfrentadas pelos stakeholders na gestão de RSS, este estudo pode auxiliar os gestores a aprimorar o planejamento, reduzir custos e economizar tempo nas operações do dia a dia. Quando planejado adequadamente, o custo financeiro das reorganizações se torna relativamente baixo em comparação aos custos associados ao planejamento e gestão deficientes.

Todos os valores, objetivos, redes de meios-fins, atributos e alternativas desenvolvidos neste estudo foram o resultado de uma investigação que levou os participantes a refletir sobre o assunto e a se conscientizar de aspectos que muitas vezes não são claros ou ignorados na vida cotidiana. Poucos estudos oferecem o nível de detalhes e profundidade em ações estratégicas capturadas nesta pesquisa. Como resultado, este estudo teve como objetivo preencher uma lacuna na literatura utilizando VFT, uma metodologia que ainda precisa ser explorada no contexto da gestão de RSS. A estruturação abrangente fornecida foi importante para demonstrar o potencial de aplicação em outros serviços de saúde dentro da estrutura organizacional de saúde pública do país.

Este estudo apresenta as seguintes limitações: (i) os objetivos fundamentais identificados por meio do processo de VFT foram baseados nas percepções das partes interessadas, o que pode introduzir vieses influenciados por sua experiência e conhecimento. No entanto, esses objetivos estavam alinhados com as metas estratégicas, representando adequadamente o contexto da pesquisa; e (ii) o estudo utilizou dados coletados de unidades de saúde no Brasil. Portanto, para aplicações em outros contextos, a identificação de valores deve ser ajustada para refletir as realidades locais.

5 ARTIGO 3 - CONVERGÊNCIAS ENTRE OS SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL, DA QUALIDADE E DE RESÍDUOS: UMA CONTRIBUIÇÃO À AVALIAÇÃO DA MATURIDADE NOS SERVIÇOS DE SAÚDE

Autores: Thais Tainan Santos da Silva, Ângela Regina Souza Santos, Simone Machado Santos, Lourdinha Florencio.

RESUMO

Uma estrutura legal sólida é essencial para a gestão eficaz de RSS, pois a falta de regulamentação e diretrizes claras geram incertezas sobre as práticas adequadas. Um sistema de gestão eficaz deve priorizar a padronização e a melhoria contínua para garantir o atendimento à legislação. Neste sentido, esta pesquisa apresenta um modelo de avaliação de maturidade como ferramenta organizacional para avaliar um sistema de gestão integrada (SGI) em estabelecimentos de saúde. Baseado nas normas ISO 14001 (sistema de gestão ambiental), ISO 9001 (sistema de gestão de qualidade) e na RDC n° 222 (gestão de resíduos de serviços de saúde), e apoiado pela ferramenta de avaliação rápida de gestão de RSS da Organização Mundial da Saúde, o modelo proposto visa aprimorar a sustentabilidade e a segurança ambiental, identificando o nível de maturidade organizacional, a fim de fomentar a melhoria contínua na gestão de RSS. A pesquisa baseou-se em entrevistas e na revisão bibliográfica envolvendo as normas ISO e métodos de avaliação de maturidade de sistemas de gestão organizacional existentes, de modo a apoiar a estruturação do modelo de avaliação de maturidade. O modelo é composto por cinco níveis que permitem o entendimento da integração dos sistemas mencionados e seu estágio de evolução, baseando-se nos pilares: (i) gestão, finanças e regulamentações legais; (ii) aplicação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde; (iii) segurança ocupacional; (iv) treinamento e monitoramento. O modelo poderá auxiliar os gestores a identificar o estágio atual de maturidade e a planejar ações para aprimorar sua gestão organizacional.

Palavras-chave: ISO 14001; ISO 9001; maturidade da gestão; RDC n°222; sistema de gestão integrada.

INTRODUÇÃO

A prestação de serviços de saúde gera resíduos, comumente denominados de resíduos de serviços de saúde, hospitalares, médicos, biomédicos ou clínicos. A maior parte, cerca de 75% a 90%, é composta por resíduos não perigosos, semelhantes aos resíduos domésticos comuns, que não apresentam riscos específicos. No entanto, entre 10% e 25% dos resíduos são classificados como perigosos ou especiais, incluindo categorias como perfurocortantes, infecciosos, patológicos, farmacêuticos, químicos e radioativos (WHO, 2014). Esses resíduos perigosos representam riscos significativos à saúde e ao meio ambiente e exigem manejo adequado.

Os avanços tecnológicos, os novos tratamentos, medicamentos e procedimentos médicos propiciaram a expansão dos sistemas de saúde, resultando no aumento da demanda por equipamentos e suprimentos médicos e, conseqüentemente, na produção de RSS. Contudo, em muitos países, o descarte inseguro e a gestão inadequada de RSS têm se tornado uma preocupação crescente (MINOGLOU; GERASSIMIDOU; KOMILIS, 2017; ODKOR; MAHAMI, 2020).

A gestão inadequada de RSS, agravada pelo uso inadequado de equipamentos de proteção individual e coletiva, manuseio e armazenamento de resíduos incorretos, expõe trabalhadores, profissionais de saúde e o público a diversos riscos à saúde (KARGAR; PAYDAR; SAFAEI, 2020; MOSQUERA *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2022). Além disso, o transporte, o tratamento e o descarte inadequados desses resíduos contribuem para a poluição atmosférica, ecossistemas terrestres e aquáticos (ZHANG *et al.*, 2015).

No contexto global, a proteção à saúde e à segurança ambiental emergem como as principais motivações para a implementação eficaz de um sistema de gestão de RSS. No entanto, em países em desenvolvimento, a gestão de RSS enfrenta desafios devido a uma série de questões regulatórias, políticas, financeiras, tecnológicas e humanas, que dificultam a implementação de melhorias significativas. (AUNG; LUAN; XU, 2019; CANIATO; TUDOR; VACCARI, 2015). Esses problemas foram intensificados durante a pandemia de COVID-19, que elevou drasticamente a geração de RSS, sobrecarregando ainda mais as estruturas de gestão do RSS já deficientes. Isso evidencia a necessidade de políticas e diretrizes mais robustas para a gestão desses resíduos e a preparação de unidades de saúde para uma gestão

ambiental em situações de emergência (KANG *et al.*, 2021; SHAMMI; BEHAL; TAREQ, 2021).

Dentre os diversos fatores que influenciam a gestão de RSS, a existência de uma estrutura legal robusta é fundamental. A falta de regulamentação específica, procedimentos padronizados e diretrizes efetivas resulta na falta de conhecimento e incertezas sobre as práticas adequadas, deixando a responsabilidade de gerenciamento de RSS a critério dos profissionais envolvidos.

No estudo de Moreira e Günther (2013), em uma unidade básica de saúde em São Paulo (Brasil), foram identificadas não conformidades em relação aos requisitos legais vigentes sobre gestão de RSS. Após a implementação das medidas sugeridas pelos os autores, verificou-se a redução de materiais não recicláveis e o aumento de recicláveis, contribuindo para a diminuição de riscos à saúde. Makajic-nikolic *et al.* (2016) identificaram riscos potenciais de propagação de infecções devido a falhas no sistema de gerenciamento de RSS. Os autores destacaram que os eventos como as lesões no trabalho poderiam ser minimizados com informações e monitoramento, uso de EPI, e a conscientização dos colaboradores para a melhoria da gestão de RSS. Vaccari, Tudor e Perteghella (2018) exploraram a relação entre a geração de RSS e os custos, destacando que uma melhor segregação dos resíduos pode reduzir despesas e contribuir para a sustentabilidade nos serviços de saúde.

Observa-se que esses problemas decorrem da falta de integração entre sistemas de gestão consolidados, como a gestão de resíduos, ambiental e de qualidade. Para Hernandez-Vivanco *et al.* (2019), um sistema de gestão eficaz prioriza a padronização de processos e a melhoria contínua para atender aos requisitos legais. A gestão de múltiplos sistemas revela-se uma estratégia eficaz para atender às expectativas e alcançar a satisfação dos *stakeholders*, conforme observado por Abad, Dalmau e Vilajosana (2014).

No Brasil, duas resoluções federais regulamentam especificamente o gerenciamento dos RSS: a RDC n° 222/18 (ANVISA, 2018) e a Resolução n° 358/05 (CONAMA, 2005). Essas normativas estabelecem diretrizes para o manejo dos resíduos, visando à proteção dos trabalhadores, à preservação da saúde pública e do meio ambiente. Contudo, estudos indicam que práticas inadequadas persistem em unidades de saúde pública, refletindo fragilidades na implementação dos planos de gerenciamento de RSS (DELMONICO *et al.*, 2018; MOREIRA; GÜNTHER, 2013).

Nesse cenário, a gestão de RSS pode ser fortalecida pela integração com os sistemas de gestão ambiental e de qualidade, promovendo a sustentabilidade do setor. Segundo Thakur, Mangla e Tiwari (2021a), a gestão de RSS tornou-se uma das principais preocupações dos hospitais, pois contribui para o desempenho ambiental das instituições e para a redução de custos relacionados ao descarte de resíduos. Portanto, a integração dos sistemas de gestão ambiental (SGA), ISO 14001, e de gestão de qualidade (SGQ), ISO 9001, com a gestão dos RSS, constitui-se uma estratégia promissora para facilitar os processos internos de manejo. A ISO 14001 oferece uma abordagem sistemática para monitorar questões ambientais e cumprir exigências legais (ISO, 2015a), enquanto a ISO 9001 estabelece a organização e o controle da qualidade de produtos ou serviços, promovendo eficácia e otimização de processos (ISO, 2015b).

A integração de sistemas, que pode ser avaliada através do seu nível de maturidade organizacional, tem sido uma ferramenta aplicada em pequenas e médias empresas (VASHISHTH *et al.*, 2021), no setor alimentício (SANTOS *et al.*, 2022) e no setor de saúde (HAMMER *et al.*, 2013), para fomentar a melhoria contínua da gestão. Sousa e Voss (2001) consideram que a maturidade do sistema de gestão integrada (SGI) é o desenvolvimento de um estado inicial para um mais avançado, em escala temporal ou de envelhecimento, podendo ocorrer o retrocesso, caso a empresa não adote sistemática melhoria contínua para o SGI.

Modelos de avaliação de maturidade ajudam gestores a traçar uma trajetória lógica e progressiva para a evolução da gestão organizacional, identificando boas práticas e promovendo avanços entre diferentes níveis de consolidação das práticas de gestão. Contudo, a aplicação de um modelo de avaliação de maturidade do sistema de gestão de RSS integrado a outros sistemas de gestão organizacional é inovadora, representando um diferencial significativo para esta pesquisa.

A integração de SGA e SGQ, reconhecidos internacionalmente, pode beneficiar sobremaneira o setor médico brasileiro na gestão adequada de RSS. Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo estruturar um modelo para avaliar a maturidade da integração de três sistemas de gestão no setor de saúde, sob os aspectos de meio ambiente, qualidade e gestão de resíduos.

Sistema de Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde - RDC ANVISA

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 222 de 2018 (ANVISA, 2018), regulamenta as boas práticas para o gerenciamento de RSS.

A RDC nº 222 define a classificação, diretrizes, responsabilidades e procedimentos para o manejo e gerenciamento de RSS (ANVISA, 2018). De acordo com a resolução, os RSS são classificados em grupos, conforme descrito abaixo:

- Grupo A: resíduos com possível presença de agentes biológicos que podem apresentar risco de infecção;
- Grupo B: resíduos que contêm substâncias químicas com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade;
- Grupo C: Materiais que contêm radionuclídeos em quantidade superior aos níveis de dispensa especificados em normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), cuja reutilização é imprópria ou não prevista;
- Grupo D: Resíduos que não apresentam riscos biológicos, químicos ou radiológicos, sendo equiparados aos resíduos domiciliares.
- Grupo E: Materiais perfurocortantes ou escarificantes, como agulhas, bisturis e outros objetos cortantes ou pontiagudos.

O gerenciamento dos RSS deve abranger todas as etapas, desde a geração até a disposição final, atribuindo aos geradores a responsabilidade integral pela gestão interna e externa de seus resíduos, por meio do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS). Esse plano orientador descreve todas as etapas do planejamento que o gestor deve adotar para prevenir acidentes de trabalho, minimizar impactos ambientais adversos e proteger a saúde pública, com medidas como: (i) estímulo à redução da geração de resíduos; (ii) uso racional de materiais descartáveis e equipamentos médicos; (iii) segregação seletiva de materiais recicláveis; e (iv) ações que minimizem o impacto ambiental, reduzindo a quantidade de resíduos enviados a aterros sanitários ou descartados de forma inadequada.

A referida resolução representa um avanço na regulamentação e desenvolvimento da gestão de RSS no Brasil, abrangendo tanto grandes quanto pequenos geradores. Entretanto, dificuldades na fiscalização e no cumprimento da legislação por parte dos

estabelecimentos de saúde ainda constituem desafios significativos (ALVES *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2021, 2022).

Sistemas de Gestão Ambiental - SGA

Conforme a ISO 14001, o objetivo de um sistema de gestão ambiental é oferecer às organizações uma estrutura para proteger o meio ambiente e responder de forma eficaz às mudanças nas condições ambientais, equilibrando essas ações com as necessidades socioeconômicas. Essa estrutura orienta um processo de melhoria contínua para alcançar a sustentabilidade organizacional, seguindo o ciclo PDCA: *Plan-Do-Check-Act (Planejar-Fazer-Checar-Agir)* (ISO, 2015a).

A norma ISO se torna uma ferramenta de apoio essencial para organizações que buscam gerenciar as suas responsabilidades ambientais, gerando valor para o meio ambiente, para a própria organização e para as partes interessadas. Dessa forma, contribui para que a organização alcance um desenvolvimento sustentável a longo prazo. Consistente com a política ambiental da organização, os objetivos de um sistema de gestão ambiental (SGA) incluem: mitigação de impactos ambientais adversos, auxílio à organização no atendimento aos requisitos legais, controle ou influência sobre o ciclo de vida dos produtos e serviços da organização, desde o design e fabricação até a distribuição, consumo e descarte e comunicação transparente de informações ambientais às partes interessadas.

Conforme García Vicente *et al.* (2015), o SGA oferece uma solução tecnológica e informativa para monitorar a conformidade com legislações e regulamentos, atuando em nível local e internacional. É importante destacar que o foco da gestão ambiental em organizações está no uso consciente dos recursos naturais e da biodiversidade (CNI, 2012), bem como na melhoria da eficiência dos processos internos de geração de bens e serviços (SANTOS *et al.*, 2022). Assim, a implementação do SGA permite à organização atingir o padrão ambiental desejado ou exigido.

Entre as principais dificuldades na implementação do SGA, encontram-se a resistência organizacional às mudanças de gestão e o tempo demandado para treinamentos específicos que possam ser exigidos (GARCÍA VICENTE *et al.*, 2015).

Sistemas de Gestão da Qualidade – SGQ

A busca pela melhoria contínua de processos tem levado as organizações a implementarem sistemas de gestão da qualidade. Nesta perspectiva, a norma ISO

9001 (ISO, 2015b) se destaca como um norteador para a gestão, sendo um instrumento para aprimorar processos e desenvolver práticas organizacionais mais eficazes. Embora os desafios, como a falta de motivação dos colaboradores, cultura organizacional desfavorável e falhas na gestão possam dificultar a obtenção de resultados esperados (MCLEAN; ANTONY, 2014), uma implementação bem planejada do SGQ é considerada uma transformação organizacional (DAHLGAARD PARK; DAHLGAARD, 2010).

Assim como o SGA, o SGQ visa promover o controle e a melhoria contínua de processos e produtos, adotando uma estrutura baseada no ciclo PDCA. A norma ISO 9001 define os requisitos para um sistema de gestão que garante a qualidade em fornecer produtos e serviços de forma consistente, atendendo às expectativas dos clientes e às normas legais aplicáveis (ISO, 2015b).

A garantia de qualidade em uma organização visa aumentar a confiança dos clientes e a credibilidade da organização, principalmente, por meio da eficácia dos processos internos. Contudo, garantir a qualidade nem sempre implica melhorar a eficiência, pois atender a exigências mais elevadas dos clientes pode, em alguns casos, elevar custos. Para que a ISO 9001 seja mais eficaz na melhoria do desempenho organizacional, recomenda-se integrá-la com outros sistemas relevantes (MCADAM; WALKER, 2003).

A literatura aponta benefícios da implementação do SGQ, como o aumento da produtividade, menores taxas de defeitos, eliminação de etapas desnecessárias nos processos, redução de reclamações de clientes, melhorias no ambiente de trabalho, aprimoramento do sistema de documentação e clareza na distribuição de responsabilidades (CHIARINI, 2016).

METODOLOGIA

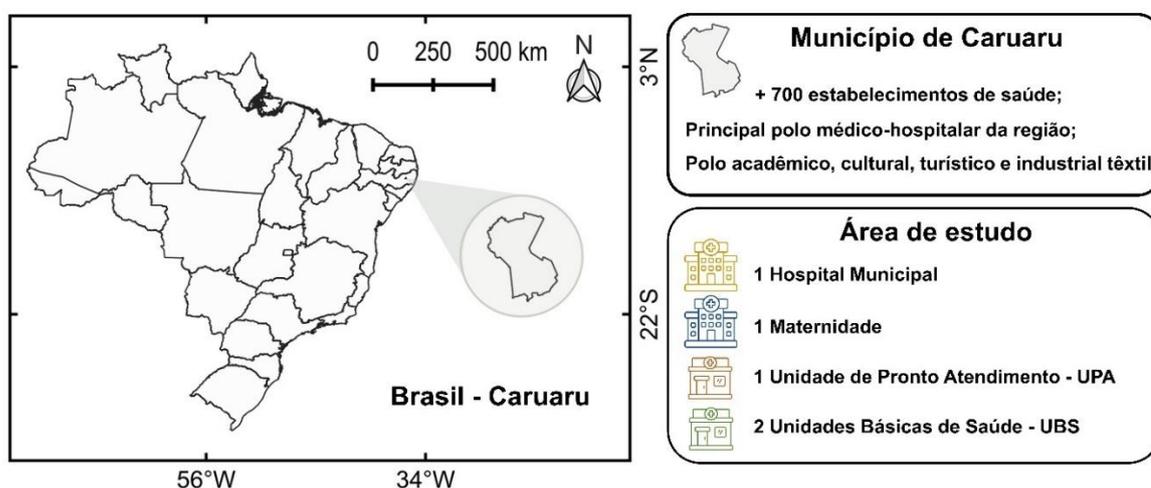
A pesquisa foi estruturada para identificar potenciais ferramentas que permitam estruturar um modelo para avaliação da maturidade da integração de três sistemas de gestão organizacional no setor de saúde (SGRSS, SGA e SGQ).

A metodologia utilizada foi a descritiva e exploratória. Com base em um levantamento bibliográfico, foi realizada uma análise descritiva sobre a aplicabilidade de sistemas de gestão no setor de saúde e modelos de maturidade disponíveis na literatura. Para obter uma visão geral sobre a busca envolvendo publicações, uma busca nas plataformas Web of Science e Scopus foi realizada, através da seguinte

string de pesquisa: "Integrated management system" AND "ISO 14001" OR "ISO 9001" OR "Environmental Management Systems" OR "Quality management systems" AND "healthcare" OR "medical sector" OR "waste management". A combinação dessas palavras-chave foi inserida em cada banco de dados, no campo de pesquisa avançada de documentos.

A pesquisa exploratória foi utilizada para apoiar o desenvolvimento do modelo de maturidade, empregando teorias e conceitos da literatura e analisando os dados coletados, para contextualizá-los na criação de um modelo de avaliação da maturidade aplicável ao tema de estudo. O *locus* de estudo foi o município de Caruaru, situado no Agreste Central do estado de Pernambuco. Com uma população estimada de 402.290 pessoas em 2024, Caruaru é uma cidade de médio porte que, ao longo dos anos, consolidou-se como um polo de serviços de saúde no interior de Pernambuco. De acordo com o Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde (CNES, 2024) o município conta com mais de 700 estabelecimentos de saúde, entre hospitais, postos de saúde, clínicas e unidades básicas, oferecendo desde atendimentos básicos até serviços especializados. Para o estudo, foram selecionadas unidades de saúde municipais vinculadas à Secretaria de Saúde de Caruaru, abrangendo diferentes características e tipos de serviço: um hospital municipal, uma maternidade, uma unidade de pronto atendimento e duas unidades básicas de saúde. A escolha pelos serviços públicos deve-se ao seu papel fundamental na integração da assistência em saúde e aos desafios enfrentados no contexto do Sistema Único de Saúde (SUS).

Figura 1 - Área de estudo adotada para estruturação do modelo de avaliação de maturidade.



Fonte: A autora (2024).

Estruturação do modelo para avaliação da maturidade do sistema de gestão de RSS integrado

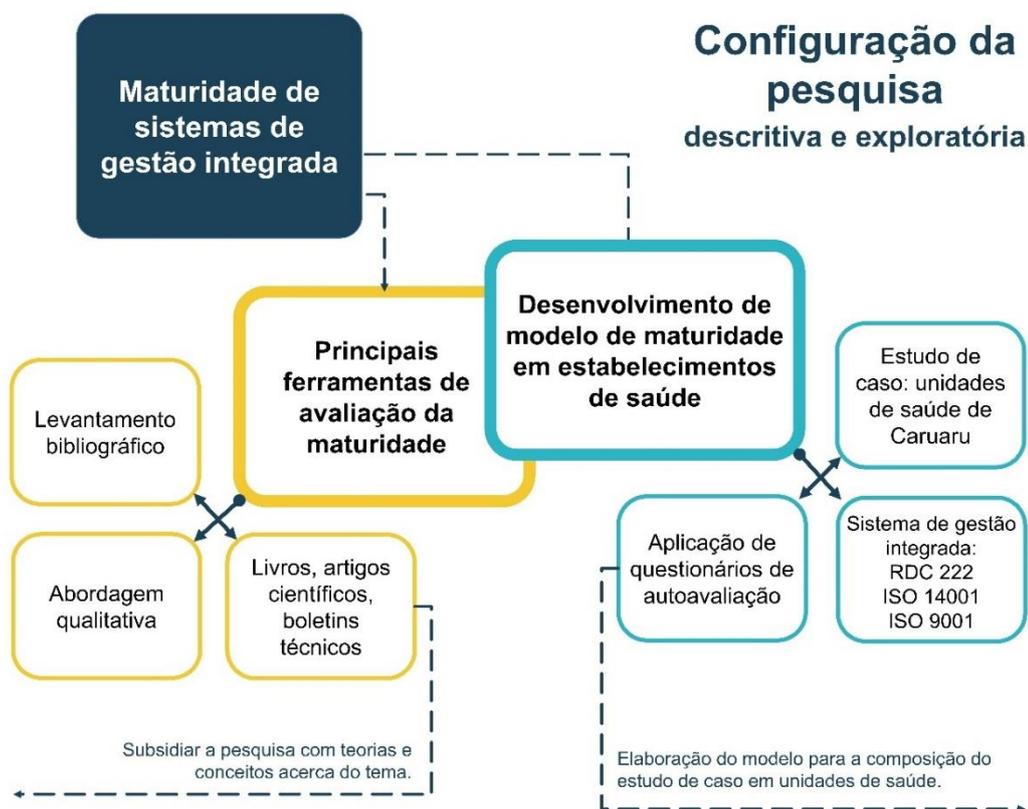
O modelo de maturidade desenvolvido neste estudo será aplicado como uma ferramenta organizacional para avaliar o sistema de gestão de RSS integrado em estabelecimentos de saúde do município de Caruaru. O modelo integra a gestão dos RSS aos aspectos de gestão ambiental e de qualidade, com base na norma RDC nº 222 (ANVISA, 2018) e nas normas internacionais ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental (ISO, 2015a) e ISO 9001 – Sistema de Gestão de Qualidade (ISO, 2015b).

Para desenvolver o modelo de maturidade, foi estruturado um questionário inicial (APÊNDICE A) como ferramenta de coleta de dados, voltado para a autoavaliação das unidades de saúde sobre a gestão de RSS. A elaboração do questionário foi fundamentada na norma RDC nº 222 (Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde) (ANVISA, 2018), apoiada pela ferramenta de avaliação rápida de gestão de RSS da Organização Mundial da Saúde (OMS): (*Rapid Assessment Tool – RAT*) (WHO, 2011). As perguntas foram organizadas em blocos, alinhadas às áreas definidas na seção D da ferramenta RAT, que foram estabelecidas como pilares de gestão para a pesquisa.

A ferramenta RAT integra uma estratégia geral desenvolvida pela OMS, com o objetivo de aprimorar os sistemas de gestão de RSS, cuja implementação tem se mostrado insatisfatória em instituições de saúde em muitos países. O RAT é visto como a melhor proposta de apoio, por apresentar robustez e adaptabilidade ao contexto brasileiro.

O questionário de autoavaliação completo (APÊNDICE B) foi elaborado, considerando as perguntas da autoavaliação, de modo a estruturar o modelo de avaliação de maturidade pela convergência entre os elementos das normas estudadas. O estudo de Silva *et al.* (2024) sobre a aplicação da metodologia VFT em unidades de saúde de Caruaru identificou lacunas e propôs melhorias na gestão de RSS, com foco na segurança ocupacional e proteção ambiental, oferecendo suporte para desenvolvimento do modelo de avaliação de maturidade desta pesquisa. O percurso metodológico está apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma da metodologia aplicada.



Fonte: A autora (2024).

Considerações éticas

O protocolo desta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Pernambuco (CAAE: 61909822.0.0000.5208). Todos os participantes que concordaram em participar do estudo receberam um termo de consentimento livre e esclarecido delineando o objetivo do estudo, a livre decisão de participar ou recusar e a garantia quanto aos dados para fins de pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sistemas de gestão e maturidade organizacional para o setor de saúde

A revisão da literatura sobre sistemas de gestão no setor de saúde foi realizada para identificar lacunas e compreender o estágio atual do conhecimento sobre o tema proposto. O Quadro 1 apresenta o resultado do levantamento bibliográfico, o qual inclui cinco artigos relevantes ao tema estudado.

Quadro 1 - Estudos sobre a aplicabilidade e benefícios de sistemas de gestão no setor de saúde.

Referência	Título	Objetivo
Shabani e Jerie (2023)	<i>A review of the applicability of Environmental Management Systems in waste management in the medical sector of Zimbabwe</i>	Uma revisão que busca avaliar a aplicabilidade dos SGA na gestão de RSS no Zimbábue, explorando sua capacidade de reduzir os impactos ambientais e promover a sustentabilidade no setor médico.
Ross, Penesis e Badrick (2019)	<i>Improving laboratory economic and environmental performance by the implementation of an environmental management system</i>	Demonstrar os benefícios econômicos e ambientais da implementação de um SGA em um laboratório de saúde, com foco na redução de custos (minimizar o consumo de materiais, reduzir a geração de resíduos), aumento da conscientização ambiental e melhoria da sustentabilidade organizacional por meio da integração do SGA ao SGQ.
García Vicente et al. (2015)	<i>Development of certified environmental management in hospital and outpatient haemodialysis units</i>	Determinar o grau de implementação do SGA nas unidades hospitalares e de hemodiálise ambulatorial do Sistema Nacional de Saúde Espanhol.
Fletcher, Clair e Sharmina (2021)	<i>A framework for assessing the circularity and technological maturity of plastic waste management strategies in hospitals</i>	Avaliar as estratégias de gerenciamento de resíduos plásticos descartáveis em ambientes hospitalares, utilizando a estrutura 'Waste Hierarchy-Technology Readiness Levels' para identificar a maturidade tecnológica e o alinhamento com a economia circular.
Dettenkofer et al. (2000)	<i>Environmental Auditing in Hospitals: First Results in a University Hospital</i>	Avaliar a aplicabilidade e os benefícios da auditoria ambiental em hospitais, utilizando o sistema SGA para reduzir impactos ambientais, otimizar custos operacionais e promover práticas sustentáveis no setor de saúde.

Fonte: A autora (2024)

Entre os artigos apresentados no Quadro 1, destaca-se a pesquisa de Ross, Penesis e Badrick (2019), cujos resultados mostraram a implementação de um sistema de gestão ambiental em um laboratório de saúde. A organização alcançou economias expressivas em energia e redução de resíduos. Além dos ganhos

financeiros, houve uma mudança cultural entre os funcionários, com maior conscientização ambiental. A certificação ISO 14001 foi conquistada, integrando o SGA ao SGQ, o que resultou em uma gestão mais eficiente, fortalecendo a imagem corporativa e o compromisso com a sustentabilidade.

O estudo de Garcia destaca que a implementação do SGA em unidades de hemodiálise hospitalares e ambulatoriais trouxe benefícios significativos, especialmente na gestão de resíduos. A pesquisa aponta que essas unidades geram um impacto ambiental elevado devido ao alto consumo de água e energia e à produção de resíduos perigosos. Cada sessão de hemodiálise pode produzir até 2,5 kg de resíduos sólidos e consumir 500 litros de água, exigindo uma gestão cuidadosa para minimizar esse impacto. A adoção do SGA contribuiu para uma gestão mais responsável dos RSS, alinhando as práticas à preservação ambiental.

O artigo de Fletcher, Clair e Sharmina (2021) foi o único a avaliar o nível de maturidade na gestão de RSS. Os autores utilizaram a escala *Technology Readiness Level* (TRL), desenvolvida pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) adotando os nove níveis de TRL para avaliar as estratégias de gestão de resíduos plásticos em hospitais. A pesquisa desenvolveu a estrutura "*Waste Hierarchy-Technology Readiness Levels*" para classificar cada estratégia quanto à maturidade tecnológica, posição na hierarquia de resíduos e alinhamento com os princípios da economia circular. A maioria das estratégias mostrou-se em altos níveis de TRL, indicando tecnologias já maduras em uso nos hospitais.

Em relação aos métodos de mensuração da maturidade de sistemas de gestão, o Quadro 2 apresenta os modelos de maturidade identificados como relevantes para a pesquisa.

Quadro 2 - Propostas de modelos de maturidade, premiações nacionais e normas.

Classe	Modelos de maturidade e abordagens	Referência	Descrição
Modelos de Maturidade	Integrated Management Systems Assessment (IMS-MM)	Domingues, Sampaio e Arezes (2016)	A maioria dos modelos apresenta uma escala de maturidade que vai de 3 a 6 níveis e se diferenciam pelo método utilizado para apuração do resultado dos níveis de maturidade, dimensões avaliadas e conteúdo de cada nível.
	Technology Readiness Level	Fletcher, Clair e Sharmina (2021)	
	CMM-Capability Maturity Model;	Kollanus (2011)	
	Supply Chain Maturity Model	Reyes e Giachetti (2010)	

Classe	Modelos de maturidade e abordagens	Referência	Descrição
Premiações Nacionais de Qualidade	Prêmio Nacional da Qualidade (FNQ – Brasil)	(FNQ, 2020)	Baseadas em critérios que avaliam a excelência em gestão organizacional: liderança, estratégia, parcerias, processos, gestão de pessoas, análise de informações, foco no cliente e resultados para pessoas, clientes, sociedade e negócio.
	Prêmio Malcolm Baldrige National Quality Award (Estados Unidos)	Bemowski (1996)	
Normas	ISO 10014 (2008)	ISO (2008)	Estas normas fornecem orientações às organizações para o alcance do sucesso sustentado por meio de uma abordagem da gestão da qualidade.
	ISO 9004 (2010)	ISO (2010)	

Fonte: A autora (2024).

Para a estruturação do modelo, optou-se por uma abordagem combinada de avaliação da maturidade, selecionando referências de cada classe do Quadro 2 (modelos de maturidade, premiações nacionais de qualidade e normas). Essa seleção permitiu uma avaliação abrangente, garantindo a inclusão de todos os aspectos importantes relacionados à maturidade.

As estruturas de referência consideradas incluem o Modelo de Excelência da Gestão (MEG), anteriormente conhecido como Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ) pela Fundação Nacional da Qualidade (FNQ, 2011), o modelo americano adotado pelo Prêmio Malcolm Baldrige (BEMOWSKI, 1996) e o TRL da NASA. Também foram incluídas as normas ISO 10014 (ISO, 2008) e ISO 9004 (ISO, 2010) como apoio.

Vale destacar que, muitos modelos utilizados em grandes organizações são extensos e complexos, dificultando a aplicação em organizações de médio e pequeno porte. Além disso, vários desses modelos exigem a certificação ISO 9001 ou, pelo menos, o uso de seus conceitos, o que nem sempre é viável para todas as organizações (RUFINO; MACIEL; LOCAL, 2016). Essa análise revelou a necessidade de adaptar certos modelos, estruturando um instrumento específico para atender às particularidades dos estabelecimentos em estudo.

Proposição do modelo de avaliação da maturidade para gestão de RSS

Modelos de maturidade são ferramentas fundamentais para melhoria organizacional, pois descrevem processos em níveis de estágios ou evolução, possibilitando uma definição clara e o gerenciamento eficaz ao longo do tempo. Os modelos são essenciais para que uma organização aperfeiçoe seus processos por

meio de práticas padronizadas, promovendo uma gestão de melhoria contínua (CROSBY, 1979).

O principal objetivo do modelo de maturidade proposto aqui é identificar o nível de maturidade na gestão de resíduos das unidades de saúde, permitindo, a partir disso, a implementação de ações necessárias para assegurar a continuidade de seu desenvolvimento e facilitar a transição entre os níveis. A Figura 3 ilustra a estrutura do modelo, abrangendo as normas aplicadas ao sistema de gestão de RSS integrado, os métodos de maturidade utilizados e os cinco níveis de maturidade, com seus respectivos intervalos.

Figura 3 - Modelo de maturidade do sistema de gestão de RSS integrado.



Fonte: A autora (2024)

A partir dos resultados dos questionários de avaliação, com respostas baseadas em cinco escalas de julgamento (escala Likert), abrangendo critérios de adequação, frequência e probabilidade, foi desenvolvido o modelo de avaliação da maturidade desta pesquisa. A escala Likert permite uma análise quantitativa, com características mensuráveis expressas em valores numéricos que representam uma unidade de medida ou ordem, possibilitando a avaliação por critérios de frequência, grau ou intensidade (LIKERT, 1932).

O modelo proposto avalia o nível de maturidade em cinco estágios (ausente, inicial, intermediário, desenvolvido, excelente), calculando-se a média aritmética das respostas coletadas, conforme apresentado na Equação 1.

$$\text{Nível de Maturidade} = \frac{\sum_{i=0}^x \text{valor de cada questão}}{\text{total de questões}} \quad (1)$$

A aplicação da Equação 1 gera um valor correspondente a um estágio de maturidade, que serve como base para a consolidação do SGI. Cada nível de maturidade é descrito em detalhe, destacando características de desempenho que se tornam progressivamente mais complexas em cada estágio (Quadro 1).

O modelo de maturidade proposto destaca o nível organizacional da gestão de RSS, considerando as perspectivas de gestão ambiental e de qualidade. Dessa forma, as unidades de saúde podem identificar seu estágio atual de maturidade e obter subsídios para planejar ações futuras que promovam a evolução de seu nível de maturidade organizacional. Esse modelo é importante tanto para avaliar os parâmetros iniciais necessários para uma futura implementação e certificação conforme os padrões das normas internacionais, quanto para uma vez certificadas, incentivar as unidades de saúde a avançarem continuamente no amadurecimento de seus processos, além das exigências de conformidade legais.

Quadro 3 - Níveis de maturidade para o SGI proposto.

NM*	Intervalo	Descrição dos níveis de maturidade para gestão de RSS
1	Nível de maturidade ausente $0,0 \leq NM \leq 1,0$	Ausência de qualquer referencial com base nas normas em estudo.
2	Nível de maturidade Inicial $1,0 < NM \leq 2,0$	A estrutura não atende às características de um SGI (tem metas estabelecidas, mas não consistentes com as normas em estudo).
3	Nível de maturidade intermediário $2,0 < NM \leq 3,0$	Existência de sistema em implementação. No entanto, não formalizado/ formalmente estabelecido.
4	Nível de maturidade desenvolvido $3,0 < NM \leq 4,0$	Existe um sistema implementado que atende aos requisitos do SGI, que equivale a uma prática típica, apresenta metas mensuráveis com o SGI.
5	Nível de maturidade excelente $4,0 < NM \leq 5,0$	Existe um sistema implementado que atende ao SGI, conforme as normas em estudo, que reflete na melhoria contínua para a organização.

NM* = Nível de Maturidade

Fonte: Adaptado de Santos *et al.* (2022).

Os pilares de gestão adotados para o modelo de maturidade estão apresentados no Quadro 4. Esses pilares foram incorporados para estruturar o modelo de maturidade, promovendo a integração dos sistemas de gestão por meio do cruzamento entre os elementos específicos das normas de GA e GQ (Quadro 4).

Vale destacar que a integração das normas, por meio dos componentes de gestão convergentes, pode ajudar a estrutura da gestão de RSS no setor médico a atingir a sustentabilidade. Segundo Shabani e Jerie (2023), o setor médico pode se beneficiar ao integrar componentes de gestão ambiental na gestão de RSS, oferecendo diretrizes que ajudam gerentes e funcionários a compreenderem aspectos essenciais da gestão ambiental. Isso permite que esses pilares sejam incorporados nas metas, visão e missão organizacionais. Além disso, o modelo de melhoria contínua auxilia as organizações a superar barreiras na elaboração e implementação de métodos eficazes de gestão.

Quadro 4 - Definição dos pilares de gestão adotados para a pesquisa e a integração dos sistemas de gestão.

Pilares de gestão	Definição adotada	Sistema de integração		
		RDC n° 222	ISO 14001	ISO 9001
Gestão, Finanças, Regulamentações Legais	A falta de investimentos adequados pode resultar em custos ainda maiores a médio e longo prazo, com impactos na saúde e no meio ambiente. A análise da legislação vigente é essencial no planejamento, pois define as obrigações legais e evidencia lacunas nos requisitos regulatórios, além de ajudar a determinar as responsabilidades atuais no gerenciamento e na segurança pública.	Capítulo II art.4°; 5°; 6°- II; IV; XI; art. 9°; art. 10°	Seção 6 6.1.2; 6.1.3; 6.1.4; 6.2.2 Seção 7 7.1 Seção 8 8.1 Seção 9 9.1 Seção 10 10.2; 10.3	Seção 4 4.2; 4.4 Seção 6 6.1 Seção 7 7.1.5 Seção 8 8.1; 8.3.2; 8.4
Aplicação da Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde	As unidades de saúde devem manter o controle e garantir o manejo seguro dos RSS, dentro e fora do estabelecimento. Esse processo inclui sistemas que devem operar de maneira integrada, para garantir resultados consistentes e previsíveis.	Capítulo III Seção I art. 11°; 12°; 13°; 14°; 15°; 16°; 17°; 19°; 21° Capítulo III Seção II Capítulo III Seção III art. 29°; 34°; 35°	Seção 6 6.1.4; 6.2.2; Seção 8 8.1; 8.2 Seção 9 9.1; 9.1.2; 9.2 Seção 10 10.2; 10.3	Seção 6 Seção 7 7.1.5 Seção 8 8.1; 8.2; 8.4; 8.5; 8.6 Seção 9 9.1

Pilares de gestão	Definição adotada	Sistema de integração		
		RDC n° 222	ISO 14001	ISO 9001
Segurança Ocupacional	A gestão sustentável de RSS é alcançada quando a segurança ocupacional dos profissionais de saúde e dos trabalhadores que lidam com resíduos está contemplada nas políticas/planos de gerenciamento, com medidas para monitoramento contínuo, esclarecimento dos riscos de infecção e orientações para prevenção e controle de exposição.	Capítulo V	Seção 6 6.1.4; 6.2.2 Seção 8 8.1; 8.2 Seção 9 9.1; 9.1.2; 9.2 Seção 10 10.2; 10.3	Seção 6 6.1; 6.1.4; 6.2.2 Seção 7 7.1.6; 7.2; 7.3; 7.4 Seção 8 8.1; 8.2; 8.2.1 Seção 9 9.1; 9.2
Treinamento e monitoramento	A capacitação e o treinamento da equipe de saúde resultam em uma força de trabalho mais qualificada e bem informada, que fundamenta a busca por padrões mais elevados de gestão. Uma equipe capacitada amplia a capacidade de agregar valor para a organização, contribuindo para uma gestão mais eficiente e eficaz.	Capítulo V art. 91° - XV Capítulo II art. 6° - X	Seção 9 9.2.2; 9.3 Seção 10 10.2; 10.3	Seção 7 7.1.6; 7.2; 7.3; 7.4; 7.5 Seção 8 8.2.1 Seção 9 9.1.3; 9.2; 9.3

Fonte: A autora (2024).

Diretrizes de evolução da maturidade na gestão de RSS

Os cinco níveis de maturidade para sistemas de gestão integrada foram considerados em função dos pilares de gestão de RSS adotados na pesquisa, juntamente com os requisitos das normas de gestão ambiental e de qualidade. Com os índices de maturidade identificados, as unidades de saúde poderão compreender seu nível atual de maturidade, e a partir disso, desenvolver ações para a melhoria da integração, por meio das diretrizes que orientam o avanço nos níveis de maturidade.

As diretrizes de evolução da maturidade na gestão de RSS, apresentado no Quadro 5, consistem em orientações aplicadas nos diversos processos organizacionais, com foco em potencializar os resultados desejados e no desenvolvimento da gestão. Destaca-se que, além das diretrizes abordadas, outros aspectos precisam ser considerados na mudança organizacional, como a transformação cultural entre os colaboradores e a comunidade que interagem com a empresa ou serviço (SANTOS *et al.*, 2022).

Dadas as particularidades na prestação de serviços das unidades de saúde, e a relação única que cada uma tem com a comunidade atendida, esses fatores exercem influência direta sobre a qualidade e o cumprimento das metas e objetivos estabelecidos.

Quadro 5 – Diretrizes para orientar ações futuras que promovam a evolução no nível de maturidade.

Nível de Maturidade (NM)	Diretrizes para evolução de maturidade
Nível de maturidade ausente $0,0 \leq NM \leq 1,0$	A organização reconhece a necessidade de implementar ações para estruturar um sistema de gestão RSS integrado. A alta direção (secretaria municipal de saúde), com auxílio de uma equipe capacitada, identifica lacunas e pontos críticos que podem impactar o sistema de gestão RSS integrado. Esse nível de maturidade exige a compreensão do contexto atual, o fortalecimento da comunicação entre as partes interessadas, bem como o planejamento de programas de gestão, de acordo com os requisitos estabelecidos nas normas do artigo.
Nível de maturidade Inicial $1,0 < NM \leq 2,0$	As ações e atividades de gestão são devidamente mapeados. Nesse nível, são estabelecidos programas de treinamento e conscientização para todos os colaboradores. São desenvolvidos protocolos e materiais de apoio para aprimorar as práticas de gerenciamento dos RSS.
Nível de maturidade intermediário $2,0 < NM \leq 3,0$	A organização conta com presença atuante da alta direção, contando com o envolvimento de todos os níveis hierárquicos para que os objetivos estabelecidos para o sistema de gestão de RSS integrado sejam atingidos. Questões internas/externas que possam afetar o sucesso organizacional são identificadas. Conflitos de interação entre processos são identificados e resolvidos de maneira sistemática (ações corretivas em caso de não conformidade com as regras para a adequada implementação da gestão de RSS integrada. Nesse nível, processos estão entregando resultados previsíveis, com a melhoria na segregação dos resíduos, redução na geração de RSS).
Nível de maturidade desenvolvido $3,0 < NM \leq 4,0$	A organização passa a ter ciclo da melhoria contínua. Pessoas estão conscientes de suas competências e estão motivadas a se engajar nas atividades de melhoria para implantação do gerenciamento de RSS integrado, contribuindo com o desenvolvimento de metas e objetivos. Existem processos para analisar dados competitivos (monitoramento quali-quantitativo dos resíduos gerados, processos de cadeia de suprimentos médicos, dados de custo-benefício de aquisição de suprimentos médicos com menor impacto ambiental, quando descartados). Os planos de ação para atingir os objetivos são determinados, levando em conta os recursos físico, técnico e material necessários.
Nível de maturidade excelente $4,0 < NM \leq 5,0$	A organização passa a desenvolver uma ferramenta de avaliação para gestão de RSS, usando indicadores de desempenho como métricas para melhorar o desempenho operacional da gestão de RSS. Considera a oferta de um conjunto de inovações como soluções para atender as expectativas dos serviços prestados (programa de reciclagem de resíduos viáveis, uso reduzido de dispositivos médicos de uso único). Nesse nível, a organização e a alta direção passa a tomar medidas para se manter informada sobre novas tecnologias para a gestão e o gerenciamento de RSS e seus benefícios, para a saúde ocupacional dos trabalhadores do serviço de saúde e ao meio ambiente (tecnologias de tratamento alternativas à incineração, como autoclave, desinfecção química, etc., tecnologias inteligentes, como a Internet das Coisas (IoT) e blockchain na gestão de RSS). Todos os processos pertinentes e suas interações são geridos proativamente, incluindo processos terceirizados assegurando que eles sejam eficazes e eficientes para alcançar as políticas, a estratégia e os objetivos da organização, como a disposição final dos RSS realizada por terceiros.

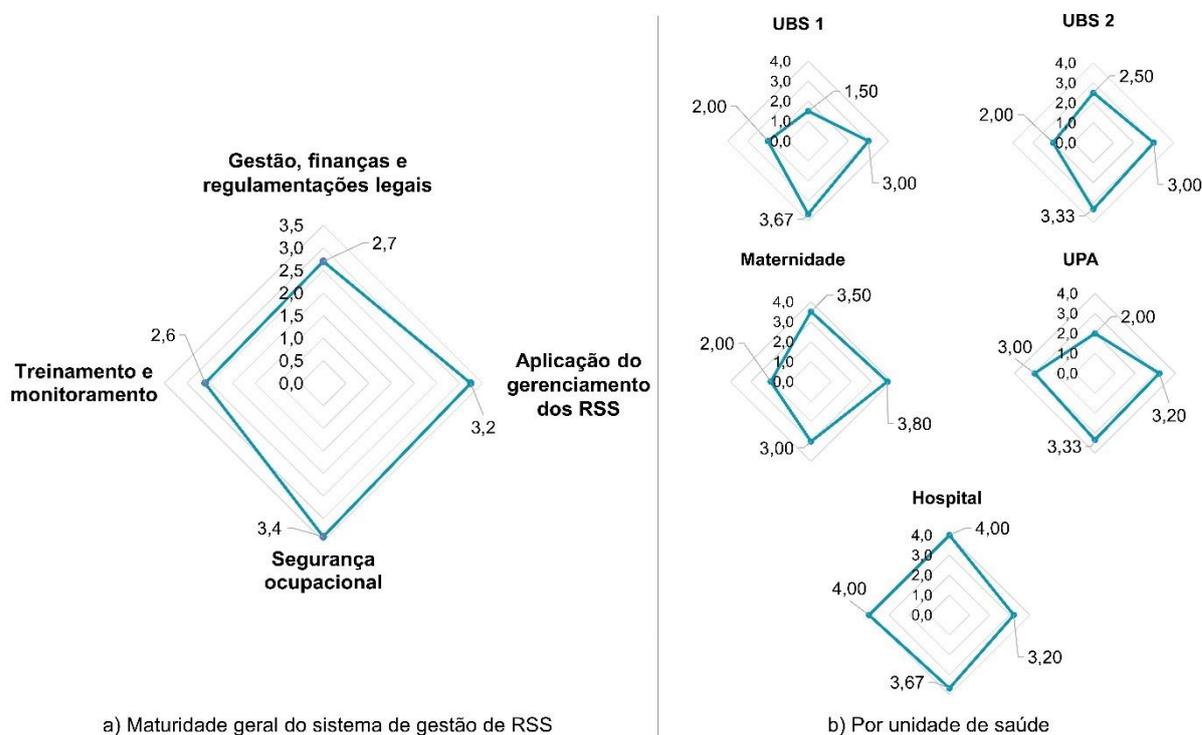
Aplicação do modelo proposto

O modelo proposto foi aplicado por meio de um questionário inicial e de um questionário completo de autoavaliação, abrangendo unidades de saúde previamente selecionadas. No decorrer da pesquisa, foram entrevistados cinco gestores responsáveis pelas unidades de saúde municipais de Caruaru, todos com formação e atuação na área da saúde. Considerando as particularidades das unidades de saúde, a aplicação do modelo possibilitou compreender o nível de maturidade dessas unidades, bem como sua relação com o tipo de estabelecimento e os serviços prestados.

A pesquisa abrangeu duas Unidades Básicas de Saúde (UBS), uma maternidade, uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA) e um hospital. As UBS desempenham um papel crucial no fornecimento de serviços primários e continuados, sendo a principal porta de entrada dos usuários ao Sistema Único de Saúde (SUS). As UPAs, por sua vez, são projetadas para atender casos de complexidade intermediária, funcionando como um ponto de apoio entre as UBS e as emergências hospitalares. Já os hospitais têm como função principal oferecer assistência especializada a pacientes que necessitam de cuidados de média a alta complexidade (MS, 2013).

A Figura 4 mostra o NM do sistema de gestão de RSS geral e para cada unidade de saúde. De modo geral, observa-se que o nível de maturidade é desigual entre os pilares de gestão, com melhores resultados em Segurança Ocupacional e Aplicação do gerenciamento de RSS, o que significa que existe um sistema implementado com práticas que garantem a segurança ocupacional dos profissionais e o manejo dos RSS, mas que precisa ser aprimorado. Enquanto o NM para os pilares de Treinamento e Monitoramento e Gestão, Finanças e Regulamentações Legais indica a existência de lacunas em capacitação, conformidade normativa, destacando a necessidade de aprimoramento para alcançar maiores objetivos.

Figura 4 – Maturidade do sistema de gestão de RSS, de acordo com os pilares de gestão: a) geral e b) por unidade de saúde estudada.



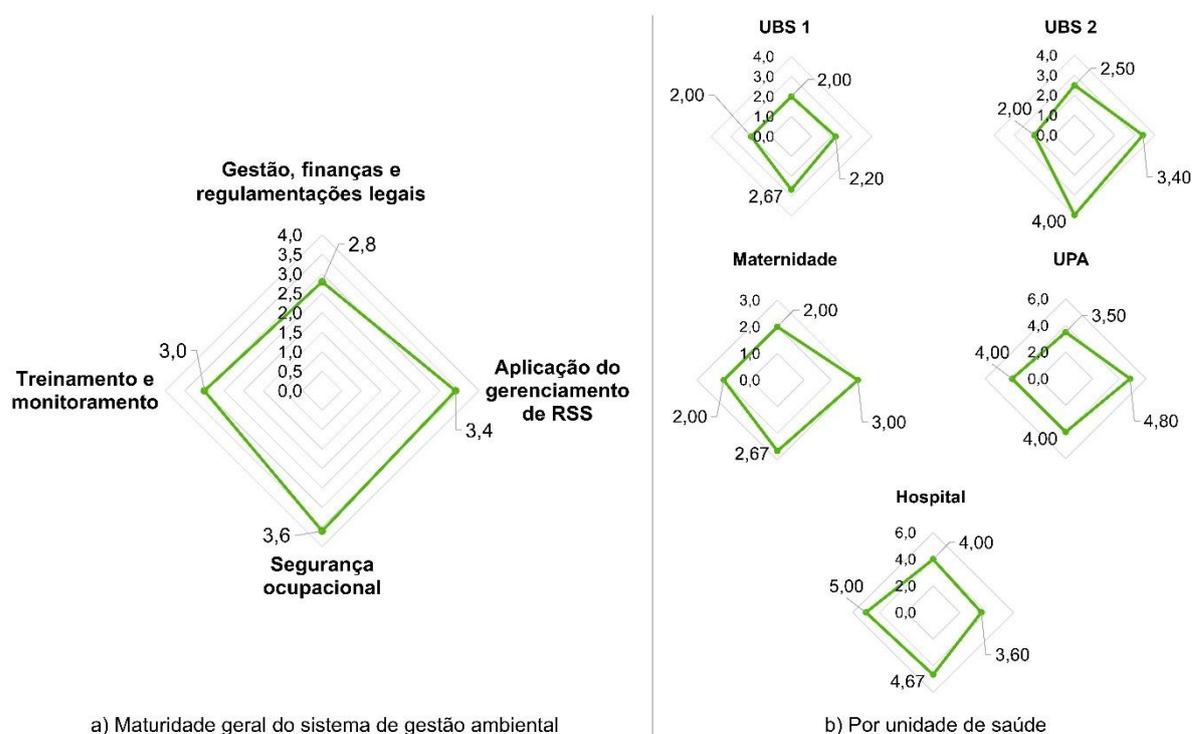
Fonte: A autora (2024).

A Figura 5 apresenta a maturidade do sistema de gestão ambiental geral e por unidade de saúde. Segundo a ISO 14001 (ISO, 2015), para alcançar aumento no desempenho ambiental, a organização deve estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente um sistema de gestão ambiental, incluindo os processos necessários e suas interações. No caso da interação com o sistema de gestão de RSS, observa-se que os resultados para o NM entre os pilares de gestão foram semelhantes. Ao assegurar práticas adequadas, como o transporte e o descarte seguro de RSS perigosos, bem como promover a responsabilidade individual e coletiva das equipes de todas as unidades de saúde em relação à segurança durante suas atividades, a organização consegue prevenir ou reduzir os impactos indesejáveis. Essas medidas não apenas garantem a proteção dos trabalhadores e do meio ambiente, mas também contribuem para a melhoria contínua do sistema de gestão ambiental.

Em relação ao pilar Gestão, Finanças e Regulamentações Legais, observa-se um nível de maturidade intermediário de 2,8, o que ainda está abaixo do necessário para atender plenamente à conformidade legal exigida pela norma ISO 14001. Os

resultados dos questionários revelaram que, embora a Resolução nº 222 (ANVISA, 2018) determine que o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde esteja disponível em todas as unidades de saúde, para consulta por órgãos de vigilância sanitária ou ambiental, funcionários, pacientes ou o público em geral, as unidades de saúde estudadas não possuem cópias acessíveis do documento. Essa ausência evidencia a necessidade de melhorias nesse pilar de gestão, de modo a auxiliar requisitos como planejamento, alocação de recursos e desempenho na gestão ambiental.

Figura 5 – Maturidade do sistema de gestão ambiental, de acordo com os pilares de gestão: a) geral e b) por unidade de saúde estudada.



Fonte: A autora (2024).

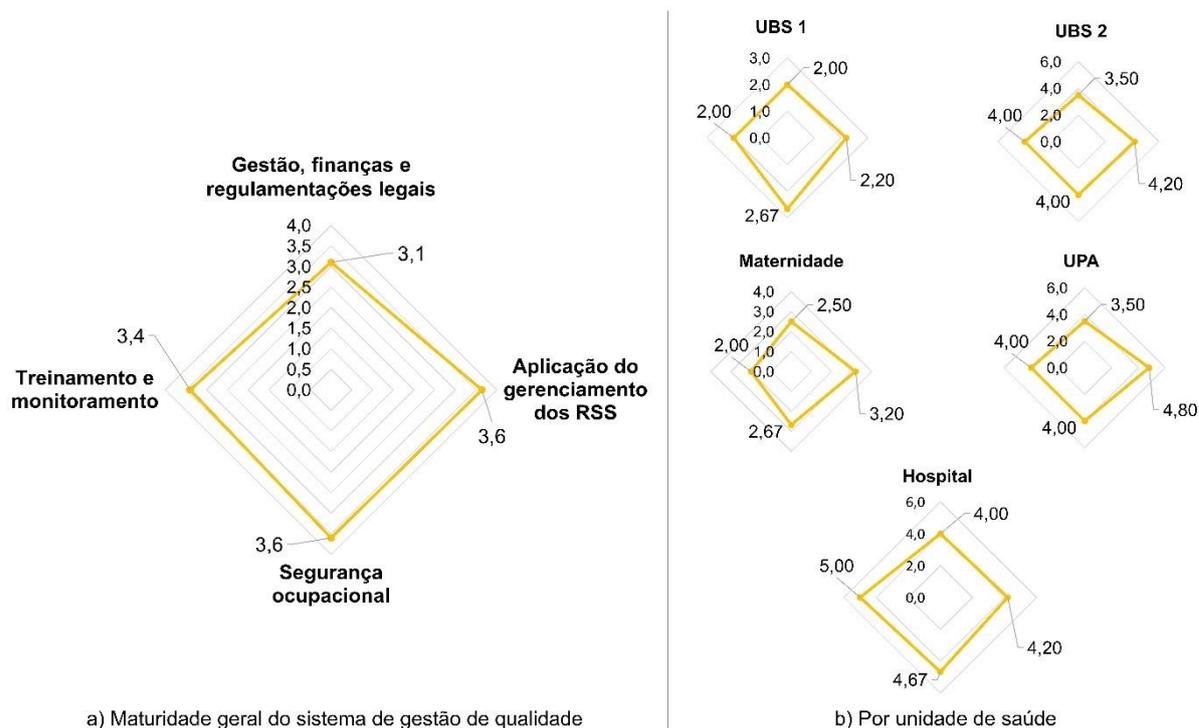
Segundo a ISO 9001 (ISO, 2015), a qualidade de uma organização é o grau em que as características inerentes da organização atendem às necessidades e expectativas de seus clientes e outras partes interessadas para alcançar o sucesso sustentado. No contexto das unidades de saúde, essa qualidade está diretamente relacionada à capacidade de atender às necessidades dos pacientes e outras partes interessadas na gestão organizacional. Conforme apresentado na Figura 6, os pilares de Segurança Ocupacional e Gerenciamento de RSS destacam-se como as áreas de maior maturidade, evidenciando o compromisso das unidades de saúde com a

proteção dos trabalhadores e o manejo adequado de resíduos. Essa maturidade pode ser atribuída, em parte, às medidas preventivas implementadas nas unidades. De acordo com o questionário de autoavaliação, todas as unidades de saúde estudadas dispõem de materiais orientadores para situações de emergência e acidentes. A presença desse recurso contribui para o desempenho positivo observado nesses pilares, fortalecendo a gestão de qualidade.

No que se refere ao Treinamento e Monitoramento, o pilar obteve NM de 3,4, indicando avanços na capacitação e supervisão, mas ainda com espaço para desenvolvimento. Destaca-se que unidades de saúde, como a UPA e o hospital, realizam treinamentos internos voltados para a gestão dos RSS, os quais complementam as capacitações focadas em segurança ocupacional oferecidas pela Secretaria Municipal de Saúde. Essa combinação de treinamentos contribui para os índices mais elevados observados nesse pilar nas respectivas unidades de saúde.

Em relação Gestão, Finanças e Regulamentações Legais, com um NM de 2,6, esse pilar ainda está abaixo do ideal para atender plenamente aos requisitos de qualidade e conformidade da ISO 9001. Para melhorias desse pilar, medidas como uma maior cooperação com a comunidade local, o fortalecimento da interação entre os setores, os profissionais de saúde e a comunidade assistida, além de ações que reconheçam o bom desempenho dos profissionais que lidam com os RSS, recompensando e celebrando o alcance de objetivos, pode contribuir para melhorar a gestão da qualidade, promovendo engajamento e incentivo à melhoria contínua.

Figura 6 – Maturidade do sistema de gestão de qualidade, de acordo com os pilares de gestão: a) geral e b) por unidade de saúde estudada.



Fonte: A autora (2024).

A Figura 7 mostra o NM do sistema de gestão de RSS integrado aos demais sistemas de gestão organizacional, tanto de forma global quanto segmentada por unidade de saúde. Na parte (a) da Figura 7, é representada a maturidade média global dos três sistemas de gestão avaliados. Observa-se que os NM se apresentam no intervalo que corresponde ao NM desenvolvido, indicando a existência de um sistema implementado que atende parcialmente aos requisitos do SGI, mas que apresenta metas mensuráveis a serem alcançadas.

Em relação ao nível de maturidade (NM) de cada unidade de saúde, as UBS apresentam os menores NM entre as unidades avaliadas, especialmente a UBS1. Essas unidades de saúde são voltadas principalmente para a promoção da saúde e prevenção de doenças, não possuem leitos e geram quantidades reduzidas de resíduos, em comparação a outras unidades de saúde. Apesar disso, esses resíduos requerem manuseio e gerenciamento seguros para proteger profissionais de saúde, a comunidade e o meio ambiente.

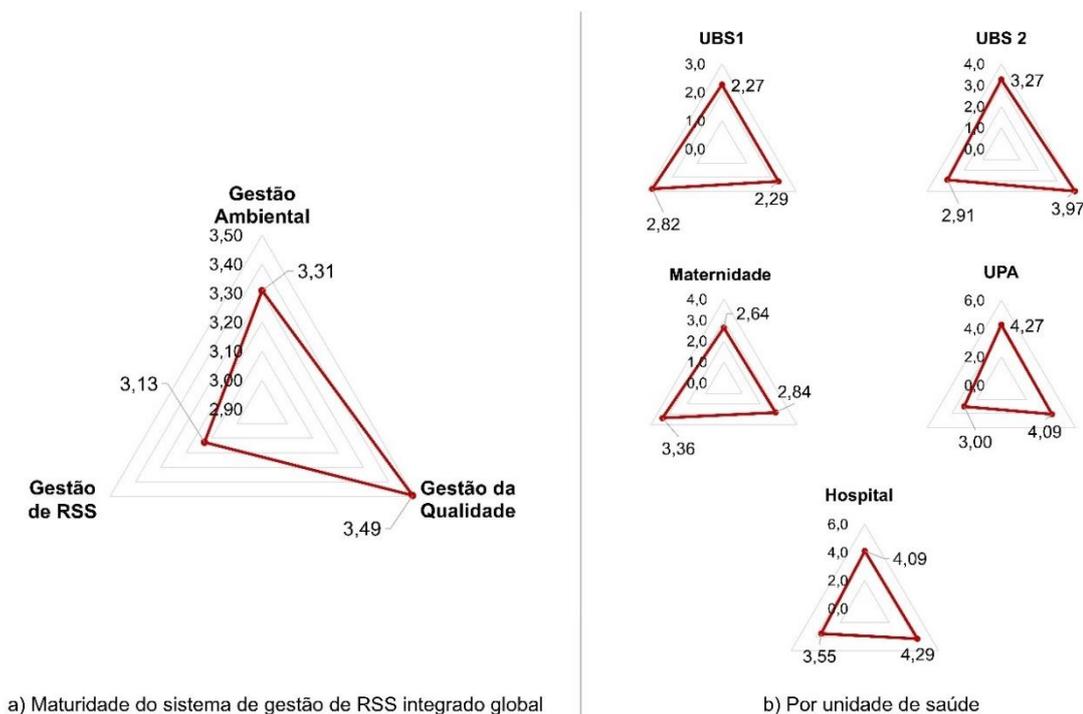
O crescimento do número de UBS, impulsionado pela implementação da Estratégia Saúde da Família para ampliar o acesso da população, levou muitas dessas unidades a funcionarem em espaços que não foram originalmente planejados

para esse propósito, resultando em instalações inadequadas para o manejo de resíduos (ALVES *et al.*, 2014). Essa falta de infraestrutura, combinada com a geração relativamente baixa de resíduos e as especificidades da atenção primária à saúde (como a atenção domiciliar que gera RSS fora da UBS), pode representar desafios que contribuem para o menor NM dos sistemas de gestão nessas unidades em comparação às demais.

O nível de maturidade (NM) do hospital foi o mais elevado entre as unidades de saúde, situando-se entre os níveis desenvolvido e excelente, enquanto a maternidade obteve NM entre intermediário e desenvolvido. Os hospitais, assim como a maternidade, são considerados grandes geradores de RSS e fazem parte do nível de alta complexidade da atenção especializada. Essas unidades possuem leitos, centros cirúrgicos e realizam procedimentos que exigem uma gestão adequada dos RSS, devido à diversidade e à complexidade das atividades realizadas, que aumentam a heterogeneidade dos resíduos gerados.

Em relação a UPA, os NM situam-se entre o nível desenvolvido e excelente, embora apresentem alguns resultados inferiores aos do hospital. As UPAs têm uma função articuladora no sistema de saúde, atuando como porta de entrada para urgências e emergências, reduzindo as filas nos prontos-socorros dos hospitais e garantindo o encaminhamento adequado de pacientes para UBS ou hospitais em casos complexos (MS, 2013). A absorção dessas demandas exige coordenação eficiente nos sistemas de gestão, mas fatores como a rotatividade de profissionais entre turnos e os desafios relacionados ao gerenciamento do alto fluxo de geração de RSS podem ter influenciado os resultados do NM dessa unidade de saúde.

Figura 7 - Avaliação da Maturidade do sistema de gestão de RSS integrado: a) sistema de gestão integrado global e b) sistema de gestão integrado por unidade de saúde estudada.



Fonte: A autora (2024).

CONCLUSÃO

A integração do sistema de gestão de RSS aos sistemas de gestão de qualidade e meio ambiente demonstrou ser uma abordagem eficaz para aprimorar a sustentabilidade e a eficiência no setor, especialmente considerando as fragilidades na implementação do plano de gerenciamento dos RSS no Brasil.

A aplicação de um modelo de maturidade que incorpora as normas ISO 14001 e ISO 9001 junto à RDC nº 222 da ANVISA revela-se uma importante ação estratégica para a melhoria contínua e o fortalecimento das práticas de gestão. Este modelo permite às unidades de saúde avaliar sua posição atual, por meio dos cinco níveis de maturidade, e definir um percurso gradual rumo à excelência na gestão de RSS, segurança ocupacional e sustentabilidade ambiental. As diretrizes desenvolvidas nesta pesquisa são orientações aplicáveis aos processos organizacionais e oferecem suporte à evolução dos NM e na melhoria contínua da gestão dos RSS.

Considerando as particularidades dos serviços prestados e a relação que cada unidade mantém com a comunidade atendida, o modelo de avaliação de maturidade proposto busca promover uma gestão de RSS mais alinhada com as ideias e os valores dos *stakeholders*, ao mesmo tempo em que reforça o compromisso com o desenvolvimento sustentável e a excelência na prestação do serviço.

6 CONCLUSÃO GERAL

A revisão sistemática de literatura mostrou que um dos grandes desafios na gestão de RSS em busca pela sustentabilidade. A gestão dos RSS não possui uma solução única, devido às diferentes circunstâncias enfrentadas em cada local, como ambiente físico, organização institucional, disponibilidade de recursos, contextos socioculturais e socioeconômicos. Nesse sentido, é prioritário estabelecer uma gestão de RSS segura e eficaz, antes de integrar soluções circulares.

A adoção da economia circular na gestão de RSS enfrenta desafios devido à natureza perigosa desses resíduos e o aumento da geração, pela preferência por dispositivos médicos de único uso, exigindo regulamentação, cooperação entre setores e novas estratégias, como reprocessamento de dispositivos e logística reversa, para integrar resíduos recuperáveis ao ciclo de produção. Destaca-se que a pandemia de COVID-19 provocou um aumento significativo na geração de resíduos perigosos, exigindo uma adaptação urgente das políticas e diretrizes para sua gestão, como o armazenamento local e as estações de transferência. Este estudo também explorou tecnologias de tratamento e descarte de RSS e a esterilização a vapor se destacou como a opção mais eficaz para a eliminação de RSS.

No contexto de tomada de decisão e criação de alternativas para a melhoria da gestão de RSS, a metodologia VFT foi importante para estruturar o problema, considerando as ideias e os valores de todos os envolvidos na pesquisa, independentemente da função, experiência ou posição hierárquica. Os resultados mostraram que medidas como introdução de especificações técnicas, conhecimento detalhado sobre os resíduos produzidos e o fornecimento de treinamento para melhorar as práticas de gerenciamento de resíduos podem ser implementadas. Além disso, a criação de protocolos aplicáveis, a formação de uma equipe de apoio para monitorar e compartilhar informações, principalmente sobre a geração de resíduos (taxa, tipologia, etc.), implementação de ações visando o reaproveitamento e a reciclagem de materiais, são medidas que podem impactar positivamente na gestão de RSS, a longo prazo.

Todos os valores, objetivos, atributos e alternativas desenvolvidos no estudo utilizando a metodologia VFT foram resultados de uma investigação que levou os participantes a refletirem sobre o assunto e a tomarem consciência de aspectos que muitas vezes não são claros ou são negligenciados no cotidiano. A estruturação fornecida foi importante para entender como a gestão dos RSS deve ser analisada de

uma forma interdisciplinar e multifatorial, destacando que muitos desafios nessa área impactam diretamente os aspectos ambientais, econômicos e sociais. A gestão de RSS exige um equilíbrio entre segurança, sustentabilidade e eficiência econômica, o que justifica a necessidade de um modelo que avalie a maturidade na integração de três sistemas de gestão no setor de saúde, sob os aspectos de meio ambiente, qualidade e gestão de resíduos.

A integração dos sistemas de gestão de RSS aos aspectos de gestão ambiental e de qualidade revelou-se uma abordagem eficaz para aprimorar a sustentabilidade e a eficiência no setor, fornecendo diretrizes robustas para reduzir riscos e melhorar o desempenho organizacional. Com a aplicação do modelo de maturidade, as unidades de saúde poderão identificar seu nível de desenvolvimento e planejar ações de melhoria contínua, que vão além da conformidade regulatória e se refletem em benefícios significativos para a sociedade e o meio ambiente.

Esta pesquisa tem potencial de aplicação em outros serviços de saúde da estrutura organizacional de saúde pública do país, contribuindo para o avanço das políticas públicas de gestão de resíduos no setor de saúde.

AGRADECIMENTOS

A autora gostaria de agradecer à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) - IBPG-0531-3.01/21 e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- ABAD, J.; DALMAU, I.; VILAJOSANA, J. Taxonomic proposal for integration levels of management systems based on empirical evidence and derived corporate benefits. **Journal of Cleaner Production**, v. 78, p. 164–173, set. 2014.
- ABD EL-SALAM, M. M. Hospital waste management in El-Beheira Governorate, Egypt. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 3, p. 618–629, jan. 2010.
- ABDELSALAM, M. K. et al. The key organizational factors in healthcare waste management practices of libyan public hospitals. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 22, 2021.
- ABNT. **Incineração de resíduos sólidos perigosos - Padrões de desempenho**Rio de Janeiro, 1990.
- ABNT. **NBR 12235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos**Rio de Janeiro, 1992.
- ABNT. **NBR 9191: sacos plásticos para acondicionamento de lixo - requisitos e métodos de ensaio**Rio de Janeiro, 2008.
- ABNT. **NBR 12807: Resíduos de serviços de saúde - terminologia**Rio de Janeiro, 2013a.
- ABNT. **NBR 12809: Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento**Rio de Janeiro, 2013b.
- ABNT. **NBR 12808: Resíduos de serviços de saúde**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2016.
- ABNT. **NBR 12810: Resíduos de serviços de saúde — Gerenciamento extraestabelecimento — Requisitos**, 2020a.
- ABNT. **NBR 13853: Recipientes para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes – Requisitos e métodos de ensaio**Rio de Janeiro, 2020b.
- ABNT. **NBR 10004-1: Resíduos sólidos - classificação Parte 1: requisitos de classificação**Rio de Janeiro, 2024a.
- ABNT. **NBR 1004 -2: Resíduos sólidos - classificação Parte 2: Sistema geral de classificação de resíduos (SGCR)**Rio de Janeiro, 2024b.
- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021**. São Paulo: Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2021.
- ABU-QDAIS, H. A.; AL-GHAZO, M. A.; AL-GHAZO, E. M. Statistical analysis and characteristics of hospital medical waste under novel Coronavirus outbreak. **Global Journal of Environmental Science and Management**, v. 6, n. Special Issue, p. 21–30, 2020.

ABUABARA, L.; PAUCAR-CACERES, A.; BURROWES-CROMWELL, T. Consumers' values and behaviour in the Brazilian coffee-in-capsules market: Promoting circular economy. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 23, p. 7269–7288, 2019.

AFESI-DEI, C.; APPIAH-BREMPOG, M.; AWUAH, E. Health-care waste management practices: The case of Ho Teaching Hospital in Ghana. **Heliyon**, v. 9, n. 4, p. e15514, abr. 2023.

AGHAPOUR, P. et al. Analysis of the health and environmental status of sterilizers in hospital waste management: a case study of hospitals in Tehran. **Waste Management and Research**, v. 31, n. 3, p. 333–337, 2013.

AGUIAR HUGO, A. et al. Healthcare waste management assessment: Challenges for hospitals in COVID-19 pandemic times. **Waste Management and Research**, v. 39, n. 1_suppl, p. 56–63, 12 jun. 2021.

AHMAD, R. et al. LCA of hospital solid waste treatment alternatives in a developing country: The case of District Swat, Pakistan. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 13, 2019.

AHMAD, R. W. et al. Blockchain-Based Forward Supply Chain and Waste Management for COVID-19 Medical Equipment and Supplies. **IEEE Access**, v. 9, p. 44905–44927, 2021.

AL-KHATIB, I. A. et al. Medical waste management at three hospitals in Jenin district, Palestine. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 192, n. 1, 2020.

ALAM, O.; MOSHARRAF, A. A preliminary life cycle assessment on healthcare waste management in Chittagong City, Bangladesh. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 17, n. 3, p. 1753–1764, 2020.

ALENCAR, M. H.; PRIORI, L.; ALENCAR, L. H. Structuring objectives based on value-focused thinking methodology: Creating alternatives for sustainability in the built environment. **Journal of Cleaner Production**, v. 156, p. 62–73, 2017.

ALHARBI, N. S.; ALHAJI, J. H.; QATTAN, M. Y. Toward sustainable environmental management of healthcare waste: A holistic perspective. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 9, p. 5280, 2021.

ALI, M.; GENG, Y. Accounting embodied economic potential of healthcare waste recycling—a case study from Pakistan. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 190, n. 11, p. 1–6, 2018.

ALI, M.; WANG, W.; CHAUDHRY, N. Investigating motivating factors for sound hospital waste management. **Journal of the Air and Waste Management Association**, v. 66, n. 8, p. 786–794, 2016a.

ALI, M.; WANG, W.; CHAUDHRY, N. Application of life cycle assessment for hospital solid waste management: A case study. **Journal of the Air and Waste Management Association**, v. 66, n. 10, p. 1012–1018, 2 out. 2016b.

ALIZADEH, M.; MAKUI, A.; PAYDAR, M. M. Forward and reverse supply chain network design for consumer medical supplies considering biological risk. **Computers and Industrial Engineering**, v. 140, p. 106229, 2020.

ALVES, S. B. et al. The reality of waste management in primary health care units in Brazil. **Waste Management and Research**, v. 32, n. 9, p. 40–47, 17 set. 2014.

AMARIGLIO, A.; DEPAOLI, D. Waste management in an Italian Hospital's operating theatres: An observational study. **American Journal of Infection Control**, v. 49, n. 2, p. 184–187, 2021.

ANDRADE, M. V. et al. Desafios do Sistema de Saúde Brasileiro. In: IPEA, I. DE P. E. A. (Ed.). . **Desafios da Nação: Artigos de apoio**. 2. ed. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2018.

ANGEL, K. The Precautions of Clinical Waste: Disposable Medical Sharps in the United Kingdom. **BioSocieties**, v. 4, n. 2–3, p. 183–205, 10 set. 2009.

ANSARI, M. et al. Dynamic assessment of economic and environmental performance index and generation, composition, environmental and human health risks of hospital solid waste in developing countries; A state of the art of review. **Environment International**, v. 132, n. April, p. 105073, 2019.

ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002**.

ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 306 de 7 de dezembro de 2004**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2004.

ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 222, de 28 de março de 2018** **Diário Oficial da União** Brasília Agência Nacional de Vigilância Sanitária, , 2018. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/8436198/do1-2018-03-29-resolucao-rdc-n-222-de-28-de-marco-de-2018-8436194>. Acesso em: 20 jan. 2023

AUNG, T. S.; LUAN, S.; XU, Q. Application of multi-criteria-decision approach for the analysis of medical waste management systems in Myanmar. **Journal of Cleaner Production**, v. 222, p. 733–745, 2019.

AWODELE, O.; ADEWOYE, A. A.; OPARAH, A. C. Assessment of medical waste management in seven hospitals in Lagos, Nigeria. **BMC Public Health**, v. 16, n. 1, p. 269, 15 dez. 2016.

BARBOSA, F. C. L.; MOL, M. P. G. Proposal of indicators for healthcare waste management: Case of a Brazilian public institution. **Waste Management and Research**, v. 36, n. 10, p. 934–941, 2018.

BASEL CONVENTION. **Technical guidelines on the environmentally sound management of biomedical and healthcare wastes**. Switzerland: Secretariat of the Basel Convention, 2003.

BEMOWSKI, K. Baldrige award celebrates its 10th birthday with a new look. **Quality**

Progress, v. 29, n. 12, p. 49, 1996.

BLENKHARN, J. I. Healthcare Wastes. **Encyclopedia of Environmental Health**, p. 453–476, 2015.

BRASIL. **Carga de lixo hospitalar apreendida no Porto de Suape retornará aos Estados Unidos**. Disponível em: <<https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/noticias/2012/janeiro/carga-de-lixo-hospitalar-apreendida-no-porto-de-suape-retornara-aos-estados-unidos>>. Acesso em: 23 jul. 2023a.

BRASIL. **Receita Federal apreende lixo hospitalar em contêiner no Porto de Suape**. Disponível em: <<https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/assuntos/noticias/2023/fevereiro/receita-federal-apreende-lixo-hospitalar-em-conteiner-no-porto-de-suape>>. Acesso em: 23 jul. 2023b.

CANIATO, M. et al. Using social network and stakeholder analysis to help evaluate infectious waste management: A step towards a holistic assessment. **Waste Management**, v. 34, n. 5, p. 938–951, 2014.

CANIATO, M.; TUDOR, T. L.; VACCARI, M. Assessment of health-care waste management in a humanitarian crisis: A case study of the Gaza Strip. **Waste Management**, v. 58, p. 386–396, 2016.

CANIATO, M.; TUDOR, T.; VACCARI, M. Understanding the perceptions, roles and interactions of stakeholder networks managing health-care waste: A case study of the Gaza Strip. **Waste Management**, v. 35, p. 255–264, 2015a.

CANIATO, M.; TUDOR, T.; VACCARI, M. International governance structures for health-care waste management: A systematic review of scientific literature. **Journal of Environmental Management**, v. 153, p. 93–107, abr. 2015b.

CAO, C. et al. Two-phase COVID-19 medical waste transport optimisation considering sustainability and infection probability. **Journal of Cleaner Production**, v. 389, n. November 2022, p. 135985, 2023.

CHAUHAN, A.; JAKHAR, S. K.; CHAUHAN, C. The interplay of circular economy with industry 4.0 enabled smart city drivers of healthcare waste disposal. **Journal of Cleaner Production**, v. 279, p. 123854, 2021.

CHAUHAN, A.; SINGH, A. A hybrid multi-criteria decision making method approach for selecting a sustainable location of healthcare waste disposal facility. **Journal of Cleaner Production**, v. 139, p. 1001–1010, 2016.

CHEN, W.; ZENG, S.; ZHANG, E. Fermatean Fuzzy IWP-TOPSIS-GRA Multi-Criteria Group Analysis and Its Application to Healthcare Waste Treatment Technology Evaluation. **Sustainability (Switzerland)**, v. 15, n. 7, p. 6056, 2023.

CHEN, X. H. et al. A novel framework for selecting sustainable healthcare waste treatment technologies under Z-number environment. **JOURNAL OF THE OPERATIONAL RESEARCH SOCIETY**, v. 72, n. 9, p. 2032–2045, 2021.

CHEN, Y. et al. Application countermeasures of non-incineration technologies for

medical waste treatment in China. **Waste Management and Research**, v. 31, n. 12, p. 1237–1244, 2013.

CHEN, Y. C. Y.-C.; TSAI, P. Y. P.-Y. Evaluating the operational risks of biomedical waste using failure mode and effects analysis. **Waste Management and Research**, v. 35, n. 6, p. 593–601, 2017.

CHETHANA, T. et al. Situation Analysis and Issues in Management of Biomedical Waste in Select Small Health Care Facilities in a Ward Under Bruhat Bengaluru Mahanagara Palike, Bangalore, India. **Journal of Community Health**, v. 39, n. 2, p. 310–315, 2014.

CHEW, X. Y. et al. Circular economy of medical waste: novel intelligent medical waste management framework based on extension linear Diophantine fuzzy FDOSM and neural network approach. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 21, p. 60473–60499, 2023.

CHIARINI, A. Strategies for improving performance in the Italian local government organizations. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 33, n. 3, p. 344–360, 7 mar. 2016.

CIPLAK, N. Assessing future scenarios for health care waste management using a multi-criteria decision analysis tool: A case study in the Turkish West Black Sea Region. **Journal of the Air and Waste Management Association**, v. 65, n. 8, p. 919–929, 2015.

CNES. **Estabelecimentos por Tipo - Pernambuco**. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?cnes/cnv/estabpe.def>>.

CNI. **Biodiversity and Industry information for a responsible management / Beatriz de Bulhões Mossri**. Brasília: National Confederation of Industry, 2012.

COBAN, M.; KARAKAS, F.; AKBULUT COBAN, N. Quantitative analysis of healthcare waste generation and composition in Antalya, Turkey. **Waste Management**, v. 160, p. 80–89, abr. 2023.

CONAMA. **Resolução N° 05, de 5 de agosto de 1993**. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1993.

CONAMA. **Resolução Conama n° 358 de 29 de abril de 2005** **Diário Oficial da União** Brasília Conselho Nacional do Meio Ambiente, , 2005. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5046>>. Acesso em: 20 jan. 2023

CROSBY, P. B. **Quality is free: The art of making quality certain**. New York: New American Library: [s.n.].

DAHLGAARD PARK, S.; DAHLGAARD, J. J. Organizational learnability and innovability: A system for assessing, diagnosing and improving innovations. **International Journal of Quality and Service Sciences**, v. 2, n. 2, p. 153–174, 2010.

DANG, H. T. T.; DANG, H. V.; TRAN, T. Q. Insights of healthcare waste management

practices in Vietnam. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 10, p. 12131–12143, 2021.

DE AGUIAR HUGO, A.; LIMA, R. D. S. Healthcare waste management assessment: Challenges for hospitals in COVID-19 pandemic times. **Waste Management and Research**, v. 39, n. 1_suppl, p. 56–63, 2021.

DEBERE, M. K. et al. Assessment of the health care waste generation rates and its management system in hospitals of Addis Ababa, Ethiopia, 2011. **BMC Public Health**, v. 13, n. 1, p. 1–9, 2013.

DEEPAK, A.; KUMAR, D.; SHARMA, V. Developing an effectiveness index for biomedical waste management in Indian states using a composite indicators approach. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 45, p. 64014–64029, 2021.

DEEPAK, A.; SHARMA, V.; KUMAR, D. Life cycle assessment of biomedical waste management for reduced environmental impacts. **Journal of Cleaner Production**, v. 349, n. February 2021, p. 131376, 2022.

DEHAL, A.; VAIDYA, A. N.; KUMAR, A. R. Biomedical waste generation and management during COVID-19 pandemic in India: challenges and possible management strategies. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 10, p. 14830–14845, 2022.

DELMONICO, D. V. DE G. et al. Waste management barriers in developing country hospitals: Case study and AHP analysis. **Waste Management and Research**, v. 36, n. 1, p. 48–58, 20 jan. 2018.

DEN HOLLANDER, M. C.; BAKKER, C. A.; HULTINK, E. J. Product Design in a Circular Economy: Development of a Typology of Key Concepts and Terms. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 517–525, 15 jun. 2017.

DERESS, T. et al. Assessment of Knowledge, Attitude, and Practice about Biomedical Waste Management and Associated Factors among the Healthcare Professionals at Debre Markos Town Healthcare Facilities, Northwest Ethiopia. **Journal of Environmental and Public Health**, v. 2018, 2018.

DETTENKOFER, M. et al. Environmental Auditing in Hospitals: First Results in a University Hospital. **Environmental Management**, v. 25, n. 1, p. 105–113, 1 jan. 2000.

DEVI, A. et al. Evaluation of biomedical waste management practices in public and private sector of health care facilities in India. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 25, p. 26082–26089, 2019.

DIHAN, M. R. et al. Healthcare waste in Bangladesh: Current status, the impact of Covid-19 and sustainable management with life cycle and circular economy framework. **Science of The Total Environment**, v. 871, n. November 2022, p. 162083, 2023.

DOMINGO, J. L. et al. Adverse health effects for populations living near waste incinerators with special attention to hazardous waste incinerators. A review of the

scientific literature. **Environmental Research**, v. 187, p. 109631, ago. 2020.

DOMINGUES, P.; SAMPAIO, P.; AREZES, P. M. I. Integrated management systems assessment: a maturity model Proposal. **Journal of cleaner production**, v. 124, p. 164–174, 2016.

EPA. **Medical Waste**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/rcra/medical-waste>>. Acesso em: 14 fev. 2023.

ERDEM, M. Designing a sustainable logistics network for hazardous medical waste collection a case study in COVID-19 pandemic. **Journal of Cleaner Production**, v. 376, n. August, p. 134192, 2022.

EREN, E.; TUZKAYA, U. R. Occupational health and safety-oriented medical waste management: A case study of Istanbul. **Waste Management and Research**, v. 37, n. 9, p. 876–884, 2019.

ERTZ, M.; PATRICK, K. The future of sustainable healthcare: Extending product lifecycles. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 153, p. 104589, 2020.

ETIM, M.-A. et al. Application of multi-criteria decision approach in the assessment of medical waste management systems in Nigeria. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 19, 2021.

EUROPEAN UNION. **Sustainable healthcare waste management in the EU Circular Economy model**. Disponível em: <<https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/toolkits-guidelines/sustainable-healthcare-waste-management-eu-circular-economy-model>>.

EZIRIM, I.; AGBO, F. Role of National Policy in Improving Health Care Waste Management in Nigeria. **Journal of Health and Pollution**, v. 8, n. 19, 1 set. 2018.

FERRONATO, N. et al. Application of healthcare waste indicators for assessing infectious waste management in Bolivia. **Waste Management and Research**, v. 38, n. 1, p. 4–18, 2020.

FLETCHER, C. A.; CLAIR, S. R.; SHARMINA, M. A framework for assessing the circularity and technological maturity of plastic waste management strategies in hospitals. **Journal of Cleaner Production**, v. 306, p. 127169, jul. 2021.

FNQ. **Entenda a importância do Diagnóstico de Maturidade da Gestão (DMg) by FNQ: Gestão para transformação**. São Paulo: National Foundation of Quality, 2020.

FRAIFELD, A. et al. Intraoperative waste segregation initiative among anesthesia personnel to contain disposal costs. **Waste Management**, v. 122, p. 124–131, mar. 2021.

GAO, Q. et al. Medical waste management in three areas of rural China. **PLoS ONE**, v. 13, n. 7, 2018.

GARCÍA VICENTE, S. et al. Development of certified environmental management in hospital and outpatient haemodialysis units. **Nefrología (English Edition)**, v. 35, n. 6,

p. 539–546, nov. 2015.

GEBREMESKEL KANNO, G. et al. Healthcare waste generation, composition and management practice in Dilla university referral hospital: a cross-sectional study. **Sustainable Environment**, v. 7, n. 1, 1 jan. 2021.

GENG, Y. et al. Regional medical waste management in China: A case study of Shenyang. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 15, n. 3, p. 310–320, 2013.

GHANNADPOUR, S. F.; ZANDIEH, F.; ESMAEILI, F. Optimizing triple bottom-line objectives for sustainable health-care waste collection and routing by a self-adaptive evolutionary algorithm: A case study from tehran province in Iran. **Journal of Cleaner Production**, v. 287, p. 125010, 2021.

GHOUSHCHI, S. J. et al. Barriers to circular economy implementation in designing of sustainable medical waste management systems using a new extended decision-making and FMEA models. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 53, p. 79735–79753, 2022.

GÖRÇÜN, Ö. F. et al. Evaluating and selecting sustainable logistics service providers for medical waste disposal treatment in the healthcare industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 408, p. 137194, 2023.

GOVINDAN, K. et al. Medical waste management during coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak: A mathematical programming model. **COMPUTERS & INDUSTRIAL ENGINEERING**, v. 162, 2021.

GOVINDAN, K. et al. Green reverse logistics network design for medical waste management: A circular economy transition through case approach. **Journal of Environmental Management**, v. 322, p. 115888, nov. 2022.

GUERRERO-BOTE, V. P.; MOYA-ANEGÓN, F. A further step forward in measuring journals' scientific prestige: The SJR2 indicator. **Journal of Informetrics**, v. 6, n. 4, p. 674–688, 2012.

GUIBU, F. **Indigentes comem carne humana em Olinda**. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/1994/4/16/brasil/53.html>>.

HAMMER, A. et al. The Relationship between Social Capital and Quality Management Systems in European Hospitals: A Quantitative Study. **PLoS ONE**, v. 8, n. 12, p. e85662, 31 dez. 2013.

HANGULU, L.; AKINTOLA, O. Perspectives of policy-makers and stakeholders about health care waste management in community-based care in South Africa: A qualitative study. **BMC Health Services Research**, v. 17, n. 1, p. 448, 2017a.

HANGULU, L.; AKINTOLA, O. Health care waste management in community-based care: Experiences of community health workers in low resource communities in South Africa. **BMC Public Health**, v. 17, n. 1, p. 290, 2017b.

HANTOKO, D. et al. Challenges and practices on waste management and disposal

during COVID-19 pandemic. **Journal of Environmental Management**, v. 286, n. January, p. 112140, maio 2021a.

HANTOKO, D. et al. Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic. **Journal of Environmental Management**, v. 286, n. January, p. 112140, maio 2021b.

HARDING, C. et al. Design opportunities to reduce waste in operating rooms. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 4, p. 1–14, 2021.

HARHAY, M. O. et al. Health care waste management: a neglected and growing public health problem worldwide. **Tropical Medicine and International Health**, v. 14, n. 11, p. 1414–1417, nov. 2009.

HASAN, M. M.; RAHMAN, M. H. Assessment of Healthcare Waste Management Paradigms and Its Suitable Treatment Alternative: A Case Study. **Journal of Environmental and Public Health**, v. 2018, 2018.

HASSAN, A. A.; TUDOR, T.; VACCARI, M. Healthcare waste management: A case study from Sudan. **Environments - MDPI**, v. 5, n. 8, p. 1–16, 2018.

HERNANDEZ-VIVANCO, A. et al. Do multiple certifications leverage firm performance? A dynamic approach. **International Journal of Production Economics**, v. 218, p. 386–399, dez. 2019.

HONG, J. et al. Life-cycle environmental and economic assessment of medical waste treatment. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 65–73, 2018.

HOSSAIN, M. S. et al. Clinical solid waste management practices and its impact on human health and environment – A review. **Waste Management**, v. 31, n. 4, p. 754–766, abr. 2011.

ICRC. **Medical waste management**. Geneva: International Committee of the Red Cross, 2011.

IKEDA, Y.; FUJIWARA, H.; SASAKI, M. Is there a difference between urban and rural areas in the disposal of home medical care waste? 13 years of nation-wide repeated cross-sectional study in Japan. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 23, n. 1, p. 323–329, 2021.

ILYAS, S.; SRIVASTAVA, R. R.; KIM, H. Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management. **Science of the Total Environment**, v. 749, p. 141652, 2020.

ISO. **ISO 10014, Quality management: Guidelines for realizing financial and economic benefits**. Switzerland: International organization for Standardization, 2008.

ISO. **ISO 9004, Quality management, Quality of an organization: Guidance to achieve sustained success**. Switzerland: International organization for Standardization, 2010.

ISO. **ISO 14001, Environmental management system: requirements with**

guidance for use. Switzerland: International Organization for Standardization, 2015a.

ISO. ISO 9001 Sistemas de gestão da qualidade-Requisitos Quality management systems-Requirements. p. 32, 2015b.

IVANOV, D. Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 136, n. March, p. 101922, abr. 2020.

JOHNSON, K. M. et al. Improving waste segregation while reducing costs in a tertiary-care hospital in a lower-middle-income country in Central America. **Waste Management and Research**, v. 31, n. 7, p. 733–738, 2013.

KALANTARY, R. R. et al. Effect of COVID-19 pandemic on medical waste management: a case study. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, v. 19, n. 1, p. 831–836, 18 jun. 2021.

KANE, G. M.; BAKKER, C. A.; BALKENENDE, A. R. Towards design strategies for circular medical products. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, n. July, p. 38–47, 2018.

KANG, A. et al. Environmental management strategy in response to COVID-19 in China: Based on text mining of government open information. **Science of the Total Environment**, v. 769, p. 145158, maio 2021.

KANG, D. et al. A dual hesitant q-rung orthopair enhanced MARCOS methodology under uncertainty to determine a used PPE kit disposal. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 59, p. 89625–89642, 2022.

KARGAR, S.; PAYDAR, M. M.; SAFAEI, A. S. A reverse supply chain for medical waste: A case study in Babol healthcare sector. **Waste Management**, v. 113, p. 197–209, jul. 2020.

KARGAR, S.; POURMEHDI, M.; PAYDAR, M. M. Reverse logistics network design for medical waste management in the epidemic outbreak of the novel coronavirus (COVID-19). **Science of the Total Environment**, v. 746, 2020.

KARKI, S. et al. Risk perception towards healthcare waste among community people in Kathmandu, Nepal. **Plos One**, v. 15, n. 3, p. e0230960, 30 mar. 2020.

KEENEY, G. L.; VON WINTERFELDT, D. Identifying and Structuring the Objectives of Terrorists. **Risk Analysis**, v. 30, n. 12, p. 1803–1816, dez. 2010.

KEENEY, R. L. **Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking**. London: Harvard University Press, 1992.

KEENEY, R. L. Value-focused thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives. **European Journal of Operational Research**, v. 92, n. 3, p. 537–549, ago. 1996.

KHAN, A. A. et al. Influencing factors behind inappropriate solid waste management of

small clinics in a resource-constrained country. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 191, n. 12, 2019.

KIM, S. H.; AHN, B. S. Interactive group decision making procedure under incomplete information. **European Journal of Operational Research**, v. 116, n. 3, p. 498–507, ago. 1999.

KOLLANUS, S. ICMM—a maturity model for software inspections. **Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice**, v. 23, n. 5, p. 327–341, 14 ago. 2011.

KOMILIS, D.; KATSAFAROS, N.; VASSILOPOULOS, P. Hazardous medical waste generation in Greece: case studies from medical facilities in Attica and from a small insular hospital. **Waste Management and Research**, v. 29, n. 8, p. 807–814, 2011.

KORKUT, E. N. Estimations and analysis of medical waste amounts in the city of Istanbul and proposing a new approach for the estimation of future medical waste amounts. **Waste Management**, v. 81, p. 168–176, 2018.

KUMAR, R.; SOMRONGTHONG, R.; SHAIKH, B. T. Effectiveness of intensive healthcare waste management training model among health professionals at teaching hospitals of Pakistan: A quasi-experimental study. **BMC Health Services Research**, v. 15, n. 1, p. 1–7, 2015.

LAKBALA, P.; LAKBALA, M. Knowledge, attitude and practice of hospital staff management. **Waste Management and Research**, v. 31, n. 7, p. 729–732, 2013.

LEE, S.; VACCARI, M.; TUDOR, T. Considerations for choosing appropriate healthcare waste management treatment technologies: A case study from an East Midlands NHS Trust, in England. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, p. 139–147, 2016.

LI, H. et al. Establishing an interval-valued fuzzy decision-making method for sustainable selection of healthcare waste treatment technologies in the emerging economies. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 22, n. 2, p. 501–514, 16 mar. 2020.

LI, H.; DIETL, H.; LI, J. Identifying key factors influencing sustainable element in healthcare waste management using the interval-valued fuzzy DEMATEL method. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 23, n. 5, p. 1777–1790, 23 set. 2021.

LIAO, C.-J.; HO, C. C. Risk management for outsourcing biomedical waste disposal – Using the failure mode and effects analysis. **Waste Management**, v. 34, n. 7, p. 1324–1329, jul. 2014a.

LIAO, C.-J.; HO, C. C. Risk management for outsourcing biomedical waste disposal - Using the failure mode and effects analysis. **Waste Management**, v. 34, n. 7, p. 1324–1329, jul. 2014b.

LIKERT, R. A. LIKERT, R. A. Technique for measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, n. 140, p. 5–55, 1932.

LIU, H.-C. et al. Application of interval 2-tuple linguistic MULTIMOORA method for health-care waste treatment technology evaluation and selection. **Waste Management**, v. 34, n. 11, p. 2355–2364, 2014.

LIU, H. C.; WU, J.; LI, P. Assessment of health-care waste disposal methods using a VIKOR-based fuzzy multi-criteria decision making method. **Waste Management**, v. 33, n. 12, p. 2744–2751, 2013.

LIU, S. et al. A novel hybrid multi-criteria group decision-making approach with intuitionistic fuzzy sets to design reverse supply chains for COVID-19 medical waste recycling channels. **Computers and Industrial Engineering**, v. 169, n. April, p. 108228, 2022.

LIU, Z. Y. et al. Research on Optimization of Healthcare Waste Management System Based on Green Governance Principle in the COVID-19 Pandemic. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 10, 2021.

LOTFI, R. et al. Viable medical waste chain network design by considering risk and robustness. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 53, p. 79702–79717, 2022.

LU, C. et al. Health-carewaste treatment technology selection using the interval 2-Tuple induced TOPSIS method. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 6, 2016.

LUCKO, G.; ROJAS, E. M. Research Validation: Challenges and Opportunities in the Construction Domain. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 1, p. 127–135, jan. 2010.

LUO, X.; LIAO, W. Collaborative Reverse Logistics Network for Infectious Medical Waste Management during the COVID-19 Outbreak. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 15, 2022.

MAAMARI, O. et al. Health Care Waste generation rates and patterns: The case of Lebanon. **Waste Management**, v. 43, p. 550–554, 2015.

MAKAJIC-NIKOLIC, D. et al. The fault tree analysis of infectious medical waste management. **Journal of Cleaner Production**, v. 113, p. 365–373, fev. 2016.

MAKAN, A.; FADILI, A. Sustainability assessment of healthcare waste treatment systems using surrogate weights and PROMETHEE method. **Waste Management and Research**, v. 39, n. 1, p. 73–82, 11 jan. 2021.

MALEKAHMADI, F. et al. Analysis of the healthcare waste management status in Tehran hospitals. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, v. 12, n. 1, p. 1–5, 2014.

MANGA, V. E. et al. Health care waste management in Cameroon: A case study from the Southwestern Region. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 57, p. 108–116, 2011.

MANNINEN, K.; HUISKONEN, J. Sustainability Goal Setting with a Value-Focused

Thinking Approach. In: **Sustainable Business Models (Innovation, Implementation and Success)**. [s.l: s.n.]. p. 89–118.

MANTZARAS, G.; VOUDRIAS, E. A. An optimization model for collection, haul, transfer, treatment and disposal of infectious medical waste: Application to a Greek region. **Waste Management**, v. 69, p. 518–534, 2017.

MANUPATI, V. K. et al. Selection of the best healthcare waste disposal techniques during and post COVID-19 pandemic era. **Journal of Cleaner Production**, v. 281, p. 125175, 2021.

MARTINS, M. A. et al. Generation of infectious waste during the COVID-19 pandemic: The case of a Brazilian hospital. **Waste Management and Research**, v. 39, n. 10, p. 1245–1255, 27 out. 2021.

MCADAM, R.; WALKER, T. An Inquiry into Balanced Scorecards within Best Value Implementation in UK Local Government. **Public Administration**, v. 81, n. 4, p. 873–892, 25 dez. 2003.

MCLEAN, R.; ANTONY, J. Why continuous improvement initiatives fail in manufacturing environments? A systematic review of the evidence. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 63, n. 3, p. 370–376, 2014.

MEI, X. Y. et al. Optimization of medical waste recycling network considering disposal capacity bottlenecks under a novel coronavirus pneumonia outbreak. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 53, p. 79669–79687, 2022.

MERRICK, J. R. W.; GRABOWSKI, M. Decision Performance and Safety Performance: A Value-Focused Thinking Study in the Oil Industry. **Decision Analysis**, v. 11, n. 2, p. 105–116, jun. 2014.

MIHAI, F.-C. C. Assessment of COVID-19 waste flows during the emergency state in Romania and related public health and environmental concerns. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 15, p. 1–18, 2020.

MINOGLU, M.; GERASSIMIDOU, S.; KOMILIS, D. Healthcare Waste Generation Worldwide and Its Dependence on Socio-Economic and Environmental Factors. **Sustainability**, v. 9, n. 2, p. 220, 6 fev. 2017.

MINOGLU, M.; KOMILIS, D. Describing health care waste generation rates using regression modeling and principal component analysis. **Waste Management**, v. 78, p. 811–818, 2018.

MISHRA, A. R. et al. A novel EDAS approach on intuitionistic fuzzy set for assessment of health-care waste disposal technology using new parametric divergence measures. **Journal of Cleaner Production**, v. 272, p. 122807, 2020.

MMANGA, M. et al. Unpacking healthcare waste management at rural village health clinics in the Ntcheu District (Malawi). **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 191, n. 3, 2019.

MMEREKI, D. et al. Healthcare waste management in Botswana: storage, collection, treatment and disposal system. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 19, n. 1, p. 351–365, 2017.

MOL, M. P. G. et al. Assessment of work-related accidents associated with waste handling in Belo Horizonte (Brazil). **Waste Management and Research**, v. 35, n. 10, p. 1084–1092, 2017.

MONTE, M. B. DA S.; MORAIS, D. C. A Decision Model for Identifying and Solving Problems in an Urban Water Supply System. **Water Resources Management**, v. 33, n. 14, p. 4835–4848, 27 nov. 2019.

MOREIRA, A. M. M.; GÜNTHER, W. M. R. Assessment of medical waste management at a primary health-care center in São Paulo, Brazil. **Waste Management**, v. 33, n. 1, p. 162–167, jan. 2013.

MOSQUERA, M. et al. Evaluation of an education and training intervention to reduce health care waste in a tertiary hospital in Spain. **American Journal of Infection Control**, v. 42, n. 8, p. 894–897, ago. 2014.

MS. Manual Instrutivo da Rede de Atenção às Urgências e Emergências no Sistema Único de Saúde (SUS). Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

MUSHTAQ, M. H. et al. Environmental Performance of Alternative Hospital Waste Management Strategies Using Life Cycle Assessment (LCA) Approach. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 22, 2022.

NABAVI-PELESARAEI, A. et al. Principal of environmental life cycle assessment for medical waste during COVID-19 outbreak to support sustainable development goals. **Science of the Total Environment**, v. 827, p. 154416, 2022.

NARAYANAMOORTHY, S. et al. A novel assessment of bio-medical waste disposal methods using integrating weighting approach and hesitant fuzzy MOOSRA. **Journal of Cleaner Production**, v. 275, 2020.

NEVES, A. C. et al. Analysis of healthcare waste management in hospitals of Belo Horizonte, Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 60, p. 90601–90614, 23 dez. 2022.

NIYONGABO, E. et al. Generation, management practices and rapid risk assessment of solid medical wastes: a case study in Burundi. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 21, n. 4, p. 950–961, 21 jul. 2019.

NKONGE, A. N. et al. Management of healthcare waste in national teaching and referral hospitals in Kenya. **International Journal of Environment and Waste Management**, v. 14, n. 2, p. 199, 2014.

ODONKOR, S. T.; MAHAMI, T. Healthcare waste management in Ghanaian hospitals: Associated public health and environmental challenges. **Waste Management and Research**, v. 38, n. 8, p. 831–839, 28 ago. 2020.

OLANIYI, F. C.; OGOLA, J. S.; TSHITANGANO, T. G. Efficiency of Health Care Risk

Waste Management in Rural Healthcare Facilities of South Africa: An Assessment of Selected Facilities in Vhembe District, Limpopo Province. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 12, p. 2199, 21 jun. 2019.

OYEKALE, A. S.; OYEKALE, T. O. Healthcare waste management practices and safety indicators in Nigeria. **BMC Public Health**, v. 17, n. 1, p. 1–13, 2017.

ÖZKAN, A. Evaluation of healthcare waste treatment/disposal alternatives by using multi-criteria decision-making techniques. **Waste Management and Research**, v. 31, n. 2, p. 141–149, 2013.

PATWARY, M. A.; O'HARE, W. T.; SARKER, M. H. An illicit economy: Scavenging and recycling of medical waste. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 11, p. 2900–2906, 2011.

PEGG, M.; RAWSON, R.; OKERE, U. Operating room waste management: A case study of primary hip operations at a leading National Health Service hospital in the United Kingdom. **Journal of Health Services Research and Policy**, v. 27, n. 4, p. 255–260, 30 out. 2022.

RAFIEE, A. et al. Assessment and selection of the best treatment alternative for infectious waste by modified Sustainability Assessment of Technologies methodology. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, v. 14, n. 1, 2016.

RAHMANI, K.; ALIGHADRI, M.; RAFIEE, Z. Assessment and selection of the best treatment alternative for infectious waste by Sustainability Assessment of Technologies (SAT) methodology. **Journal of the Air and Waste Management Association**, v. 70, n. 3, p. 333–340, 2020.

RAMODIPA, T. et al. Status of health care waste management plans and practices in public health care facilities in Gauteng Province, South Africa. **BMC Public Health**, v. 23, n. 1, p. 246, 6 fev. 2023.

REYES, H. G.; GIACHETTI, R. Using experts to develop a supply chain maturity model in Mexico. **Supply Chain Manag.**, v. 15, n. 6, p. 415–424, 2010.

RHEE, S. W. Management of used personal protective equipment and wastes related to COVID-19 in South Korea. **Waste Management and Research**, v. 38, n. 8, p. 820–824, 2020.

ROSS, J.; PENESIS, J.; BADRICK, T. Improving laboratory economic and environmental performance by the implementation of an environmental management system. **Accreditation and Quality Assurance**, v. 24, n. 5, p. 319–327, 6 out. 2019.

RUFINO, S.; MACIEL, R.; LOCAL, A. P. Avaliação Do Nível De Maturidade Do Sistema De Gestão Da Qualidade Para Pequenas E Médias Empresas : Proposição De Um Modelo. 2016.

SAHA, A. et al. A q-Rung Orthopair Fuzzy FUCOM Double Normalization-Based Multi-Aggregation Method for Healthcare Waste Treatment Method Selection. **Sustainability**, v. 14, n. 7, p. 4171, 31 mar. 2022.

SAHILEDENGLE, B. Self-reported healthcare waste segregation practice and its correlate among healthcare workers in hospitals of Southeast Ethiopia. **BMC Health Services Research**, v. 19, n. 1, p. 1–11, 2019.

SANTOS, Â. R. S. et al. Integrated management system: methodology for maturity assessment in food industries. **Benchmarking**, v. 29, n. 6, p. 1757–1780, 2022.

SANTOS, E. DE S.; GONÇALVES, K. M. DOS S.; MOL, M. P. G. Healthcare waste management in a Brazilian university public hospital. **Waste Management and Research**, v. 37, n. 3, p. 278–286, 2019.

SAPKOTA, B.; GUPTA, G. K.; MAINALI, D. Impact of intervention on healthcare waste management practices in a tertiary care governmental hospital of Nepal. **BMC Public Health**, v. 14, n. 1, p. 1–8, 2014.

SARTAJ, M.; ARABGOL, R. Assessment of healthcare waste management practices and associated problems in Isfahan Province (Iran). **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 17, n. 1, p. 99–106, 2015.

SEPETIS, A. et al. Identifying and Predicting Healthcare Waste Management Costs for an Optimal Sustainable Management System: Evidence from the Greek Public Sector. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 16, 2022.

SES. **Governo do Estado reabre Hospital São Sebastião**. Disponível em: <<http://portal.saude.pe.gov.br/noticias/secretaria-executiva-de-atencao-saude/governo-do-estado-reabre-hospital-sao-sebastiao>>. Acesso em: 21 maio. 2021.

SHABANI, T.; JERIE, S. A review of the applicability of Environmental Management Systems in waste management in the medical sector of Zimbabwe. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 195, n. 6, 2023.

SHADKAM, E. Cuckoo optimization algorithm in reverse logistics: A network design for COVID-19 waste management. **Waste Management and Research**, v. 40, n. 4, p. 458–469, 2022.

SHAMMI, M.; BEHAL, A.; TAREQ, S. M. The Escalating Biomedical Waste Management To Control the Environmental Transmission of COVID-19 Pandemic: A Perspective from Two South Asian Countries. **Environmental Science and Technology**, v. 55, n. 7, p. 4087–4093, 2021.

SHI, H. et al. An integrated decision making approach for assessing healthcare waste treatment technologies from a multiple stakeholder. **Waste Management**, v. 59, p. 508–517, 2017.

SHIFERAW, Y.; ABEBE, T.; MIHRET, A. Sharps injuries and exposure to blood and bloodstained body fluids involving medical waste handlers. **Waste Management and Research**, v. 30, n. 12, p. 1299–1305, 10 dez. 2012.

SHUKLA, R. G.; AGARWAL, A.; SHEKHAR, V. Leveraging Blockchain Technology for Indian Healthcare system: An assessment using value-focused thinking approach. **The**

Journal of High Technology Management Research, v. 32, n. 2, p. 100415, nov. 2021.

SHUKLA, S.; MOHANTY, B. K.; KUMAR, A. Strategizing sustainability in e-commerce channels for additive manufacturing using value-focused thinking and fuzzy cognitive maps. **Industrial Management & Data Systems**, v. 118, n. 2, p. 390–411, 12 mar. 2018.

SILVA, T. et al. Strategies for the improvement of home medical waste management during the COVID-19 pandemic. **Journal of the Air and Waste Management Association**, v. 72, n. 3, p. 222–234, 2021.

SILVA, T. et al. A qualitative descriptive case study on home medical waste management in Brazil. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 24, n. 5, p. 2068–2077, 2022.

SILVA, T. et al. Use of the value-focused thinking methodology to understand health care waste management under the perspective of occupational and environmental health. **Journal of Cleaner Production**, v. 479, p. 144036, nov. 2024.

SINGH, N.; OGUNSEITAN, O. A.; TANG, Y. Medical waste: Current challenges and future opportunities for sustainable management. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 52, n. 11, p. 2000–2022, 3 jun. 2022.

SOUSA, R.; VOSS, C. A. Quality Management: Universal or Context Dependent? An Empirical Investigation across the Manufacturing Strategy Spectrum. **Production and Operations Management**, v. 10, p. 383–404, 2001.

SU, E. C. Y.; CHEN, Y. T. Policy or income to affect the generation of medical wastes: An application of environmental Kuznets curve by using Taiwan as an example. **Journal of Cleaner Production**, v. 188, p. 489–496, 2018.

TADESSE, M. L.; KUMIE, A. Healthcare waste generation and management practice in government health centers of Addis Ababa, Ethiopia. **BMC Public Health**, v. 14, 2014.

TAGHIPOUR, H. et al. On-site or off-site treatment of medical waste: A challenge. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, v. 12, n. 1, p. 1–6, 2014.

TESFAHUN, E.; KUMIE, A.; BEYENE, A. Developing models for the prediction of hospital healthcare waste generation rate. **Waste Management and Research**, v. 34, n. 1, p. 75–80, 2016.

THAKUR, V. Framework for PESTEL dimensions of sustainable healthcare waste management: Learnings from COVID-19 outbreak. **Journal of Cleaner Production**, v. 287, 2021.

THAKUR, V. Locating temporary waste treatment facilities in the cities to handle the explosive growth of HCWs during pandemics: A novel Grey-AHP-OCRA hybrid approach. **Sustainable Cities and Society**, v. 82, p. 103907, 2022.

THAKUR, V.; ANBANANDAM, R. Healthcare waste management: an interpretive structural modeling approach. **International Journal of Health Care Quality Assurance**, v. 29, n. 5, p. 559–581, 2016.

THAKUR, V.; ANBANANDAM, R. Management practices and modeling the seasonal variation in health care waste A case study of Uttarakhand, India. **Journal of Modelling in Management**, v. 12, n. 1, p. 162–174, 2017.

THAKUR, V.; MANGLA, S. K.; TIWARI, B. Managing healthcare waste for sustainable environmental development: A hybrid decision approach. **Business Strategy and the Environment**, v. 30, n. 1, p. 357–373, 2021a.

THAKUR, V.; MANGLA, S. K.; TIWARI, B. Managing healthcare waste for sustainable environmental development: A hybrid decision approach. **Business Strategy and the Environment**, v. 30, n. 1, p. 357–373, jan. 2021b.

THAKUR, V.; RAMESH, A. Healthcare waste disposal strategy selection using grey-AHP approach. **Benchmarking**, v. 24, n. 3, p. 735–749, 2017.

THAKUR, V.; RAMESH, A. Analyzing composition and generation rates of biomedical waste in selected hospitals of Uttarakhand, India. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 20, n. 2, p. 877–890, 2018.

TIRKOLAE, E. B.; ABBASIAN, P.; WEBER, G. W. Sustainable fuzzy multi-trip location-routing problem for medical waste management during the COVID-19 outbreak. **Science of the Total Environment**, v. 756, p. 143607, 2021.

TIRKOLAE, E. B.; AYDIN, N. S. A sustainable medical waste collection and transportation model for pandemics. **Waste Management and Research**, v. 39, n. 1_suppl, p. 34–44, 2021.

TORKAYESH, A. E. et al. Analyzing failures in adoption of smart technologies for medical waste management systems: a type-2 neutrosophic-based approach. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 53, p. 79688–79701, 23 nov. 2022.

TORKAYESH, A. E.; VANDCHALI, H. R.; TIRKOLAE, E. B. Multi-objective optimization for healthcare waste management network design with sustainability perspective. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 15, 2021.

TSAI, W.-T. Analysis of medical waste management and impact analysis of COVID-19 on its generation in Taiwan. **Waste Management and Research**, v. 39, n. 1_suppl, p. 27–33, 5 jun. 2021.

TUDOR, T. L. et al. An overview of arisings and large-scale treatment technologies for healthcare waste in the United Kingdom. **Waste Management and Research**, v. 27, n. 4, p. 374–383, 26 jun. 2009.

UDOFIA, E. A.; GULIS, G.; FOBIL, J. Solid medical waste: a cross sectional study of household disposal practices and reported harm in Southern Ghana. **BMC Public Health**, v. 17, 2017.

UNGER, S.; LANDIS, A. Assessing the environmental, human health, and economic impacts of reprocessed medical devices in a Phoenix hospital's supply chain. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 1995–2003, 2016.

VACCARI, M.; TUDOR, T.; PERTEGHELLA, A. Costs associated with the management of waste from healthcare facilities: An analysis at national and site level. **Waste Management and Research**, v. 36, n. 1, p. 39–47, 2018.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. **VOSviewer Manual**. Leiden: Univeriteit Leiden, 2023.

VAN STRATEN, B. et al. Surgical waste reprocessing: Injection molding using recycled blue wrapping paper from the operating room. **Journal of Cleaner Production**, v. 322, n. September, p. 129121, 2021.

VASHISHTH, A. et al. Integrated management systems maturity: Drivers and benefits in Indian SMEs. **Journal of Cleaner Production**, v. 293, p. 126243, abr. 2021.

VATOVEC, C.; SENIER, L.; BELL, M. An Ecological Perspective on Medical Care: Environmental, Occupational, and Public Health Impacts of Medical Supply and Pharmaceutical Chains. **EcoHealth**, v. 10, n. 3, p. 257–267, 11 set. 2013.

VEILLA, E. M.; SAMWEL, V. M. Assessment of sharps waste management practices in a referral hospital. **African Journal of Environmental Science and Technology**, v. 10, n. 3, p. 86–95, 31 mar. 2016.

VERMA, L. K. et al. Biomedical waste management in nursing homes and smaller hospitals in Delhi. **Waste Management**, v. 28, n. 12, p. 2723–2734, dez. 2008.

VIANI, C.; VACCARI, M.; TUDOR, T. Recovering value from used medical instruments: A case study of laryngoscopes in England and Italy. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 111, p. 1–9, ago. 2016.

VIEIRA, S. D. A. Césio-137, um drama recontado. **Estudos Avancados**, v. 27, n. 77, p. 217–234, 2013.

VOUDRIAS, E. A. Technology selection for infectious medical waste treatment using the analytic hierarchy process. **Journal of the Air and Waste Management Association**, v. 66, n. 7, p. 663–672, 2016.

WAFULA, S. T.; MUSIIME, J.; OPORIA, F. Health care waste management among health workers and associated factors in primary health care facilities in Kampala City, Uganda: A cross-sectional study. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 1–10, 2019.

WHO. **Health-care waste management rapid assessment tool**. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/m/item/health-care-waste-management-rapid-assessment-tool>>.

WHO. **Safe management of wastes from health care activities**. Geneva: World Health Organization, 2014.

WHO. **Global Progress Report on Wash in Health Care Facilities**. Geneva: World

Health Organization, 2020.

WU, H.; YANG, B.; TAO, F. Optimization of vehicle routing for waste collection and transportation. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 14, p. 1–26, 2020.

XU, L. et al. Combatting medical plastic waste through visual elicitation: Insights from healthcare professionals. **Journal of Cleaner Production**, v. 329, 2021.

YANG, L. et al. Emergency response to the explosive growth of health care wastes during COVID-19 pandemic in Wuhan, China. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 164, n. August 2020, p. 105074, 2021.

YE, J. Q. et al. Assessment of medical waste generation, associated environmental impact, and management issues after the outbreak of COVID-19: A case study of the Hubei Province in China. **PLoS ONE**, v. 17, n. 1, p. 1–17, 2022.

YU, H. et al. Reverse logistics network design for effective management of medical waste in epidemic outbreaks: Insights from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan (China). **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 5, p. 1770, 2020a.

YU, H. et al. A stochastic network design problem for hazardous waste management. **Journal of Cleaner Production**, v. 277, p. 123566, 2020b.

ZHANG, H. J. et al. Investigation of medical waste management in Gansu province, China. **Waste Management and Research**, v. 31, n. 6, p. 655–659, 2013.

ZHANG, Q.-Q. et al. Comprehensive Evaluation of Antibiotics Emission and Fate in the River Basins of China: Source Analysis, Multimedia Modeling, and Linkage to Bacterial Resistance. **Environmental Science and Technology**, v. 49, n. 11, p. 6772–6782, 2 jun. 2015.

ZHAO, H.-L. L. et al. Energy, environment and economy assessment of medical waste disposal technologies in China. **Science of The Total Environment**, v. 796, p. 148964, nov. 2021a.

ZHAO, H. et al. Comparative life cycle assessment of emergency disposal scenarios for medical waste during the COVID-19 pandemic in China. **Waste Management**, v. 126, p. 388–399, 2021b.

ZHAO, H. L. et al. Comparative life cycle assessment of emergency disposal scenarios for medical waste during the COVID-19 pandemic in China. **WASTE MANAGEMENT**, v. 126, p. 388–399, 2021c.

ZHAO, S.; MA, G.; DING, J. Symbiotic Mechanism of Multiple Subjects for the Resource-Based Disposal of Medical Waste in China in the Post-Pandemic Context. **Sustainability (Switzerland)**, v. 15, n. 1, 2023.

APÊNDICE A – ARTIGO 3 – CONVERGÊNCIAS ENTRE OS SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS, AMBIENTAL E DA QUALIDADE: UMA CONTRIBUIÇÃO À AVALIAÇÃO DA MATURIDADE NOS SERVIÇOS DE SAÚDE

Sistema de gestão integrada: metodologia para avaliação de maturidade em estabelecimentos de saúde

Este Questionário enquadra-se numa investigação no âmbito de uma tese de doutorado em Engenharia Civil, realizada na Universidade Federal de Pernambuco. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins académicos.

Não existem respostas certas ou erradas. Por isso lhe solicito que responda de forma espontânea e sincera todas as perguntas.

thais.tainan@ufpe.br [Mudar de conta](#)



Não compartilhado

* Indica uma pergunta obrigatória

1. O plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (PGRSS) está disponível no estabelecimento? *

Sim

Não

2. Estão acessíveis cópias do contrato de prestação de serviços e da licença ambiental das empresas prestadoras de serviços para a destinação dos RSS? *

Sim

Não

3. Estão disponíveis diretrizes internas relacionadas ao gerenciamento dos RSS ^{*}
(geração, segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte,
tratamento e disposição final)

- não está disponível
- pouco disponível
- regularmente disponível
- disponível
- totalmente disponível

4. Os recursos (material, financeiro, técnico) disponibilizados para gerenciamento ^{*}
de RSS é suficiente?

- não há recurso
- há pouco recurso
- há recurso
- há recurso suficiente
- há muito recurso

5. A segregação (separação) dos diferentes tipos de RSS no momento de sua ^{*}
geração é realizada de forma adequada?

- não é adequada
- pouco adequada
- regularmente adequada
- adequada
- totalmente adequada

6. O acondicionamento dos RSS (saco branco leitoso, coletores para perfurocortantes, sacos de lixo comum) está correto? *

- não está correto
- pouco correto
- regularmente correto
- correto
- totalmente correto

7. O transporte interno dos RSS é realizado atendendo rotas e horários previamente definidos, em coletor identificado? *

- não está adequado
- pouco adequado
- regularmente adequado
- adequado
- totalmente adequado

8. O abrigo de resíduos (temporário ou externo) é adequado? (permite fácil acesso, fácil higienização, identificação, pontos de iluminação e telas para proteção contra vetores, ambiente separado para armazenar os coletores dos RSS infeccioso dos comuns). *

- não está adequado
- pouco adequado
- regularmente adequado
- adequado
- totalmente adequado

9. Como você define a gestão de RSS, quanto a sua adequação ambiental? (redução da geração de RSS, reutilização de materiais, tratamento adequado, etc.) *

- não está adequada
- pouco adequada
- regularmente adequada
- adequada
- totalmente adequada

10. Existe algum material explicando o que fazer em situações de emergência e acidentes decorrentes do manuseio inadequado dos RSS? *

- Sim
- Não

11. Você acha que os RSS são gerenciados com segurança? *

- não é seguro
- pouco seguro
- regularmente seguro
- seguro
- totalmente seguro

12. Os equipamentos de proteção individual (EPI) necessários para o manuseio de RSS estão disponíveis em quantidade suficiente? *

- não está disponível
- pouco disponível
- regularmente disponível
- disponível
- totalmente disponível

13. A unidade de saúde recebe instrumentos/dispositivos médicos que promovem maior segurança no manuseio ou causam menor impacto ambiental no descarte (ex: dispositivo reutilizável, em vez de dispositivo de uso único)? *

- nunca
- não tenho conhecimento
- as vezes
- quase sempre
- sempre

14. São disponibilizados programas de educação continuada para os funcionários, próprios ou terceiros, envolvidos nas atividades de gerenciamento de RSS (profissionais de saúde, profissionais de limpeza, etc.) *

- não está disponível
- pouco disponível
- regularmente disponível
- disponível
- totalmente disponível

APÊNDICE B – ARTIGO 3 – CONVERGÊNCIAS ENTRE OS SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS, AMBIENTAL E DA QUALIDADE: UMA CONTRIBUIÇÃO À AVALIAÇÃO DA MATURIDADE NOS SERVIÇOS DE SAÚDE

Sistema de gestão integrada: metodologia para avaliação de maturidade em estabelecimentos de saúde

Este Questionário enquadra-se numa investigação no âmbito de uma tese de doutorado em Engenharia Civil, realizada na Universidade Federal de Pernambuco. Os resultados obtidos serão utilizados apenas para fins académicos.

Não existem respostas certas ou erradas. Por isso lhe solicito que responda de forma espontânea e sincera todas as perguntas.

thais.tainan@ufpe.br [Mudar de conta](#)



Não compartilhado

* Indica uma pergunta obrigatória

1. Existem diretrizes internas disponíveis para o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde (*geração, segregação, acondicionamento, armazenamento, transporte*) que atendem aos critérios da: *

(1) nunca (2) raramente (3) ocasionalmente (4) regularmente (5) muito frequente

	1	2	3	4	5
Gestão Ambiental	<input type="radio"/>				
Gestão da Qualidade	<input type="radio"/>				

2. Os recursos (*materiais, técnicos*) disponibilizados para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde são suficientes para atender a: *

(1) nunca (2) raramente (3) ocasionalmente (4) regularmente (5) muito frequente

	1	2	3	4	5
Gestão Ambiental	<input type="radio"/>				
Gestão da Qualidade	<input type="radio"/>				

3. A segregação (*separação*) dos diferentes tipos de resíduos de serviços de saúde no momento de sua geração é realizada de forma adequada, considerando a: *

(1) nunca (2) raramente (3) ocasionalmente (4) regularmente (5) muito frequente

	1	2	3	4	5
Gestão Ambiental	<input type="radio"/>				
Gestão da Qualidade	<input type="radio"/>				

4. O acondicionamento dos resíduos de serviços de saúde (*saco branco leitoso, coletores para perfurocortantes, sacos de lixo comum*) é realizada de forma adequada, considerando a? *

(1) nunca (2) raramente (3) ocasionalmente (4) regularmente (5) muito frequente

	1	2	3	4	5
Gestão Ambiental	<input type="radio"/>				
Gestão da Qualidade	<input type="radio"/>				

5. O transporte interno dos resíduos de serviços de saúde é realizado de forma adequada, considerando a: *

(1) nunca (2) raramente (3) ocasionalmente (4) regularmente (5) muito frequente

	1	2	3	4	5
Gestão Ambiental	<input type="radio"/>				
Gestão da Qualidade	<input type="radio"/>				

6. Em sua opinião, o abrigo externo de resíduos é adequado (*permite fácil acesso, higienização, identificação, pontos de iluminação e telas para proteção contra vetores, ambiente separado para armazenar os coletores dos resíduos infecciosos dos comuns*) para atender aos requisitos da: *

(1) nunca (2) raramente (3) ocasionalmente (4) regularmente (5) muito frequente

	1	2	3	4	5
Gestão Ambiental	<input type="radio"/>				
Gestão da Qualidade	<input type="radio"/>				

7. Como você avalia a gestão de resíduos de serviços de saúde em relação à: *

(1) não está adequada (2) pouco adequada (3) regularmente adequada (4) adequada (5) muito adequada

	1	2	3	4	5
Gestão Ambiental	<input type="radio"/>				
Gestão da Qualidade	<input type="radio"/>				

8. Em sua opinião, os resíduos de serviços de saúde são gerenciados com segurança, considerando a: *

(1) nunca (2) raramente (3) ocasionalmente (4) regularmente (5) muito frequente

	1	2	3	4	5
Gestão da Ambiental	<input type="radio"/>				
Gestão da Qualidade	<input type="radio"/>				

9. Os equipamentos de proteção individual (EPI) são disponibilizados para o manuseio de resíduos de serviços de saúde com foco na ? *

(1) nunca (2) raramente (3) ocasionalmente (4) regularmente (5) muito frequente

	1	2	3	4	5
Gestão Ambiental	<input type="radio"/>				
Gestão da Qualidade	<input type="radio"/>				

10. A unidade de saúde recebe instrumentos/dispositivos médicos que promovem maior segurança no manuseio (gestão da qualidade) ou causam menor impacto ambiental no descarte (gestão ambiental) *

(ex: dispositivo reutilizável, em vez de dispositivo de uso único)

(1) nunca (2) raramente (3) ocasionalmente (4) regularmente (5) muito frequente

	1	2	3	4	5
Gestão Ambiental	<input type="radio"/>				
Gestão da Qualidade	<input type="radio"/>				

11. Quando disponibilizados programas de educação continuada para os funcionários, próprios ou terceiros, envolvidos nas atividades de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde é focado na: *

(1) nunca (2) raramente (3) ocasionalmente (4) regularmente (5) muito frequente

	1	2	3	4	5
Gestão Ambiental	<input type="radio"/>				
Gestão da Qualidade	<input type="radio"/>				

ANEXO A – TESE

**DECLARAÇÃO DE ANUÊNCIA**

Declaro estar ciente da realização da pesquisa intitulada, “DESENVOLVIMENTO DE MODELO DE AÇÃO ESTRATÉGICA PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE GERADOS EM UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE”, pela pesquisadora, Thais Tainan Santos da Silva, estranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, sob orientação da Prof.^ª Maria de Lourdes Florêncio dos Santos, facultando-lhe a coleta de dados para a referida pesquisa nas Unidades Básicas de Saúde, deste município.

Temos por objetivos:

- Avaliar a gestão de resíduos de serviços de saúde em unidades de saúde do município de Caruaru-PE;
- Tem como objetivo geral identificar a produção de resíduos de serviço de saúde, bem como as práticas de gerenciamento realizadas nas unidades públicas de saúde do município de Caruaru;
- Identificar a composição e a taxa de produção de resíduos nas unidades de saúde;
- Desenvolver modelo para previsão de taxa de geração de RSS, considerando o número de pacientes e os serviços prestados pelas unidades de saúde;
- Avaliar os níveis de conhecimento, atitudes e práticas de manejo dos resíduos de serviço de saúde (separação, acondicionamento, tratamento e destino final), entre profissionais das unidades de saúde.

A realização da pesquisa está autorizada, desde que o pesquisador cumpra com os requisitos da Resolução do CNS/CONEP nº466/2012 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para fins de pesquisa.

Caruaru, 19 de março de 2024

Atenciosamente,

Suellen Silva Mota
Coordenadora de Educação em Saúde





VERIFICAÇÃO DAS ASSINATURAS



Código para verificação: D19F-0B06-1991-C62D

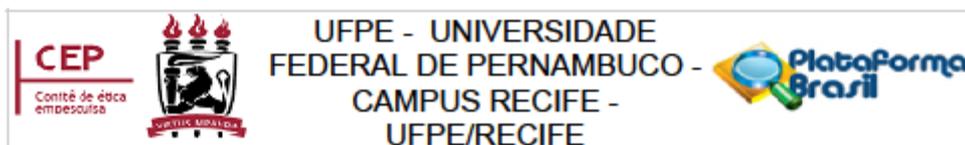
Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

- ✓ SUELLEN SILVA (CPF 072.XXX.XXX-25) em 20/03/2024 08:28:42 (GMT-03:00)
Papel: Parle
Emitido por: Sub-Autoridade Certificadora 1Doc (Assinatura 1Doc)

Para verificar a validade das assinaturas, acesse a Central de Verificação por meio do link:

<https://caruaru.1doc.com.br/verificacao/D19F-0B06-1991-C62D>

ANEXO B – TESE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE MODELO DE AÇÃO ESTRATÉGICA PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE GERADOS EM UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE

Pesquisador: THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 61909822.0.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIENCIAS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.686.694

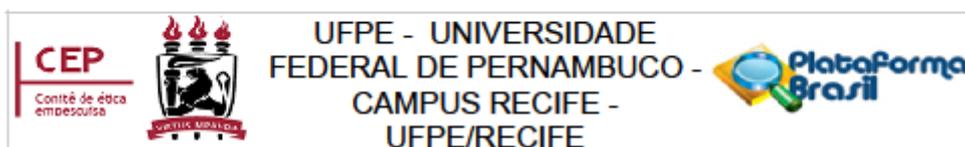
Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa intitulado "DESENVOLVIMENTO DE MODELO DE AÇÃO ESTRATÉGICA PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE GERADOS EM UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE", sob a responsabilidade da pesquisadora Thais Tainan Santos da Silva, doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Pernambuco.

Orientadora: Profa. D.Sc. Maria de Lourdes Florencio dos Santos

A pesquisadora aponta que o motivo da pesquisa é que a gestão dos resíduos de serviço de saúde continua a ser um desafio diante da natureza infecciosa e dos riscos que oferecem ao meio ambiente e a saúde pública. Neste sentido, o projeto de tese desta tem como objetivo identificar a taxa de geração de resíduos de serviço de saúde, bem como as práticas de gerenciamento realizadas nas unidades públicas de saúde do município de Caruaru. Para alcançar este objetivo, a pesquisadora propõem a realização de coleta de dados através de registros fotográficos, pesagem dos resíduos, questionários e entrevistas com os principais envolvidos no gerenciamento de resíduos de serviço de saúde das unidades de saúde do município (gestores, profissionais de saúde e profissionais de limpeza). Onde os questionários/entrevistas serão aplicados pessoalmente e individualmente, com a presença do pesquisador no ambiente de trabalho dos envolvidos. Será solicitado aos voluntários da pesquisa além da participação no

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.686.694

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A metodologia para abordagem desse tema compreenderá, segundo a pesquisadora de uma pesquisa descritiva com abordagem qualitativa e quantitativa que tem como procedimento o levantamento de dados. Será realizada nas unidades de saúde vinculados à Secretaria Municipal de Saúde de Caruaru – PE, sendo 1 hospital, 1 Unidade de Pronto Atendimento e 3 Unidades Básicas de Saúde.

Segundo a autora os envolvidos na pesquisa serão os gestores dos estabelecimentos de saúde, profissionais de saúde e profissionais de limpeza que participarão de entrevistas estruturada (questões fechadas) e semiestruturada (questões abertas) construídas de acordo com as práticas e legislação ambiental vigente.

O tratamento de dados oriundos dos questionamentos será realizado pelo formulário, de forma a possibilitar inferências, interpretação e discussão dos resultados, ocorrerão pela compilação e destaque das informações para análise.

O Armazenamento dos dados coletados segundo o pesquisador, será em HD e nuvem (Google Drive).

O cronograma e o orçamento estão de acordo na Plataforma Brasil.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

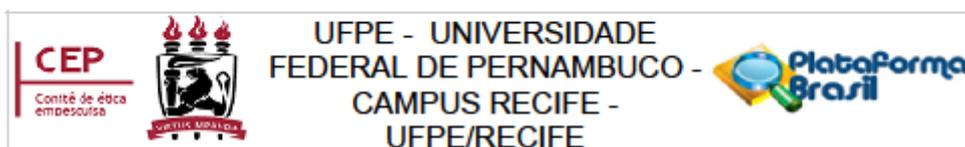
Os documentos de apresentação obrigatória foram anexados, conforme segue:

1. FOLHA DE ROSTO – anexada e assinada digitalmente.
2. CARTA DE ANUÊNCIA – anexada
3. TCLE – anexado.
4. CURRÍCULO LATTES – anexados do pesquisador, do orientador e do co-orientador.
5. PROJETO DETALHADO (conforme as normas da ABNT) – anexado.
6. PDF DE INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO – anexado.
7. TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE – anexado.
8. DECLARAÇÃO DE VÍNCULO – anexada.
9. DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DADOS – não se aplica.
10. INSTRUMENTO de coleta de dados – anexado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Protocolo Aprovado.

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588 Fax: (81)2126-3163 E-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.686.694

Considerações Finais a critério do CEP:

O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está APROVADO, com autorização para iniciar a coleta de dados. Conforme as instruções do Sistema CEP/CONEP, ao término desta pesquisa, o pesquisador tem o dever e a responsabilidade de garantir uma devolutiva acessível e compreensível acerca dos resultados encontrados por meio da coleta de dados a todos os voluntários que participaram deste estudo, uma vez que esses indivíduos têm o direito de tomar conhecimento sobre a aplicabilidade e o desfecho da pesquisa da qual participaram.

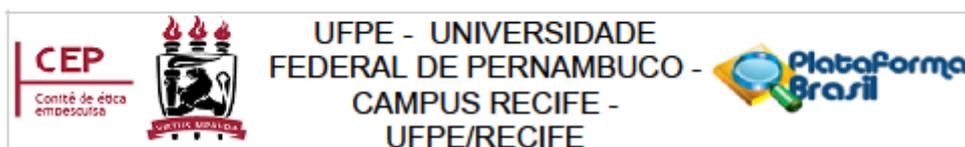
Informamos que a aprovação definitiva do projeto só será dada após o envio da NOTIFICAÇÃO COM O RELATÓRIO FINAL da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final disponível em www.ufpe.br/cep para enviá-lo via Notificação de Relatório Final, pela Plataforma Brasil. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado. Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada com a devida justificativa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1994058.pdf	21/08/2022 10:52:35		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	21/08/2022 10:51:29	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Outros	APendiceE.docx	21/08/2022 10:44:24	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Outros	ApendiceC.docx	21/08/2022 10:43:52	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Outros	ApendiceB.docx	21/08/2022 10:43:22	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Outros	ApendiceA.docx	21/08/2022 10:42:55	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEMaiores18.doc	21/08/2022 10:41:42	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Outros	Termo_Confidencialidade.docx	21/08/2022	THAIS TAINAN	Aceito

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588 Fax: (81)2126-3163 E-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.686.694

Outros	Termo_Confidencialidade.docx	10:41:21	SANTOS DA SILVA	Aceito
Outros	Carta_anuencia.pdf	21/08/2022 10:40:29	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	21/08/2022 10:37:17	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Outros	ApendiceD.docx	16/08/2022 16:43:54	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Outros	Historico_Escolar.pdf	16/08/2022 16:20:08	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Outros	Declaracao_vinculo.pdf	16/08/2022 16:19:10	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.docx	16/08/2022 16:13:55	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	16/08/2022 16:12:55	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Outros	Curriculo_Maria_de_Lourdes.pdf	16/08/2022 16:08:12	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Simone_Machado_Santos.pdf	16/08/2022 16:04:33	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Thais_Tainan_Santos_Silva.pdf	16/08/2022 16:03:34	THAIS TAINAN SANTOS DA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 06 de Outubro de 2022

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador(a))

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588 Fax: (81)2126-3163 E-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br