

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PROGRAMA DE DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
ASSOCIAÇÃO PLENA EM REDE

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: PROCESSOS E ESTRATÉGIAS COM A PANDEMIA DE COVID-19

AIANNA RIOS MAGALHÃES VÉRAS E SILVA

TERESINA - PI
2025

AIANNA RIOS MAGALHÃES VÉRAS E SILVA

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: PROCESSOS E ESTRATÉGIAS COM A PANDEMIA DE COVID-19

Tese apresentado ao Programa de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Associação Plena em Rede, da Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador:
Prof. Dr. José Machado Moita Neto

Coorientador:
Profa. Dra. Bruna de Freitas Iwata

TERESINA - PI

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Divisão de Representação da Informação

S586g Silva, Aianna Rios Magalhães Véras e.
Gestão de resíduos sólidos de serviços de saúde : processos e estratégias coma pandemia de COVID-19 / Aianna Rios Magalhães Véras e Silva. – 2025.
126 f.

Teses (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Teresina, 2025.
"Orientador: Prof. Dr. José Machado Moita Neto
Coorientador: Profa. Dra. Bruna de Freitas Iwata"

1. Resíduos Sólidos. 2. COVID-19. 3. Crise sanitária. 4. Hospital – Gestão de resíduos sólidos. I. Moita Neto, José Machado. II. Iwata, Bruna de Freitas. III. Título.

CDD 628.44

Bibliotecária: Milane Batista da Silva – CRB3/1005

AIANNA RIOS MAGALHÃES VÉRAS E SILVA

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: PROCESSOS E ESTRATÉGIAS COM A PANDEMIA DE COVID-19

Tese apresentado ao Programa de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Associação Plena em Rede, da Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Linha de Pesquisa: Relações sociedade-natureza e sustentabilidade

Defendida em: 11 / 03/ 2025

BANCA EXAMINADORA

_____

Bruna de Freitas Iwata, Prof. Dr. (IFPI)

Presidente - Coorientadora

_____

Wedson de Medeiros Silva, Prof. Dr. (UFPI)

Examinador - Representante local do PRODEMA

_____

Rafael Rodolfo de Melo, Prof. Dr. (UFERSA)

Examinador – Representante da Rede PRODEMA

_____

Bruno Lucio Meneses Nascimento, Prof. Dr. (IFPI)

Examinador – Representante de instituição externa a Rede PRODEMA

_____

Simone Ferreira de Albuquerque, Profa. Dra. (UFPI)

Examinadora – Representante de instituição externa a Rede PRODEMA

Ata da Reunião da Comissão Julgadora da Defesa de Tese de Doutorado de Aianna Rios Magalhães Véras e Silva. Aos onze dias do mês de março do ano de dois mil e vinte e cinco, às 15:00, de forma híbrida, no Auditório do PRODEMA/UFPI, sob a presidência da Profa. Dra. Bruna de Freitas Iwata, em sessão pública, reuniu-se a Comissão Julgadora da Defesa de Tese de Aianna Rios Magalhães Véras e Silva, discente do Curso de Pós-Graduação em "DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE", visando à obtenção do título de "DOUTOR EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE", assim constituída: Profa. Dra. Bruna de Freitas Iwata (Presidente); Prof. Dr. Rafael Rodolfo de Melo (de forma remota); Prof. Dr. Bruno Lucio Meneses Nascimento; Dr. José Santana da Rocha e o Prof. Dr. Wedson de Medeiros Silva (de forma remota). Iniciados os trabalhos, a discente submeteu-se à defesa de sua tese, intitulada: "Gestão de resíduos sólidos de serviços de saúde: processos e estratégias com a pandemia de COVID-19". Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento desta prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição: Prof. Dr. Rafael Rodolfo de Melo: aprovado; Prof. Dr. Bruno Lucio Meneses Nascimento: aprovado; Dr. José Santana da Rocha: aprovado; Prof. Dr. Wedson de Medeiros Silva: aprovado; Profa. Dra. Bruna de Freitas Iwata (Presidente): aprovado. Apurados os resultados, verificou-se que a discente foi: aprovado, fazendo jus, portanto, ao título de "DOUTOR EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE", área de concentração: "DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE". Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, assinada pelos senhores membros da Comissão Examinadora, e pela presidente de sessão, Bruna de Freitas Iwata, Teresina–PI, 11 de março de 2025. A pós-graduada terá o prazo de até 60 (sessenta) dias para entrega da versão definitiva da tese e de toda documentação exigida em lei, sob a pena da não obtenção do título. O documento em pauta terá validade de até 60 (sessenta) dias a contar da data da defesa.

Profa. Dra. Bruna de Freitas Iwata
(Presidente e Coorientadora)

Digitalizado com CamScanner

Documento assinado digitalmente
gov.br
BRUNO LUCIO MENESES NASCIMENTO
Data: 12/03/2025 14:27:36-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. : Bruno Lucio Meneses Nascimento
(Membro Externo à Instituição – IFPI)

Documento assinado digitalmente
gov.br
RAFAEL RODOLFO DE MELO
Data: 21/03/2025 10:53:51-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Rafael Rodolfo de Melo
(Membro Externo à Instituição – UFERSA)

Dr. José Santana da Rocha
(Membro Interno à Instituição –UFPI)

Prof. Dr. Wedson de Medeiros Silva
(Membro Interno ao curso – PRODEMA/UFPI)

AGRADECIMENTOS

Concluir esta tese de doutorado foi uma jornada desafiadora e enriquecedora, que não teria sido possível sem o apoio e incentivo de muitas pessoas queridas. A cada um de vocês, expresso minha mais profunda gratidão.

Agradeço, em primeiro lugar, à minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo amor, compreensão e força nos momentos mais difíceis. À minha mãe, Réia Silvia Rios Magalhães, pelo carinho incondicional, pelos ensinamentos e pelo exemplo de determinação e generosidade que carrego comigo. Ao meu pai, Acácio Salvador Véras e Silva, cuja sabedoria e apoio foram fundamentais para que eu seguisse em frente. Aos meus irmãos, Acácio Jr. e Anne, pela cumplicidade, pelas palavras de incentivo e por serem sempre uma fonte de inspiração e motivação. À minha irmã mais nova, Afra, cuja inocência e alegria trouxeram leveza aos momentos mais difíceis desta jornada.

Minha imensa gratidão à minha coorientadora, Bruna de Freitas Iwata, pelo suporte, ensinamentos e direcionamento ao longo deste percurso acadêmico. Sua orientação criteriosa e incentivo constante foram determinantes para a realização desta pesquisa. Também agradeço ao meu orientador, José Machado de Moita Neto, pelo acompanhamento e pelas contribuições valiosas neste trabalho.

Um agradecimento especial à minha tia, Socorro Rios Magalhães, pelo olhar atento e pelas valiosas correções de português, que contribuíram significativamente para a qualidade deste trabalho. Sua dedicação e paciência foram essenciais nesta etapa.

Aos meus amigos, que compartilharam comigo momentos de alegria, ansiedade e superação, meu sincero agradecimento. O apoio, as conversas encorajadoras e a amizade verdadeira foram pilares fundamentais durante esta caminhada. Ter vocês ao meu lado tornaram este percurso mais leve e significativo.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta tese, minha eterna gratidão. Obrigada por acreditarem em mim e por fazerem parte desta conquista.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL 11
GENERAL ABSTRACT 13
1 INTRODUÇÃO 14
2 PROBLEMA E HIPÓTESE DA PESQUISA 16
2.1 Questão Central 16
2.2 Hipóteses 16
3 OBJETIVOS 17
3.1 Objetivo Geral 17
3.2 Objetivos Específicos 17
4 JUSTIFICATIVA 18
5 ESTADO DA ARTE 20
5.1 Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde: aspectos gerais 20
5.1.1 Legislação/normativas de Gerenciamento de RSS em vigor 22
5.1.2 Princípios de biossegurança 26
5.2 Pandemia COVID-19 e Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde 27
5.3 RSS contaminados pelo Sars-Cov-2: impactos e soluções 29
5.4 Gerenciamento de RSS: tratamento e soluções 34
5.5 COVID-19 e políticas de gestão de RSS 37
6 CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA 42
7 METODOLOGIA 43
7.1 Delimitação e caracterização dos objetos de estudo 43
7.2 Métodos e técnicas da pesquisa 44
7.3 Aspectos éticos da pesquisa 50
7.3.1 Riscos e Benefícios 51
8 RESULTADOS 52
8.1 Resultados aplicação do roteiro de ação conversacional (Apêndice A) 52
8.1.1 Hospital de rede pública estadual (HRPE) 52
8.1.1.1 Informações gerais 52
8.1.1.2 Plano de gerenciamento de resíduos sólidos e treinamentos 54
8.1.1.3 Produção de resíduos 57
8.1.2 Hospital de rede pública municipal (HRPM) 58
8.1.2.1 Informações Gerais 58
8.1.2.2 Plano de gerenciamento de resíduos sólidos e treinamentos 58

8.1.2.3 Produção de resíduos 60
8.2 Resultados da aplicação do questionário com profissionais diretos (Apêndice B) 61
8.2.1 Hospital de rede pública estadual (HRPE) 61
8.2.1.1 Informações sociodemográficas 62
8.2.1.2 Dados da atividade desempenhada 63
8.2.1.3 Dados relacionados aos resíduos sólidos 64
8.2.2 Hospital de rede pública municipal (HRPM) 67
8.2.2.1 Informações sociodemográficas 68
8.2.2.2 Dados da atividade desempenhada 69
8.2.2.3 Conhecimento sobre resíduos sólidos 69
8.3 Resultados aplicação do plano de observação sistemático (Apêndice C) 72
8.3.1 Hospital de Rede Pública Estadual (HRPE) 72
8.3.2 Hospital de Rede Pública Municipal (HRPM) 77
8.4 Resultados aplicação do questionário com empresas de coleta de resíduos (Apêndice D) 80
8.4.1 Aplicação com Empresa de Coleta do HRPE 80
8.4.2 Aplicação com Empresa de Coleta do HRPM 86
8.5 Aplicação Matriz Leopold 89
9 DISCUSSÕES 92
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS 100
10.1 Aspectos gerais 100
10.2 Sugestões de melhorias e síntese do atendimento aos objetivos 101
10.3 Limitações e recomendações para trabalhos futuros 105
REFERÊNCIAS ..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
APÊNDICE A - ROTEIRO DE AÇÃO CONVERSACIONAL ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO COM PROFISSIONAIS DIRETOS ..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
APÊNDICE C – PLANO DE OBSERVAÇÃO SISTEMÁTICO ..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PARA AS EMPRESAS DE COLETAS DOS RESÍDUOS ..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma das etapas da pesquisa 44
Figura 2. Fluxograma de seleção dos artigos com as recomendações do método PRISMA 47
Figura 3. Organograma dos setores do HRPE 52
Figura 4. Entrada para sala de apoio do setor de higiene hospitalar no HRPE 53
Figura 5. Parte interna da sala de apoio do setor de higiene hospitalar no HRPE 53
Figura 6. Distribuição dos resíduos por setor no HRPE 55
Figura 7. Organograma dos setores do HRPM 58
Figura 8. Distribuição dos resíduos por setor no HRPM 59
Figura 9. Idade dos participantes do HRPE 62
Figura 10. Nível de escolaridade dos participantes do HRPE 63
Figura 11. Tempo de serviço na função do HRPE 64
Figura 12. Conhecimento dos riscos desses resíduos para os âmbitos social, ambiental e econômico 65
Figura 13. Conhecimento sobre as etapas de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde 66
Figura 14. Idade dos participantes do HRPM 68
Figura 15. Nível de escolaridade dos participantes do HRPM 69
Figura 16. Tempo de serviço na função do HRPM 69
Figura 17. Conhecimento dos riscos desses resíduos para os âmbitos social, ambiental e econômico 70
Figura 18. Lixeira com pedal quebrado 72
Figura 19. Parte externa dos armazenamentos externos do HRPE 73
Figura 20. Parte interna dos armazenamentos externos do HRPE 74
Figura 21. Caminhões de coletas de resíduos infectantes e comuns do HRPE 75
Figura 22. Balança de pesagem dos resíduos infectantes do HRPE 75
Figura 23. Documentos gerados na coleta de resíduos infectante do HRPE 76
Figura 24. Etapas da limpeza após as coletas 77
Figura 25. Armazenamento externo de resíduos comum e infectante do HRPM 78
Figura 26. Parte interna dos armazenamentos de resíduos comuns e infectantes do HRPM 78
Figura 27. Etapas da limpeza após as coletas 79

Figura 28. Entrada da Empresa de Coletas do HRPE 80
Figura 29. Local de tratamento de resíduos sólidos da Empresa de Coleta do HRPE 81
Figura 30. Aterro sanitário da Empresa de Coleta do HRPE 81
Figura 31. Área da Estação de Tratamento de Efluentes 82
Figura 32. Área de recuperação de áreas degradadas 82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Principais impactos dos resíduos sólidos hospitalares gerados na pandemia da COVID-19.....31
Quadro 2. Quantificação das pesquisas com palavras-chaves em inglês.....45
Quadro 3. Critérios de elegibilidade dos artigos 46
Quadro 4. Exigências éticas fundamentais.....50
Quadro 5. Frequência de coleta nos setores geradores no HRPE.....55
Quadro 6. Treinamentos com os colaboradores do serviço de higienização hospitalar de 2019 a 2022 no HRPE.....56
Quadro 7. Leis, normas, resoluções e instruções seguidas pela empresa de coleta do HRPE 83
Quadro 8. Resíduos totais coletados pela Empresa de Coleta do HRPM de 2019 a 2023 88
Quadro 9. Matriz Leopold: Fatores Ambientais vs. Atividades do Estudo 90
Quadro 10.. Resumo dos objetivos específicos e achados da pesquisa.....104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Geração de RSS em média de 2019 a 2022 no HRPE.....57
Tabela 2. Geração de resíduos infecciosos de março 2021 e 2022 no HRPM 61

RESUMO GERAL

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: PROCESSOS E ESTRATÉGIAS COM A PANDEMIA DE COVID-19

Autor: Aianna Rios Magalhães Véras e Silva
Orientador: Prof. Dr. José Machado Moita Neto
Programa de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Teresina-PI, março de 2025.

O coronavírus (Sars-Cov-2) surgiu na China, em dezembro de 2019, sendo que suas primeiras evidências causaram doença respiratória em humanos (COVID-19) e, devido a sua alta taxa de transmissibilidade, disseminou-se, rapidamente, para os demais países, tornando-se uma pandemia, o que exigiu mudanças em toda a sociedade, principalmente no contexto hospitalar. Diante dessa situação, os cuidados com os resíduos, sobretudo, de ambientes hospitalares, tornaram-se mais rigorosos, fazendo com que os países focassem na busca por protocolos mais seguros de gestão e manejo dos resíduos sólidos de serviços de saúde (RSS), uma vez que uma das possíveis formas de transmissão da COVID-19 ocorre por meio dos resíduos sólidos infectados, tendo os RSS, em especial, uma elevada carga de agentes infecciosos. Diante dessa problemática, este estudo objetiva analisar os processos e estratégias utilizadas no gerenciamento dos RSS em dois hospitais de rede pública em Teresina-PI (um municipal e o outro estadual), no contexto da pandemia de COVID-19, por meio de uma pesquisa bibliográfica, seguida de uma investigação e análise dos protocolos para o gerenciamento dos RSS, anteriormente e durante a pandemia de COVID-19 nos locais estudados. Além disso, realizaram-se entrevistas e aplicaram-se questionários, junto aos responsáveis diretos por esse gerenciamento, além de efetuarem-se levantamento dos tipos e volume de resíduos sólidos gerados, buscando revelar os impactos e mudanças em cenários de crise sanitária nesses locais. Com a revisão sistemática pôde-se verificar que a pandemia alterou a quantidade dos RSS, impactando nos âmbitos social, ambiental e econômico e que estudos atuais visaram à mitigação desses impactos com a busca de soluções "verdes", além de mudanças e/ou adaptações nas políticas de gestão dos RSS, enfatizando a importância de diretrizes que visem à conscientização pública sobre os riscos desses resíduos. Os resultados indicam que os hospitais enfrentam deficiências estruturais que comprometem a eficácia na gestão de resíduos. Ademais, observa-se uma gestão insuficiente, caracterizada por falhas em áreas como capacitação de pessoal, monitoramento e supervisão das empresas terceirizadas, entre outros aspectos críticos. Ambos os hospitais ampliaram o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e atualizaram seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde (PGRSS), mas as práticas reais frequentemente divergem dos procedimentos documentados. A pesquisa revelou também uma significativa deficiência na formação contínua dos funcionários sobre o manejo de resíduos, evidenciando a necessidade urgente de programas de treinamento robustos para garantir a eficácia e a segurança das práticas de gerenciamento de resíduos. Por fim, ressalta-se que a eficácia na gestão de RSS em hospitais públicos depende de uma abordagem integrada que envolve treinamento contínuo, melhoria da infraestrutura, sistemas de monitoramento específicos e flexibilidade operacional. Essas ações, se adotadas de forma coesa, poderão proporcionar um ambiente mais seguro para os trabalhadores da saúde, minimizar os impactos ambientais e garantir a conformidade regulatória em todos os níveis de operação.

Palavras-Chave: Gerenciamento de resíduos. Sars-Cov-2. Crise sanitária. Protocolo de segurança.

Objetivos de Desenvonvolvimento Sustentável: #03 - Saúde e Bem-estar; #04 - Educação de Qualidade; #08 - Trabalho Decente e Crescimento Econômico; #09 - Indústria, Inovação e Infraestrutura; #17 - Parcerias e Meios de Implementação

GENERAL ABSTRACT

HEALTHCARE SOLID WASTE MANAGEMENT: Processes and Strategies During the COVID-19 Pandemic

Author: Aianna Rios Magalhães Véras e Silva
Advisor: Prof. Dr. José Machado Moita Neto
Programa de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente
Teresina-PI, março de 2025

The coronavirus (SARS-CoV-2) emerged in China in December 2019, initially causing respiratory illness in humans (COVID-19). Due to its high transmission rate, the virus quickly spread worldwide, turning into a pandemic and necessitating significant societal changes, particularly in the hospital setting. In this context, healthcare solid waste (HCSW) management became more stringent, prompting the search for safer handling and disposal protocols. Since one possible transmission route of COVID-19 is through contaminated solid waste, and HCSW carries a high load of infectious agents, its proper management is crucial to mitigating health risks. Given this issue, this study aims to analyze the processes and strategies employed in HCSW management in two public hospitals in Teresina-PI (one municipal and one state-run) during the COVID-19 pandemic. The research involved a literature review, followed by an investigation and analysis of waste management protocols before and during the pandemic in these hospitals. Additionally, interviews and questionnaires were conducted with those directly responsible for waste management. The study also assessed the types and volumes of solid waste generated to identify the impacts and changes in these hospitals amid the health crisis. A systematic review indicated that the pandemic significantly altered the volume of HCSW, affecting social, environmental, and economic dimensions. Recent studies have focused on mitigating these impacts through "green" solutions, such as sustainable waste management strategies, enhanced public awareness, and policy adaptations. The results highlight that hospitals face structural deficiencies that compromise waste management efficiency. Furthermore, weaknesses in staff training, monitoring, and oversight of outsourced waste management services were observed. Both hospitals increased the use of Personal Protective Equipment (PPE) and updated their Healthcare Solid Waste Management Plans (HCSWMP). However, real-world practices often diverge from documented procedures. The study also revealed a critical gap in continuous staff training regarding waste handling, emphasizing the urgent need for robust training programs to ensure safe and effective waste management. Ultimately, the findings underscore that effective HCSW management in public hospitals requires an integrated approach involving continuous training, infrastructure improvements, specialized monitoring systems, and operational flexibility. If implemented cohesively, these measures can create a safer environment for healthcare workers, minimize environmental impacts, and ensure regulatory compliance at all operational levels.

Keywords: Solid waste management. *SARS-CoV-2*. Health crisis. Safety protocol.

Sustainable Development Goals: 3# - Good Health and Well-being; #4 - Quality Education; #8 - Decent Work and Economic Growth; #9 - Industry, Innovation and Infrastructure; #17 - Partnerships to achieve the Goal.

1 INTRODUÇÃO

O coronavírus (*Sars-Cov-2*) surgiu na China, em dezembro de 2019, tendo suas primeiras evidências causando grave doença respiratória em humanos (COVID-19) (Gholipour *et al.*, 2020, 2021), disseminando-se rapidamente para os demais países, tornando-se uma pandemia com alta taxa de transmissão e centro das preocupações em escala global, o que exigiu mudanças em todos os âmbitos da sociedade, principalmente, no contexto hospitalar.

Destaca-se que a pandemia evidenciou a preocupação com o alto consumo, devido ao aumento de pedidos on-line e com problemas ambientais, posto que, para a Organização Mundial da Saúde, esse vírus já existia há tempos, porém, por causa da crescente urbanização e invasão humana, o vírus rompeu seu ciclo natural, alastrando-se para o ser humano (Oliveira; Campos; Siqueira, 2020). Deka *et al.* (2022) ainda afirmam que, aproximadamente, 60% das doenças infecciosas emergentes do século passado (incluindo vírus mortais como HIV, Ebola, Influenza, cepas de coronavírus como SARS, MERS) estão ligadas ao transbordamento zoonótico.

Diante desse contexto, os cuidados com os resíduos, principalmente infectados (Resíduos de Serviços de Saúde - RSS) passaram a ser mais ser rigorosos, fazendo com que os países afetados pela pandemia focassem na busca por protocolos mais seguros de gestão e manejo desses RSS, uma vez que, uma das possíveis formas de transmissão da COVID-19 ocorre por meio dos resíduos sólidos infectados, sendo que os RSS, em especial, carregam muitos agentes infecciosos, assumindo, portanto, uma das premissas básicas para adaptar as atividades de gestão de resíduos em condições de pandemia, o entendimento dos seus efeitos sobre os resíduos sólidos hospitalares e das suas diversas etapas de gestão.

No Brasil, o Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil 2018/2019 mostra que apenas 63,8% dos RSS coletados tiveram destinação adequada (Abrelpe, 2019), ou seja, já havia uma defasagem no tratamento desses resíduos no país antes da pandemia. Além disso, é um dos países com maior número de casos de COVID-19, desde o início da pandemia, de modo que a preocupação com a gestão dos RSS deve ser ainda maior.

Nesses termos, esta pesquisa objetiva analisar os processos e estratégias utilizados no gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde em dois hospitais da rede pública (municipal e estadual) no contexto da pandemia de COVID-19 em Teresina, Piauí, com o intuito de investigar os impactos ambientais e sociais, bem como os aprendizados gerados pela pandemia. Vale ressaltar a importância da cidade de Teresina como polo regional de saúde, que, durante os momentos críticos da crise sanitária, denotou importante papel para a população

piauiense e de outros estados, como Maranhão e Ceará, que já demandavam dos serviços de saúde da capital piauiense.

Dessa forma, salienta-se o caráter interdisciplinar da pesquisa, uma vez que compreender, quantificar e comunicar os impactos gerados pelo consumo de recursos é essencial para reduzir continuamente seus impactos e incorporar esses benefícios à sociedade (Unep,2011). Para a presente pesquisa, buscou-se promover a interface com conhecimentos que perpassam grandes áreas de ensino, a saber: ciências exatas, engenharia, ciências ambientais, humanas aplicadas, ciências sociais e da saúde. Os diálogos existentes entre essas áreas trarão potencial para intervenções futuras positivas neste tema de estudo, sendo que os resultados obtidos poderão ser considerados em futuras crises sanitárias.

A presente tese está estruturada em dez capítulos, em que no Capítulo 1 é introduzido o tema e no 2 são delineados o problema e as hipóteses da pesquisa. O Capítulo 3 estabelece os objetivos gerais e específicos do estudo. Em seguida, o Capítulo 4 justifica a importância da investigação, considerando seu impacto acadêmico, social e ambiental. O Capítulo 5 oferece uma revisão do estado da arte, abordando também os conceitos e normativas sobre RSS. O Capítulo 6 discute a contribuição científica da pesquisa, enquanto o Capítulo 7 detalha a metodologia adotada. Os Capítulos 8 e 9 apresentam e discutem os resultados obtidos a partir da aplicação de questionários, entrevistas e observações em hospitais de redes públicas estaduais e municipais, bem como com empresas responsáveis pela coleta de RSS. Por fim, o Capítulo 10 traz as considerações finais, sintetizando os principais achados, apontando melhorias e apontando limitações e recomendações para pesquisas futuras.

2 PROBLEMA E HIPÓTESE DA PESQUISA

Sabe-se que os Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde (RSS) trazem uma fonte de risco à saúde da população e ao meio ambiente, o que ocorre, muitas vezes, pela ausência de conhecimentos técnicos adequados no manejo desses resíduos, como material biológico, perfuro cortantes, substâncias tóxicas e radioativas. Embora seja uma temática historicamente preocupante, ainda existem lacunas importantes a serem alinhadas, tanto em análise de normativas como de logística capaz de atender ao gerenciamento correto e seguro desses materiais.

Considerando os agravos à saúde do ser humano, a questão dos RSS tornou-se extremamente preocupante, sendo a problemática uma das mais sérias ameaças ao meio ambiente e à saúde, principalmente, em tempos de crise sanitária. Tais resíduos, quando são descartados sem o devido tratamento e sem a adequada observância do cumprimento da legislação vigente, são perigosos à população, aos profissionais de saúde, aos pacientes e a todos aqueles trabalhadores que participam do processo do manejo dos resíduos e decisórios na gestão de um hospital.

Diante do exposto, esta investigação partiu das seguintes questão e hipóteses de pesquisa:

2.1 Questão Central

Que processos e estratégias foram utilizados no gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde, em hospitais de rede pública, no contexto da pandemia de COVID-19 em Teresina-Piauí?

2.2 Hipóteses

A pandemia de COVID-19 aumentou significativamente a geração de Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde, levando a mudanças temporárias no gerenciamento desses resíduos, devido à necessidade urgente de adaptação às novas demandas.

A não conformidade com as normas vigentes para a gestão dos RSS nos hospitais da rede pública, tanto em âmbito municipal quanto estadual, foi exacerbada durante a pandemia, aumentando os impactos sociais e ambientais.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar os processos e estratégias utilizados no gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde em hospitais da rede pública no contexto da pandemia de COVID-19 em Teresina - Piauí.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a execução do Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde nos hospitais de rede pública municipal e estadual em Teresina;

- Caracterizar quantitativamente os resíduos gerados no contexto da pandemia nesses hospitais;

- Comparar, a partir da identificação de protocolos específicos, os processos e estratégias utilizados no gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde no contexto da pandemia em ambos os hospitais;

- Investigar os impactos ambientais e sociais gerados pela pandemia em ambos os hospitais.

4 JUSTIFICATIVA

A motivação para realização de um estudo que tem como fio condutor a problemática ambiental, veio, primeiro, da consciência da pesquisadora sobre a relevância crescente e de âmbito mundial dessa temática, seguida da preocupação com a saúde humana diante de uma crise pandêmica, aguçando, assim, uma curiosidade científica de conhecer mais sobre a relação entre a gestão dos resíduos de serviços de saúde e a saúde humana.

No contexto hospitalar, o tema da gestão ambiental é, geralmente, marcado pelo viés normativo, relacionado ao gerenciamento de resíduos, de modo que os profissionais da saúde são direcionados, predominantemente, para o cumprimento de normas, realizando práticas ritualizadas, mecânicas, sem comprometimento e sem o desenvolvimento de uma visão mais ampla sobre o tema.

O gerenciamento de resíduos de serviços de saúde exige uma manipulação apropriada para evitar que esses resíduos se tornem veículos de doenças ou gerem riscos ao meio ambiente. Esses resíduos de serviços de saúde, conhecidos como RSS, são produzidos diariamente nos mais diversos tipos de serviços de saúde, sejam eles em hospitais, clínicas, laboratórios, maternidades etc. e não podem ser descartados como resíduo comum, ou seja, devem ter um gerenciamento adequado e passar pelos processos de coleta, armazenamento, transporte e tratamento de forma diferenciada.

Não obstante, destaca-se a importância ambiental do gerenciamento dos RSS, e sabendo que a legislação vem passando por avanços no amparo legal, acredita-se que o desenvolvimento de ações de preservação ainda parece limitado. Conforme Cafure e Graciolli (2015), é preciso considerar que existem leis e normas para a minimização dos problemas envolvendo as gestões dos resíduos sólidos de serviços de saúde. Contudo, percebe-se que na realidade ainda há negligência no cumprimento das normas vigentes, uma vez que são observados que a cada dia são descartados de maneira inadequada os resíduos sólidos hospitalares de área específica, como centro cirúrgico, onde restos de tecido humano, placenta, resíduos pós-aborto, bolsa de hemoderivados e prótese são colocadas em lixeira comum hospitalar, sem a menor preocupação com os impactos que esses podem acarretar ao ambiente e à saúde do ser humano, assim como não há preocupação com destino final dos resíduos descartados.

Dessa forma, os cuidados com os resíduos sólidos hospitalares, sobretudo, no período pandêmico, devem ser redobrados, pois o manejo insatisfatório torna-se um problema de saúde pública ainda mais evidente, suscitando complicações, tanto no que se refere à saúde ambiental como no que diz respeito à saúde da população em geral.

A literatura da área trata sobre isso, apontando questões, problemas, tensões, mas também sinalizando para dificuldades e lacunas, a partir das quais se busca desenvolver esta investigação. Acredita-se que os trabalhos já publicados sobre a temática não diminuirão a originalidade deste estudo, uma vez que se reconhece seu ineditismo e a importância dos seus resultados para a área.

Além disso, Teresina, cidade onde foi realizada a pesquisa, é a capital do Brasil que mais recebe pacientes de outros municípios para atendimentos de alta complexidade, segundo dados do IBGE (2020), a cidade atende a moradores vindos de, pelo menos, 300 municípios, vindos principalmente do interior do Piauí, Ceará, bem como de regiões do centro-sul do Maranhão, da grande São Luís e do leste do Pará, sendo os hospitais públicos, tanto de rede municipal como de rede estadual, os mais procurados.

5 ESTADO DA ARTE

Este capítulo está dividido em cinco partes, em que a primeira remete a um referencial teórico, contendo os principais conceitos e informações necessárias para a pesquisa e as demais são referentes às buscas sistemáticas em duas bases de dados (Periódicos Capes e Pubmed), conforme o passo a passo descrito no capítulo da metodologia.

5.1 Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde: aspectos gerais

Com o desenvolvimento tecnológico cada vez mais avançado, a produção de resíduo tem acompanhado tal crescimento, no entanto, a coleta ainda se mostra deficiente, provocando o acúmulo de resíduo em áreas urbanas e inúmeros problemas ambientais, sociais e de saúde, uma vez que esse acúmulo inadequado, favorece a proliferação de insetos e animais peçonhentos, de parasitas e bactérias responsáveis pela transmissão de várias doenças (Souto; Magalhães, 2013).

Segundo a norma brasileira de resíduos - NBR 1004/04 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), "que estabelece os critérios para a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde", os resíduos sólidos são definidos como resíduos em estado sólido e semissólidos, produtos de ação da indústria, de atividades domésticas, do comércio, de varrição, de serviços agrícolas e, também, de serviços hospitalares (Abnt, 2004).

De acordo com a ABNT NBR10004/2004, os resíduos são classificados em: a) resíduos classe I - Perigosos; b) resíduos classe II – Não perigosos; – resíduos classe II A – Não inertes. – Resíduos classe II B – Inertes.

Dessa forma, é importante destacar-se os critérios de classificação do resíduo perigoso, pois esse conhecimento é fundamental para uma gestão adequada desses resíduos. Os resíduos perigosos, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas podem apresentar: a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças; b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada, além de apresentarem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxidade e patogenicidade (Abnt, 2004).

De acordo com a RDC ANVISA Nº 222/2018, os resíduos são divididos em grupos, em que o grupo A – resíduo infectante – são resíduos com potencial contaminação biológica (curativos, luvas, sondas, máscaras, etc.), grupo B – resíduo químico – são resíduos que contenham substâncias químicas capazes de causar risco à saúde ou ao meio ambiente

(medicamentos, reagentes laboratoriais, contrastes, etc.), grupo C – rejeitos radioativos, grupo D – resíduo comum – são resíduos que não apresentam risco ambiental e sanitário (papel, embalagem, restos de alimentos, etc), grupo E – resíduo perfurocortante – são resíduos com contaminação biológica, perfurocortantes e escarificantes (seringas com agulhas, lâminas de bisturi, ampolas, etc.).

Os RSS devem ser segregados no momento de sua geração, conforme essa classificação por grupos e acondicionados em sacos ou recipientes que evitem vazamentos e que sejam adequados física e quimicamente ao conteúdo, ressalta-se ainda que devem ser respeitados os limites de peso de cada saco, assim como o limite de 2/3 (dois terços) de sua capacidade, garantindo-se sua integridade e fechamento. A identificação dos RSS deve estar afixada nos carros de coleta, nos locais de armazenamento e nos sacos que acondicionam os resíduos, exceto do grupo D (Brasil, 2018).

Ainda de acordo com RDC ANVISA Nº 222/2018, o transporte interno desses RSS deve ser realizado atendendo a rota e a horários previamente definidos, em coletor identificado e constituído de material liso, rígido, lavável, impermeável, provido de tampa articulada ao próprio corpo do equipamento, cantos e bordas arredondados, seguindo para o abrigo temporário que deve, principalmente, ser provido de pisos e paredes revestidos de material resistente, lavável e impermeável, com ponto de iluminação artificial e de água, tomada elétrica alta e ralo sifonado com tampa e toda área de ventilação deve ser dotada de tela de proteção contra roedores e vetores.

Esses RSS passam ainda pelo processo de transporte e coleta externos, os quais devem, também, seguir as orientações da RDC ANVISA Nº 222/2018, ao seguirem para destinação, assim os RSS que não apresentarem risco biológico, químico ou radiológico podem ser encaminhados para reciclagem, recuperação, reutilização, compostagem, aproveitamento energético ou logística reversa, Os rejeitos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico devem ser encaminhados para disposição final ambientalmente adequada, enquanto os demais devem seguir para o tratamento final (Brasil, 2018). Dessa forma tem-se o ciclo de vida dos RSS.

O contexto de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde é complexo, pois envolve uma série de aspectos que, muitas vezes, geram responsabilidades às práticas dos profissionais envolvidos, uma vez que se relaciona fortemente com a preservação da saúde humana e do meio ambiente.

Para o melhor entendimento sobre o gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, é importante destacar que são: a) aqueles provenientes de qualquer unidade que execute

atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal; b) aqueles provenientes de centros de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde; c) medicamentos e imunoterápicos vencidos ou deteriorados; d) aqueles provenientes de necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal; e) aqueles provenientes de barreiras sanitárias (Conama, 2005).

Sabe-se, então, que os RSS compreendem uma fonte de risco à saúde da população e à questão ambiental, especialmente, pela falta de conhecimentos técnicos adequados ao gerenciamento e ao manejo dos resíduos, uma vez que, caso os RSS sejam descartados sem o devido tratamento e sem a adequada observância da legislação vigente, tornam-se perigosos à população, aos profissionais de saúde e a todos aqueles trabalhadores que participam do processo do manejo dos resíduos e decisórios na gestão de um hospital e outros serviços de saúde.

5.1.1 Legislação/normativas de Gerenciamento de RSS em vigor

A aplicabilidade de uma boa gestão dos resíduos sólidos hospitalares torna-se um caso importante a ser investigado, pois a preocupação com a gestão ambiental foi discutida pelas nações, na década de 1970, a partir da convocação da Organização Mundial de Saúde (OMS), com a realização da "Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano", tendo o Brasil participação de destaque, nas posturas públicas relativas aos cuidados específicos com resíduos sólidos, tomando os seus impactos no ambiente um novo rumo.

A partir da década de 1980, muitas iniciativas legislativas e projetos de lei foram elaborados para a definição de diretrizes na área do gerenciamento de resíduos sólidos. Desde o início da década de 1990, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) vêm desempenhando um papel de orientação e regulação das condutas dos diferentes agentes, no que se refere à geração e ao manejo dos resíduos de serviços de saúde (RSS).

A ANVISA cumprindo sua missão de "regulamentar, controlar e fiscalizar os produtos e serviços que envolvam riscos à saúde pública" (Lei nº 9.782/99, capítulo II, art. 8º), tem se mantido atenta e exigente em relação a essa questão e, após ter realizado várias discussões envolvendo toda a sociedade, publicou, em 2003, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) ANVISA nº 33/03 que dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, com enfoque na metodologia de manejo interno de resíduos. Essa resolução considerou os riscos aos trabalhadores, à saúde e ao meio ambiente, visão não

contemplada inicialmente pela Resolução CONAMA 283/01, que dispõe sobre o tratamento e destinação final dos RSS (Brasil, 2003).

O tema, pela sua relevância, voltou a ser discutido, quando então foi publicada a RDC 306/2004 – ANVISA, e logo em seguida, a Resolução nº 358/2005 pelo CONAMA, considerando os riscos aos trabalhadores em saúde, à saúde pública e ao meio ambiente, com o desafio de considerar as especificidades locais de cada estado e município (Brasil, 2006).

Dessa forma, a Resolução CONAMA nº 358/2005 trata do gerenciamento dos RSS desde a sua geração até a disposição final, sob o prisma da preservação dos recursos naturais e do meio ambiente, de forma continuada e sustentável, objetivando resultados positivos no âmbito social, ambiental e econômico, norteando os estados e municípios para a adequada gestão dos resíduos. Por outro lado, a RDC ANVISA nº 306/2004 concentra sua regulação na inspeção dos serviços de saúde, acompanhando cada fase do gerenciamento para estabelecer procedimentos em função dos riscos envolvidos (Brasil, 2003, 2005).

Só em 2010, porém, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída pela Lei nº 12.305 e regulamentada pelo Decreto nº 10.936 de 2022, constituindo-se em um instrumento de fundamental importância para disciplinar a gestão integrada, contribuindo para melhorar a condição de vida da população com a preservação da qualidade da saúde e do meio ambiente (Brasil, 2010).

Ressalta-se que a PNRS que engloba os RSS tramitou durante 20 anos no Congresso Nacional, preenchendo, assim, uma lacuna deixada pelas legislações anteriores, uma vez que tratou de forma abrangente todos os aspectos ligados à gestão de resíduos sólidos no território nacional, estabelecendo o conjunto de princípios, objetivos e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com entes públicos nos Estados, no Distrito Federal, nos Municípios ou com entes privados, com vistas à gestão associada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, integrando-se com as demais leis ambientais (Brasil, 2010).

Entre outras medidas, a lei propõe o incentivo à formação de consórcios públicos, buscando a ampliação da capacidade de gestão das administrações municipais por meio da redução de custos, no que pertence ao sistema de coleta, ao tratamento e à destinação de resíduos sólidos, implanta a logística reversa de retorno de produtos, prevenção, precaução, redução, reutilização e reciclagem e a disposição final, ambientalmente segura, dos resíduos em aterros sanitários e, ainda, estipula um prazo de dois anos para que todos os lixões que ainda existam sejam erradicados, sendo substituídos por aterros sanitários, onde só poderão ser

depositados resíduos, sem qualquer possibilidade de reciclagem e reaproveitamento (Jacobi; Besen, 2011).

No entanto, embora as normas federais estabeleçam a necessidade de tratamento de determinadas classes de RSS, antes da sua disposição final, muitos municípios ainda dispõem de aterros sanitários, aterros controlados e lixões, sem realizar o prévio tratamento, o que representa risco à saúde pública e aos trabalhadores envolvidos nas atividades afins.

No município de Teresina, onde se aplicará este estudo, tem-se um aterro controlado, que foi implantado no ano de 1993 pela Prefeitura Municipal de Teresina e atualmente opera no limite de sua capacidade, recebendo, a cada mês, cerca de 37.400 toneladas de resíduos, estes são resultantes de coleta domiciliar, dos serviços de limpeza pública e de conservação, dos serviços realizados por empresas particulares e dos resíduos depositados pela população nos Pontos de Recebimento de Resíduos (Ramos; Silva; Monteiro, 2023). Os autores salientam que o referido aterro cumpre com a sua função no recebimento dos resíduos sólidos do município, no entanto necessita de modificações para tornar-se mais apto a oferecer riscos considerados mínimos à população da cidade e ao meio ambiente. Dentre essas modificações, destacam-se um correto sistema de impermeabilização, a existência de flares que possibilitem a queima do biogás resultante da degradação do resíduo, além da implantação de atividades, como a coleta seletiva e a triagem.

Recentemente, por meio do decreto 11.043, de 13 de abril de 2022, aprovou-se o Plano Nacional de Resíduos Sólidos que difere da lei por representar estratégias de longo prazo em âmbito nacional para operacionalizar as disposições legais, princípios, objetivos e diretrizes da Política. O Plano inicia-se pelo diagnóstico da conjuntura dos resíduos sólidos no Brasil, apresentando cenários com tendências nacionais, internacionais e macroeconômicas, e, por fim, propõe metas, diretrizes, projetos, programas e ações voltadas à consecução dos objetivos da Lei para um horizonte de 20 anos.

No Piauí, tem-se a Lei N° 4.854, de 10 de julho de 1996, que dispõe sobre a política de meio ambiente do Estado do Piauí e dá outras providências, objetivando garantir níveis de saúde ambiental das coletividades humanas e dos indivíduos, além de possibilitar o tratamento e disposição final de resíduos e efluentes de qualquer natureza. Mais recente, tem-se a Lei Nº 5.813, de 03 de março de 2008, que cria o ICMS ecológico para beneficiar municípios que se destaquem na proteção ao meio ambiente, sendo um prêmio ao município que conquistar o Selo Ambiental, tendo ele que ter efetivas providências pra solução de ações de gerenciamento de resíduos sólidos, inclusive, resíduo hospitalar - acondicionamento, coleta e transporte, disposição final, tratamento, limpeza pública, coleta e destino final de resíduos especiais e

atividades de inclusão social de catadores, além de possuir plano de gerenciamento de resíduos sólidos ou similar.

Dessa maneira, os responsáveis pela geração de resíduos sólidos ficam obrigados a elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), de acordo com o estabelecido na Lei Federal n° 12.305/2010, logo os hospitais precisam ter seus planos de gerenciamento de resíduos sólidos aprovados pelos órgãos fiscalizadores competentes, contemplando os fatores de controle de infecção hospitalar e as questões ambientais, para garantir a segurança das gerações da atualidade e do futuro.

O PGRS deve conter: I) diagnóstico da situação atual do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos; II) origem, caracterização e volume de resíduos sólidos gerados; III) procedimentos a serem adotados na segregação, coleta, classificação, acondicionamento, armazenamento, transporte, reciclagem, reutilização, tratamento e disposição final, conforme sua classificação, indicando os locais onde essas atividades são implementadas; IV) ações preventivas e corretivas e de controle a serem praticadas no caso de situações de manuseio incorreto ou acidentes; V) definição e descrição de medidas direcionadas à minimização da quantidade de resíduos sólidos e ao controle da poluição ambiental causada por esses, considerando suas diversas etapas, acondicionamento, coleta, segregação, transporte, transbordo, tratamento e disposição final; VI) soluções direcionadas à reciclagem; à compostagem; ao tratamento; e à disposição final ambientalmente adequada; VII) cronograma de implantação das medidas e ações propostas; e VIII) designação do responsável técnico pelo Plano de Gerenciamento de Resíduos.

É válido ressaltar que, durante a pandemia, em 30 de janeiro de 2020, a ANVISA, publicou a nota técnica n° 4/2020, que teve seis atualizações, sendo a última de 25 de fevereiro de 2021, intitulada “Orientações para serviços de saúde: medidas de prevenção e controle que devem ser adotadas durante a assistência aos casos suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo coronavírus (sars-cov-2)”.

Dentre as principais medidas de prevenção e controle, que se relacionam com a gestão de resíduos sólidos dos serviços de saúde, estão a segregação na origem, ou seja, os resíduos provenientes da assistência a pacientes suspeitos ou confirmados de infecção pelo Sars-cov-2 devem ser classificados como Grupo A1, quanto ao acondicionamento, esses resíduos devem ser descartados em sacos vermelhos resistentes, impermeáveis e com espessura compatível com o peso do material descartado e o fechamento deve ser realizado sem risco de rompimento ou vazamento, máscaras, luvas e outros EPIs aplicados utilizados pelos profissionais de saúde no atendimento a pacientes com COVID-19 devem ser tratados como resíduos infectantes e

descartados de acordo com as normas do Grupo A1, os resíduos devem ser mantidos em locais exclusivos, sinalizados e com acesso restrito, sendo transportados em recipientes rígidos, tampados e devidamente identificados para evitar o risco de contaminação e o tratamento deve ser realizado preferencialmente por tecnologias de inativação microbiana, como autoclavação ou incineração, antes da disposição final, conforme previsto nas normativas da ANVISA e do CONAMA.

Conforme as informações disponíveis, o novo coronavírus pode ser classificado como um agente biológico de risco 3, segundo a Classificação de Risco dos Agentes Biológicos estabelecida pelo Ministério da Saúde, apresentando transmissão de alto risco para os indivíduos e risco moderado para comunidade em geral. Dessa forma, de acordo com a Resolução RDC/Anvisa nº 222, de 28 de março de 2018, todos os resíduos gerados durante o cuidado prestado a pacientes com suspeita ou confirmação de infecção pelo coronavírus devem ser enquadrados na categoria A1.

Além disso, a nota técnica nº4/2020 cita a necessidade de acondicionar os resíduos em sacos vermelhos ou brancos leitosos com símbolo de infectante, que devem ser trocados, quando estiverem preenchidos em 2/3 de sua capacidade ou pelo menos uma vez a cada 48 horas, independentemente do volume. Além disso, eles devem ser colocados em recipientes laváveis, resistentes a perfurações, vazamentos e tombamentos, com tampa que possua um sistema de abertura sem contato manual e cantos arredondados. É importante ressaltar que esses resíduos devem passar por tratamento antes de serem dispostos de forma ambientalmente adequada.

5.1.2 Princípios de biossegurança

A biossegurança, a saúde e a segurança no trabalho são elementos essenciais para garantir ambientes laborais saudáveis e livres de riscos. Em qualquer atividade profissional, é fundamental adotar medidas de controle e prevenção que protejam, tanto os trabalhadores quanto o meio ambiente. Nesse contexto, a aplicação de princípios de biossegurança, a adoção de boas práticas de higiene pessoal e ambiental, bem como o uso adequado de equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva (EPC), desempenham um papel crucial na redução de acidentes, doenças ocupacionais e contaminações, visando prevenir a ocorrência de acidentes e minimizar a exposição a agentes biológicos, químicos e físicos no ambiente de trabalho.

Para isso, é necessário adotar medidas de controle adequadas, como o gerenciamento de resíduos, a utilização de práticas assépticas, a implementação de barreiras de proteção e a adoção de procedimentos seguros para a manipulação de materiais perigosos. É essencial que

os profissionais estejam devidamente treinados e conscientes dos riscos envolvidos em suas atividades, a fim de agir de forma preventiva e correta.

Os meios de contaminação no ambiente de trabalho podem ocorrer por diferentes vias, como a inalação de substâncias tóxicas, o contato direto com agentes infecciosos, a exposição a radiações e a manipulação inadequada de produtos químicos (Brasil, 2018), principalmente em funcionários que trabalham diretamente com a gestão dos resíduos. Para controlar esses riscos, é necessário implementar medidas de prevenção, como o uso de ventilação adequada nos locais de trabalho, a utilização de barreiras físicas e o desenvolvimento de protocolos de segurança. Além disso, é fundamental realizar avaliações periódicas dos riscos presentes no ambiente de trabalho e adotar medidas corretivas sempre que necessário.

A higiene pessoal e do ambiente também desempenham um papel fundamental na prevenção de doenças e na manutenção da saúde dos trabalhadores, sendo essencial promover a lavagem adequada das mãos com água e sabão, especialmente antes e após atividades específicas, como a manipulação de alimentos ou materiais contaminados (Brasil, 2018), como é o caso dos resíduos sólidos. A conscientização e o treinamento dos profissionais quanto à importância da higiene são fundamentais para garantir a adesão a essas práticas.

Além disso, o uso adequado de equipamentos de proteção individual (EPI) e coletiva (EPC) é essencial para garantir a segurança dos trabalhadores. Os EPIs incluem itens como luvas, óculos de proteção, máscaras respiratórias e protetores auriculares, entre outros, e devem ser utilizados sempre que houver risco de exposição a agentes nocivos (Brasil, 2018). Já os EPCs englobam medidas de proteção coletiva, como a instalação de sistemas de ventilação, a delimitação de áreas de acesso restrito e a sinalização adequada de perigos (Brasil, 2018). Assim, devem ser fornecidos aos trabalhadores os EPIs e EPCs necessários, bem como instruí-los sobre o uso correto e a manutenção desses equipamentos.

Segundo a Norma Regulamentadora nº 6 (2018), ao adotar medidas preventivas e de controle, é possível reduzir os riscos de acidentes, doenças ocupacionais e contaminações, proporcionando um ambiente laboral seguro e saudável para os trabalhadores. Dessa forma, é importante que empresas, empregados e órgãos reguladores atuem de forma conjunta na implementação e fiscalização dessas práticas, visando garantir a proteção e o bem-estar de todos os envolvidos.

5.2 Pandemia COVID-19 e Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde

Bucumataru *et al.* 2021 afirmam que os RSS geram muitos efeitos nos mais variados campos de atividade e o que se verificou quanto ao volume de RSS a partir da pandemia de

COVID-19, em todo o mundo, foi um aumento significativo decorrente do cenário pandêmico, e esses resíduos originam-se a partir do descarte de materiais (luvas, máscaras, aventais, toucas, protetores de pés etc.) em hospitais, clínicas e outros estabelecimentos de saúde, criando um desafio adicional na gestão desses RSS, pois, para a segurança dos profissionais e pacientes, é necessário uma atenção maior aos protocolos de rotina, como, por exemplo, uma maior regularidade na troca de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e lavagem de mãos (Dharmaraj *et al.*, 2021).

Apesar de uma grande discrepância no aumento do volume de resíduos sólidos de serviços de saúde produzidos nos países que sofreram com a COVID-19 (variando em 18% a 425% de acréscimo), pode-se constatar que em todos os países esse aumento foi significativo (Liang *et al.*, 2021), mostrando-se assim a urgência da compreensão dos seus impactos para meio ambiente e, consequentemente, para sociedade.

Hantoko *et al.* (2021) também verificaram um grande aumento na quantidade de equipamentos de proteção individual usados, uma ampla distribuição de resíduos infecciosos de hospitais, unidades de saúde e residências em quarentena, além do aumento do descarte de material plástico usados para alimentos, esses fatores fizeram com que as instalações de tratamento de resíduos ficassem sobrecarregadas, forçando o tratamento e descarte rápido para aumentar a capacidade de processamento.

No Brasil, de acordo com Alves e Hanna (2021), estima-se que um paciente hospitalizado gere, em média, 1,4 kg de resíduos/dia, no entanto, com a pandemia, esse número aumentou, em média, de 10 a 20 vezes a quantidade de resíduos de serviços de saúde gerados diariamente segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.

Esse aumento também foi detectado em muitas outras partes do mundo por Silva *et al.* (2020), em que foi evidenciado o aumento de 10 vezes da produção de resíduos associados à ocupação de 95 pacientes diagnosticados com COVID-19. Em um hospital universitário na Jordânia e na Espanha constatou-se um aumento de 350%.

No Irã, esse aumento também foi quantificado e notou-se que as taxas de produção de equipamentos de proteção individual aumentaram consideravelmente, a exemplo tem-se o aumento de resíduos de máscaras faciais em 55 vezes, protetor facial em 1000 vezes e os aventais em 860 vezes (Kalantary, 2021). Kalantary *et al.* (2021) também sinalizam que um dos efeitos da pandemia de COVID-19 sobre os resíduos de serviço de saúde foi o aumento da geração desse tipo de resíduo, que, nos cinco hospitais estudados no Irã, foi de 0,95 a 3,51 kg

leito/dia, indicaram também o aumento da geração de resíduos em média 102,2% em hospitais públicos e privados.

No estudo de Chowdhury *et al.* (2022) sobre os resíduos de saúde gerados durante a pandemia de COVID-19 em Bangladesh, os resultados mostraram que o RSS de COVID-19 no hospital estudado aumentou de 658,08 toneladas em março de 2020 para 16.164,74 toneladas em abril de 2021, ou seja, um acréscimo de mais de 24 vezes no volume de resíduos.

Dessa forma, Torkashvand *et al.* (2021) afirmam que a gestão dos resíduos sólidos na pandemia de COVID-19 necessita de mudanças fundamentais para reagir às variações na composição e quantidade dos resíduos. Para Alhosani e Livari (2021), o grande desafio da crise gerada pela pandemia de COVID-19 consiste nessa enorme quantidade de resíduos comuns que se tornaram perigosos e requerem tratamento especial, agregando mais custos e resultando na redução de materiais recicláveis, de modo que empresas privadas precisam apoiar os esforços governamentais para lidar com as contingências.

Alomari *et al.* (2021) afirma que é preocupante o uso de máscaras e luvas diariamente para reduzir a propagação do vírus, pois aumenta massivamente a quantidade de resíduos gerados no meio ambiente. Além do aumento significativo na quantidade de resíduos, Wang *et al.* (2021) evidenciaram que certa quantidade desses resíduos é descartada no meio ambiente, ao invés de ir para aterros e incineradores.

Segundo Trang, Kosuke e Nakakubo (2021), o montante de plástico gerado dominou os resíduos com 76,7%, seguido pelo papel, em um estudo no Vietnã. Dessa forma, a pandemia de COVID-19 gerou um enorme impacto no gerenciamento de resíduos plásticos, em muitos países devido ao repentino aumento de RSS, o que segundo Khoo *et al.* (2021) levou a uma crise global de gerenciamento de resíduos. Para os autores, o aumento dos resíduos plásticos e a demanda dos mercados de plásticos servem como um bom indicador econômico para a iniciativa de investidores e governos investirem em tecnologias que convertam resíduos plásticos em produtos de valor agregado, como combustíveis e materiais de construção.

5.3 RSS contaminados pelo Sars-Cov-2: impactos e soluções

No meio físico (ambiente que representa e permite o desenvolvimento de todos os outros meios, ou seja, é o solo, água e atmosfera) os impactos da pandemia de COVID-19 foram diversos, contemplando desde o aumento no uso de EPI'S enquanto RSS e de produtos descartáveis com pedidos *online*, em um quadro de estagnação de políticas relacionadas à redução de produtos plásticos e reciclagem de resíduos, até o aumento da incineração de RSS, causando uma maior poluição de gases residuais.

Em se tratando do meio biótico, que faz referência a tudo que tem vida, os impactos relacionados à pandemia ou aos RSS contaminados envolviam desde o aumento da circulação de animais em áreas que antes havia uma alta presença humana, como em praias, até o aumento do risco ambiental imposto em torno dos locais de descarte dos resíduos, risco de impacto adverso na saúde humana e animal, devido à exposição a emissões de gases altamente tóxicos, com uso da incineração em alta temperatura.

Enquanto no meio antrópico, que se refere ao resultado da ação humana, também, denominado como meio socioeconômico, os impactos observados foram a desaceleração das atividades humana, choques de oferta e de demanda de produção, devido a medidas de distanciamento social e isolamento, aumento na quantidade e composição do resíduo hospitalar e dos descartáveis advindo do exacerbado uso do *e-commerce* e, ainda, impactos sociais, culturais econômicos diversos.

Galon, Maristela e Esguerra corroboram mostrando em sua pesquisa o grande impacto da COVID-19 no setor ambiental em um estudo de caso nas Filipinas, principalmente, em variáveis como a qualidade e resíduos do ar e da água, afirmando ainda que o meio ambiente pode afetar a vulnerabilidade da comunidade a futuras pandemias e epidemias.

No Brasil, Penteado e De Castro (2021) afirmam que a pandemia de COVID-19 deixará um impacto duradouro em quase todos os aspectos da vida da sociedade, além de levantar preocupações sobre os riscos de contaminação associados ao gerenciamento de resíduos, evidenciando que a maioria das recomendações estão relacionadas às rotinas de higiene, uso de EPI's, correta segregação, acondicionamento e destinação final dos resíduos, estando elas muito dependentes da sensibilização e envolvimento dos cidadãos e do planeamento e apoio das autarquias.

Singh *et al.* (2020) citaram que, devido à pandemia, a implementação de uma estratégia contínua de gestão de resíduos sólidos tornara-se mais relevante, afirmando ainda que a pandemia levará a criar um mundo futuro mais forte e diferente, para enfrentar o problema dos resíduos sólidos em direção à sua solução sustentável. Assim, propuseram algumas recomendações, que incluem uma transição sustentável baseada em bioplásticos, em vez de combustíveis fósseis à base de plástico, embora isso incorra em custos adicionais, apoio ao planejamento da gestão de resíduos com ferramentas de tomada de decisão e otimização, ou seja, métodos de tratamento, instalações, capacidade (escalabilidade), logística, mobilização / automatizada (por exemplo, robôs de controle remoto), projeto de coleta e tratamento (Singh *et al.*, 2020).

Na Itália, Conoscenti *et al.* (2022) afirmaram que a pandemia de Sars-Cov-2 teve um efeito devastador na saúde e no socioeconômico da população, no entanto o estudo mostrou o impacto positivo, por meio da percepção de segurança entre os funcionários, do modelo técnico, operacional e organizacional adotado, a fim de proteger funcionários, pacientes ambulatoriais e internados em um hospital italiano com unidade de terapia intensiva dedicada ao COVID-19.

Para Shammi, Behal e Shafi (2021), o uso de roupas de segurança ou equipamentos de proteção individual (EPI), máscaras, luvas e escudos, provocam grande impacto no meio ambiente a longo prazo, criando uma poluição microplástica. Dessa forma, eles sugerem a modificação e modernização das políticas, planos e diretrizes existentes sobre o manejo adequado dos resíduos infecciosos hospitalares e domiciliares, recomendam-se avaliações de saúde e segurança ocupacional para trabalhadores de gerenciamento de resíduos nos hospitais e instalação de incineradores de capacidade e infraestruturas adequadas para uma gestão de resíduos adequada.

Diante do que foi exposto pode-se resumir os principais impactos da pandemia COVID-19 nos três meios (meio físico, meio biótico e meio antrópico), como mostra o Quadro 1.

Quadro 1. Principais impactos dos resíduos sólidos hospitalares gerados na pandemia da COVID-19

MEIOS	**IMPACTOS DA PANDEMIA COVID-19**
MEIO FÍSICO	- Aumento no uso de produtos descartáveis com uso de EPI'S e com pedidos online (Warner, 2020) (Baker *et al., 2020) (*Dharmaraj *et al., 2021) (*Malagón-rojas *et al.*, 2022) - Estagnação de políticas relacionadas à redução de produtos plásticos e reciclagem de resíduos (Liang *et al.,2021)* - Nos períodos de isolamentos houve reduções na poluição do ar, das águas e dos gases do efeito estufa (Silva *et al.*, 2020) (Suthar *et al.*, 2021) *(*Malagón-rojas *et al.*, 2022) - Uso de métodos de aterramento profundo para o descarte de RSS (Rajak *et al.*, 2021) - Maior uso da incineração de RSS, que causa poluição de gases residuais (Liang *et al.*, 2021) (Thind *et al., 2021)*
MEIO BIÓTICO	- No período de isolamento, houve um aumento da circulação de animais em áreas que antes havia uma alta presença humana (Silva *et al.*, 2020) - Aumento do risco ambiental imposto à população em torno dos locais de descarte dos resíduos (Thind *et al., 2021)* - Risco de impacto adverso na saúde humana, devido à exposição a emissões de gases altamente tóxicos com uso da incineração em alta temperatura (Liang *et al.*, 2021) (Thind *et al., 2021)*

MEIO ANTRÓPICO	- Desaceleração das atividades humanas (Couto *et al*., 2021) - Choques de oferta e de demanda de produção, devido a medidas de distanciamento social e *lockdown* (Couto *et al*., 2021) - Aumento na quantidade e composição do resíduo hospitalar (Dharmaraj *et al., 2021)* - Impactos econômicos (Suthar *et al.,* 2021) (Warmadewanthi *et al*., 2021) (Urban e Nakada, 2021)

FONTE: Autora (2022)

A partir do Quadro 1, conclui-se que a pandemia gerou impactos nos mais diversos meios, com consequências presentes e futuras nos âmbitos social, econômico e ambiental e, ainda, que muitos estudos atuais visaram à mitigação desses impactos com a busca de soluções "verdes", além de mudanças nas políticas e estratégias de gestão dos RSS. Kalina; Marc e Tilley (2020) afirmam que o impacto dos resíduos nas respostas socioculturais aos desastres, como é o caso de uma pandemia, é pouco compreendido e aumentará devido às mudanças climáticas.

É válido destacar que os RSS da COVID-19 devem ser tratados separadamente, para não contaminar com agentes infecciosos os resíduos municipais regulares, porém, ambos devem passar por quatro etapas, sendo elas: tipificação, armazenamento temporário, coleta e transporte, destinação e tratamento final.

Dharmaraj *et al.* (2021) salientam que os resíduos sólidos dos serviços de saúde devem, primeiramente, ser classificados ou segregados dos RSS do COVID-19 (Tipificação), no entanto, em seguida devem ser coletados em sacos ou lixeiras separados, devendo haver a desinfecção adequada para encaminhá-los para a área de armazenamento temporário, onde os RSS do COVID-19 não devem ultrapassar 24h nesta etapa e, em seguida, serão direcionados aos veículos de transporte que transportam resíduos COVID-19, que também devem ser desinfectados antes e pós o transporte. Por fim, os resíduos devem passar por tratamentos de desinfecção de alta temperatura e/ou seguir para as instalações de descarte.

Dessa maneira, Sharma *et al.* (2020) corroboram afirmando que os governos precisam efetivamente realizar o tratamento de gestão de resíduos do COVID-19 para que qualquer infecção possa ser evitada inteiramente. Os autores ainda sugerem empregar inteligência artificial (IA) para a coleta e segregação de resíduos sólidos pós-COVID-19. No entanto, segundo Mohammad, Goli e Singh, o desenvolvimento de IA deve ser cauteloso e rigoroso, uma vez que há casos de falha de soluções de IA desenvolvidas por empresas de TI consolidadas, como Google, Microsoft e Apple, gastando milhões de dólares.

Os RSS COVID-19, em grande parte, têm o plástico como principal matéria-prima e, durante o período pandêmico, não podem ser reciclados, pois contêm resíduos infecciosos e

podem aumentar a propagação do Sars-Cov-2 (Associação Internacional de Resíduos Sólidos - ISWA, 2020).

Além disso, a medida que a demanda por equipamentos de proteção individual cresceu, por conta da pandemia de COVID-19, os hospitais acabaram utilizando ainda mais produtos descartáveis, o que prejudica sustentabilidade. Dessa forma, o estudo de Warner (2020) propôs maneiras de reduzir o desperdício de RSS, em tempos de pandemia. Dentre as principais sugestões, tem-se a redução do número de profissionais envolvidos no cuidado de pacientes com COVID-19, em nível de contágio elevado e o uso da telemedicina em pacientes já positivados para o vírus. Já Baker *et al*. (2020) trouxeram como solução o uso de aventais reutilizáveis de poliéster, como um meio de reduzir os custos de saúde, enfrentar as mudanças climáticas e melhorar a resiliência, preservando a segurança dos profissionais de saúde, destacando que grandes centros privados dos Estados Unidos já utilizam essa prática.

Tirkolaee, Abbasian e Weber (2021) propuseram um modelo de programação linear mista, para gestão de RSS na pandemia COVID-19, fornecendo um sistema de apoio à decisão, que garanta que os RSS relacionados ao COVID-19 sejam descartados de maneira eficaz para o desenvolvimento sustentável, visando, assim, minimizar, simultaneamente, o tempo total de viagem, as prioridades de serviço e o risco ambiental imposto à população em torno dos locais de disposição.

Eren e Tuzkaya (2021) também propuseram um modelo para o transporte de RSS com a rota mais segura e curta possível, dentro da província mais movimentada da Turquia, a cidade de Istambul, possuindo uma estrutura bastante flexível, o que possibilita sua implantação em diversas regiões e setores.

Também Zhao, Biaohua e Ginger (2021), em um estudo de caso baseado na situação real em Wuhan, China, durante o surto de COVID-19, objetivaram demonstrar a viabilidade de modelo matemático para o gerenciamento de resíduos infecciosos e demonstraram que os resultados computacionais do modelo proposto podem mais que dobrar a taxa de atendimento da demanda a um custo aproximadamente 40% menor, ao enfrentar um aumento na quantidade de resíduos infecciosos.

Bucumataru *et al*. (2021) corroboram, por meio de um estudo cienciométrico na base de dados *Web of Science*, demonstrando a ligação entre o resíduo hospitalar e o desenvolvimento de uma sociedade sustentável, frisando a importância de desenvolver procedimentos claros de transporte, rotas protegidas, pontos de coleta intermediários e armazenamento curto em áreas de destruição.

Devido ao fato de prioridade girar em torno da saúde das pessoas, o impacto indireto do vírus no meio ambiente tem sido pouco analisado, os primeiros estudos estimavam um impacto indireto positivo no meio ambiente, em razão, principalmente, das políticas de distanciamento social adotadas pelos governos, após o surgimento da pandemia, no entanto diminuir as concentrações de gases do efeito estufa durante um curto período não é uma maneira sustentável de ajudar o meio ambiente, além de existirem aspectos secundários negativos como a redução da reciclagem e o aumento do desperdício (Zambrano; Ruano; Alcalde, 2020).

Para Mangindaan (2022), já é mundialmente conhecido que a pandemia do COVID-19 afetou todos os aspectos da sociedade, incluindo questões relativas à saúde, econômicas, sociais e ambientais. No Brasil, isto foi evidenciado pelo estudo de Urban e Nakada (2021), que mostra que os últimos dados sobre resíduos sólidos no Brasil revelaram que mais de 35% dos RSS não foram tratados adequadamente, aumentando o risco de disseminação do COVID-19, além de prejuízos econômicos de cerca de 781 mil dólares, com a suspensão dos programas de reciclagem, sobrecarregando os aterros e, portanto, causando um duplo prejuízo: econômico e ambiental. Erfan e Aydin (2021) citam que os altos gastos estão na discussão das operações logísticas relacionada à coleta, transporte e destinação de resíduos.

Dessa forma, segundo a World Bank Group (2020), é válido ressaltar que a pandemia, e sua necessidade de resposta com política de saúde resultaram em dois choques para o Brasil: um choque externo, que inclui a demanda e preços externos e um choque interno, representado pela demanda e a oferta que foram afetadas pela necessidade de pouco ou nenhum contato, físico, bem como por outras restrições sobre as atividades econômicas aprovadas, para evitar o contágio. Outro ponto importante é que o Brasil, como exportador líquido de petróleo, foi atingido pelo choque no preço dessa commodity, uma vez que houve uma forte queda na demanda e, consequentemente, os preços do petróleo caíram pela metade, e alguns contratos chegaram a números negativos em abril de 2020 (World Bank Group, 2020).

5.4 Gerenciamento de RSS: tratamento e soluções

À luz de soluções tradicionais e já praticadas para demais RSS, estudos apontam que para gestão dos RSS relacionados ao COVID-19 a incineração em alta temperatura é uma das etapas importantes, no entanto há risco de impacto adverso na saúde humana, devido à exposição a emissões de gases altamente tóxicos, além de alterar alguns dos objetivos da economia circular (Goswami, 2021; Pikoń *et al.*, 2021).

Dessa maneira, conforme propuseram Dharmaraj *et al.* (2021), a pirólise é uma técnica ecologicamente correta, mais eficiente e econômica, requer menos capacidade de aterro, ela

utiliza a instabilidade térmica de componentes orgânicos em RSS para convertê-los em produtos valiosos, Su *et al*. (2021) corroboram, afirmando que a aplicação de tecnologia de pirólise é limpa e segura no tratamento de RSS, tendo o potencial de reduzir a carga ambiental do uso de métodos tradicionais de descarte, como incineração, aterro sanitário e autoclavagem, que liberam gases tóxicos, além de ocupar grande espaços de terras.

Zhao *et al*. (2021) em seu estudo verificaram que os impactos ambientais e os principais fatores em três cenários de disposição móvel, sendo eles, veículo de eliminação de incineração, vapor móvel e equipamento de esterilização por micro-ondas. Assim, foram quantificados por meio da abordagem de avaliação do ciclo de vida e evidenciaram que a co-incineração com resíduos sólidos urbanos tem os menores impactos ambientais devido aos benefícios ambientais produzidos pela geração de energia, enquanto a co-incineração com resíduos tem os menores impactos ambientais devido à geração de energia.

A Índia também passou por uma situação comprometedora das unidades de incineração de resíduos biomédicos devido à pandemia COVID-19, de 21 de março de 2020 a 31 de agosto de 2020, período em que a quantidade de resíduos que deveriam ser incinerados já ocupava 100% da capacidade de incineração (Thind *et al.*, 2021). Além disso, esses autores revelaram que as emissões da incineração associada a esses resíduos geravam impactos na saúde ambiental e danos que poderiam levar à morte de adultos e crianças na Índia, recomendando-se, portanto, o uso de tecnologias alternativas disponíveis para o tratamento desses resíduos e a substituição de matérias-primas prejudiciais por outras substâncias inofensivas, reduzindo as emissões de produtos químicos prejudiciais das unidades de incineração.

O estudo de Rajak *et al*. (2021) também constatou dados alarmantes, quanto a má gestão de resíduos biomédicos da COVID-19 na Índia, em que se verificou que 23 estados ainda estavam usando métodos de aterramento profundo para o descarte de RSS, mesmo com a proibição desta prática pelo governo indiano.

Yoon *et al.* (2022) afirmam que na Coréia a minimização e reciclagem de resíduos, o controle das emissões tóxicas do ar de incineradores de RSS e os métodos alternativos de tratamento à incineração são vistos como grandes desafios. Assim, a capacidade de incineração não pode ser expandida tão rapidamente quanto as crescentes quantidades de resíduos de serviço de saúde, portanto, há uma urgência em reconsiderar o sistema de gestão global.

Por outro lado, Belhadi *et al.* (2020) revelaram que, atualmente, a abordagem combinada de incineração e desinfecção química, bem como cloração combinada e irradiação ultravioleta são as tecnologias mais sustentáveis para gerenciar o tratamento de resíduos sólidos infecciosos

e águas residuais, com base em um sistema de critérios envolvendo quatro dimensões (ambiental, tecnológica, econômica e sociopolítica).

Da mesma forma Manupati *et al.* (2021) selecionaram a melhor técnica de descarte de RSS com base em perspectivas sociotécnicas e triple bottom line, utilizando o método Fuzzy VIKOR, para avaliar nove alternativas de descarte de RSS, em um estudo de caso no contexto indiano, cujos resultados indicaram a incineração como a melhor técnica de descarte de resíduos entre as alternativas disponíveis.

Na China, Zhao *et al.* (2022) demonstraram que há seis tecnologias de descarte emergencial de resíduos e sua ordem de priorização deve ser seguida conforme o tipo de resíduo, sendo elas: a esterilização por micro-ondas móvel, esterilização a vapor móvel, incineração móvel, co-incineração com resíduos perigosos, co-incineração com resíduos sólidos urbanos e co-disposição em fornos de cimento.

No entanto, é válido ressaltar que as tecnologias de tratamento de RSS têm sempre vantagens e desvantagens (Liang *et al.*, 2021), a incineração de RSS, por exemplo, requer um alto custo de descarte e causará poluição de gases residuais, no entanto é muito utilizada em países em desenvolvimento. Já a esterilização a vapor de pressão é segura, eficaz e de baixo custo, esse método, porém, não é adequado para o tratamento de resíduos patológicos. As consequências globais para a saúde dos métodos de eliminação dos resíduos de serviços de saúde, em grande parte, diferem, dependendo do grau de desenvolvimento do país.

Peng *et al.* (2020) ilustram em sua pesquisa a prática de eliminação de RSS em resposta à pandemia de corona vírus. Assim, para os autores, a gestão de RSS relacionados com COVID-19 devem, inicialmente, passar pela etapa de embalagem classificada e pré-tratamento, em que se prevê uma série de recomendações para os diferentes tipos de resíduos, como exemplo cita que os resíduos infecciosos e resíduos patológicos devem ser embalados em sacos de resíduo hospitalar de camada dupla, e a superfície dos sacos deve ser esterilizada pulverizando desinfetante contendo cloro e colocados em resíduo hospitalar tampado, com armazenamento temporário de, no máximo, 24 h e, para esse controle, devem ser registrados o tempo e a quantidade de resíduo entre os transportadores internos e externos.

Já na etapa de coleta e transporte, o descarte de resíduo hospitalar relacionado ao COVID-19 deve ser realizado por profissionais específicos treinados e com uso de veículos especiais, que os distingam do resíduo hospitalar geral. A rota de transporte deveria evitar ao máximo a aglomeração, e, logo após, o depósito e os veículos devem ser desinfetados imediatamente, sendo os resíduos, preferencialmente, tratados por incineração de alta

temperatura ou processados em aterro sanitário, após cozimento a vapor e fervura em alta temperatura (Peng *et al*., 2020).

Dessa forma, pode-se observar que os RSS requerem um tratamento específico devido ao seu impacto no meio ambiente e na humanidade, principalmente em contexto pandêmico, em que o gerenciamento das atividades relacionadas ao seu armazenamento, transporte, destruição são pontos-chave para o desenvolvimento sustentável (Bucumataru *et al*., 2021).

Mekonnen, Salomão e Wondimu (2021) evidenciaram, ainda, que os processos RSS relacionados ao COVID-19 não foram seguidos adequadamente em um hospital da Etiópia, desde a segregação, armazenagem e descarte, sendo gerenciados conforme as políticas anteriores à pandemia, portanto, é essencial que haja um monitoramento e controle redobrado dessas políticas e atitudes de gerenciamento de RSS, durante a pandemia.

Com achados similares, em um estudo no Líbano, Maalouf A. e Maalouf H. (2021) verificaram que quase 80-85% do fluxo total de resíduos de saúde estão sendo tratados pela Arcenciel (uma ONG local) por meio autoclavagem, e o restante desses resíduos são incinerados em hospitais sem autorização ou jogados ilegalmente junto com os resíduos sólidos urbanos. Tal evidência é extremamente preocupante, em especial, diante do cenário atual. Com isso, os autores viram a necessidade da realização de estudos estatísticos para determinar as taxas de geração de RSS, campanhas de prevenção e redução de RSS, bem como enfatizar a classificação e separação corretas desses resíduos e o monitoramento da aplicação das regras e regulamentos existentes por parte do governo.

Ademais, observa-se uma escassez de métodos de eliminação ambientalmente adequado de resíduos de serviços de saúde, devido, principalmente, aos altos custos de investimento, à facilidade de acesso e à viabilidade. Dessa forma, mesmo com o surgimento de inovações para descarte desses resíduos, ainda não há uma solução verde global aplicável, até o momento (Kenny; Priyadarshini, 2021; Wang *et al.*, 2020), Wise (2022) sugere que deve haver mudanças significativas em todos os níveis, do global ao piso hospitalar, na forma de gerenciar o fluxo de resíduos de saúde, sendo este um requisito básico para sistemas de saúde climáticos inteligentes.

.

5.5 COVID-19 e políticas de gestão de RSS

Governanças do mundo inteiro foram orientados a tratar o resíduo médico (em inglês, *medical waste*) da COVID-19 como uma prioridade pública urgente e essencial para evitar a propagação do vírus e, consequentemente, reduzir os efeitos secundários sobre a saúde da sociedade e do meio ambiente, uma vez que a principal fonte de infecções do COVID-19 foi por meio do contato acidental de itens descartados pelos trabalhadores da saúde ou pelos

pacientes, dessa maneira, em países desenvolvidos, hospitais e centros de saúde, à luz da legislação, devem descartar adequadamente esses resíduos (Hankoto *et al.*, 2021).

No entanto, devido ao aumento abrupto dos RSS, os hospitais e centros de saúde não conseguiram desenvolver ações ágeis em resposta ao descarte adequado dos RSS, durante a pandemia, sendo essencial a realização de planos de contingência para futuras alterações não programadas no fluxo desses materiais de modo a garantir maior segurança à saúde e, sobretudo, à saúde ambiental (Lima *et al.*, 2021).

Das *et al.* (2021), em uma breve revisão sistemática mundial sobre a Pandemia COVID-19 e a estratégia de gestão de resíduos sólidos de serviços de saúde reforçam citando que os países adotaram medidas de segurança para combater a contaminação da COVID-19 e gerenciar os resíduos de saúde; no entanto, eles evidenciam que essas medidas são insuficientes, ainda que variem de acordo com o contexto de cada país.

Pinto *et al.* (2022) afirmaram que os maiores desafios da coleta de resíduos, nos EUA, estavam relacionados ao período inicial da pandemia. Assim, as maiores dificuldades de gestão surgiram durante o primeiro trimestre do período em estudo (março a maio de 2020) e persistiram nos três trimestres restantes (junho de 2020 a agosto de 2020, setembro de 2020 a novembro de 2020 e dezembro de 2020 a fevereiro de 2021) e foram: 1) aumento no volume de resíduos residenciais, 2) aumento nos serviços de autotransporte e 3) escassez de pessoal devido a doenças e quarentena.

Ballotpedia (2022) corrobora afirmando que o estado de Nova York também adotou medidas agressivas de combate ao COVID-19 e promulgou algumas mudanças nas políticas, a exigência de máscara em todo o estado, por exemplo, foi estendida até o início de 2022, independentemente do status de vacinação em ambientes públicos fechados.

Assim, no início da pandemia, com a ausência de uma cura ou de uma vacina, os países, sejam desenvolvido, sejam em desenvolvimento, se apoiaram em uma combinação de intervenções para a contenção do vírus, como a realização de testes de COVID-19, isolamento social, *lockdowns*, medidas de contenção com a prática de higiene das mãos, uso de álcool em gel.

Na África, alguns governos estaduais da Nigéria, por exemplo, implementaram bloqueio parcial envolvendo o fechamento de mercados abertos e restrição de movimentos interestatais, o governo nigeriano impôs ainda bloqueios completos em áreas consideradas de maiores propensões para transmissão (Nzeadibe e Ejike-Alieji, 2020).

No Brasil, até o final de março de 2020, a maioria dos estados e grandes cidades haviam implementado as medidas de distanciamento social para conter a propagação do vírus e,

posteriormente, adotaram o uso de máscaras, além disso o governo federal aumentou significativamente os recursos alocados ao SUS, para combater a pandemia da COVID-19, repassando, até o início de abril de 2020, 16,7 bilhões de reais em recursos para os estados, hospitais e agências do governo federal para ajudar no combate à pandemia da COVID-19 (World Bank Group, 2020).

Portanto, a pandemia fez com o que as organizações internacionais e vários países construíssem novas políticas e diretrizes que ajustassem as estratégias de gestão desses resíduos. Liang *et al.* (2021) mencionam que países como China e Coreia do Sul se tornaram referência no gerenciamento de RSS da COVID-19 para muitos países em desenvolvimento, uma vez que utilizaram medidas eficazes e bem-sucedidas que conseguiram conter e controlar a pandemia.

Na China, essas medidas foram dispostas pelo governo central por meio da emissão do Guia de gerenciamento e técnicas para tratamento de emergência e descarte de RSS causados pelo COVID-19 (ensaio) (Mee, 2020), e pelo Aviso sobre Gestão Ambiental de RSS Causados pela COVID-19 (Nhc, 2020). Algumas de suas diretrizes dispõem que instituições médicas e de saúde devem armazenar resíduo hospitalar infeccioso separadamente e manter o local de armazenamento desinfetado, não ultrapassando o tempo de armazenamento temporário em 24 horas. Na Coreia do Sul, também, houve redução no tempo de armazenamento e de incineração para os resíduos do COVID-19 (Liang *et al.*, 2021).

Como exemplo, tem-se a cidade de Wuhan, na China, que se mostrou eficaz diante do cenário de pandemia da COVID-19, mesmo apesar de ter havido um aumento de cinco vezes na quantidade de RSS descartados no período de pico, as respostas foram rápidas nos setores de armazenamento, transporte e descarte, garantindo que todos os RSS fossem descartados dentro de 24 horas de geração, conforme as diretrizes do governo chinês, o que reduziu a possibilidade de transmissão do vírus por RSS (Chen *et al*., 2021). Dessa forma, constata-se que melhorar o sistema de gerenciamento de emergência para RSS em vários aspectos é essencial para minimizar os riscos à saúde humana, auxiliando na previsão, gestão e eliminação de resíduos sólidos (Wang *et al.*, 2021).

Para Youqing, Guojian e Ding (2022), embora os governos locais da China tenham emitido políticas relevantes de recompensa e penalidade, ainda existem problemas de descarte de resíduos médicos e esses problemas são gerados no jogo entre governos locais e empresas de descarte. Assim, com base na teoria dos jogos evolutivos, eles propuseram que o modo de recompensa estática e penalidade dinâmica é consideravelmente superior ao demais, ou seja, se a recompensa for estática, mas a penalidade aumentar dinamicamente, os governos locais

tendem a implementar uma estratégia melhor e as empresas de descarte ainda melhorarão a qualidade do descarte de resíduos médicos.

Visando a uma gestão de RSS sustentável, Mihai (2020) forneceu um método de avaliação rápida do fluxo de resíduos potencialmente infecciosos relacionado à pandemia de COVID-19 na Romênia. Como recomendações a longo prazo para as políticas de gestão de resíduos, o autor indicou a que comissão europeia se deve incluir as questões das atividades de gestão de resíduos de saúde em relatórios ambientais anuais e *status* de desempenho de saúde com relatórios de caso separados para cada país, além de fundos para desenvolver e apoiar instalações sólidas de tratamento de RSS como uma alternativa para instalações de incineração de resíduos perigosos, e, por fim, políticas de economia circular devem incluir o setor de gestão de RSS com diretrizes claras e melhores práticas.

No entanto, para os profissionais elaborarem estratégias para a gestão de RSS, durante uma pandemia, torna-se ainda mais complexo, pois dependem de uma série de fatores críticos, que envolvem aspectos ambientais, estatutos do país, política energética, capacidades tecnológicas e econômicas, entre outros. Dessa forma, o estudo de Belhadi *et al.* (2020) buscou contribuir para tomadores de decisão em países africanos selecionarem as melhores estratégias de gestão de resíduos disponível durante a pandemia COVID-19.

Como foi citado, o processo de descarte de RSS é sistemático e complexo, exigindo a participação cooperativa de vários profissionais para realizá-lo da melhor forma possível, assim Liang *et al*. (2021) propuseram os princípios da governança verde para gestão desses resíduos, uma vez que é um processo prático pelo qual os profissionais envolvidos trabalharão em equipe, de forma participativa e cooperativa, para governar os assuntos públicos e alcançar objetivos de desenvolvimento sustentável.

Capoor e Parida (2021) corroboram, atribuindo a segregação dos RSS como principal etapa na gestão de resíduos COVID-19 e enfatizando a importância de destacar diretrizes que visem à conscientização pública sobre os riscos dos resíduos COVID-19 e a segregação na origem. Dessa maneira, os governos, órgãos locais e instalações de tratamento de resíduos deveriam conduzir programas de conscientização usando diferentes meios de comunicação para chegar diretamente às pessoas (Ilyas; Srivastava; Kim, 2020).

A Organização Mundial de Saúde, em março de 2020, divulgou diretrizes para o manuseio e gestão seguros de resíduos da COVID-19, incluindo que esses resíduos devem ser recolhidos em recipientes claramente identificados e em caixas de segurança por uma equipe treinada e designada para o gerenciamento de resíduos COVID-19, com uso de botas

resistentes, aventais à prova de respingos, óculos, máscaras e protetores faciais, além da adesão à higienização das mãos após o manuseio de resíduos.

No Brasil, a nota técnica da GVIMS/GGTES/ANVISA n°4/2020 (Brasil, 2020) dá as diretrizes em relação aos resíduos sólidos de saúde conduzindo o gerenciamento dos mesmos durante a pandemia à RDC n°. 222/18 da ANVISA (Brasil, 2018), uma das principais diretrizes é a segregação no local de geração em resíduos infectantes, químicos, comuns e perfurocortantes.

Uma pesquisa realizada no Brasil, por Lima *et al*. (2020), demonstrou que, apesar dos hospitais analisados encaminharem os resíduos infectados para tratamento correto, não estavam preparados para situações que alterassem o fluxo e volume dos resíduos, portanto é sempre imprescindível traçar planos de contingência alinhados com o poder público municipal e com sociedade em geral para garantir a segurança de todos.

De Aguiar e Lima (2021) elaboraram uma ferramenta de apoio que auxilia na identificação das deficiências na geração de resíduos sólidos dos hospitais, desenvolvendo o Índice de Gestão de Resíduos de Serviços de Saúde a partir da seleção de indicadores da área, esse índice foi aplicado em seis hospitais do estado de Minas Gerais, Brasil, em que a maior dificuldade encontrada foi o treinamento adequado dos funcionários, o que se torna ainda mais alarmante em período pandêmico.

Por fim, Penteado e De Castro (2021) citam a importância de revisar os protocolos e recomendações à medida que os contextos locais mudem, uma vez que, o número de pessoas contaminadas oscila bastante, mas se deve buscar sempre manter e ampliar o engajamento dos cidadãos na coleta seletiva e até mesmo em ações de redução de resíduos.

6 CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA

Este estudo discute os processos e estratégias necessários para garantir uma gestão adequada dos RSS, levando em consideração as demandas específicas e os riscos associados a tempos de crise sanitária da COVID-19, fornecendo *insights* valiosos para aprimorar as práticas de manejo de resíduos em hospitais da rede pública.

Além disso, a gestão de resíduos sólidos hospitalares desempenha um papel fundamental na prevenção de riscos à saúde pública e na proteção do meio ambiente. Com o surgimento da pandemia de COVID-19, os desafios relacionados a essa gestão aumentaram significativamente. Nesse contexto, um trabalho científico dedicado a explorar os processos e estratégias para lidar com os resíduos sólidos hospitalares durante a pandemia traz uma importante contribuição para a área.

Dessa forma, a contribuição científica desse trabalho transcende o ambiente acadêmico, tendo impacto direto na saúde pública e na gestão hospitalar. As informações e recomendações que serão apresentadas podem ser utilizadas por profissionais da área da saúde, gestores hospitalares e autoridades sanitárias visando implementar estratégias eficazes de gestão de resíduos sólidos hospitalares, reduzindo os riscos de contaminação e contribuindo para a segurança de pacientes, trabalhadores da saúde e da comunidade em geral.

A revisão de literatura destaca aspectos cruciais relacionados à temática escolhida para esta pesquisa de doutorado, ressaltando a necessidade de um estudo aprofundado que considere os diversos fatores associados aos objetos de pesquisa. No contexto da pandemia de COVID-19, causada pelo coronavírus Sars-Cov-2, torna-se ainda mais urgente fortalecer os cuidados com os resíduos sólidos, especialmente em ambientes hospitalares, pois o manejo inadequado desses resíduos agrava os problemas de saúde pública, trazendo riscos importantes, tanto para a saúde ambiental quanto para a saúde da população em geral.

7 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa, dividindo-se em três subtópicos, em que o primeiro trata da definição dos locais da pesquisa, bem como da delimitação e caracterização dos objetos de estudo, o segundo subtópico aborda o método empírico utilizado na pesquisa, caracterizando a forma de levantamento dos dados bibliográficos, documentais e de campo e o tratamento e análise dos dados e, por fim, o último subtópico aborda os aspectos éticos necessários para a presente pesquisa.

7.1 Delimitação e caracterização dos objetos de estudo

Os objetos de estudo da presente pesquisa serão dois hospitais, em Teresina, capital do Piauí, com 871.126 habitantes (Ibge, 2021), localizada na região meio norte do Nordeste brasileiro, sendo polo de referência em saúde no Nordeste. A escolha desses hospitais foi definida de forma a incluir hospitais de destaque no atendimento a COVID-19, tanto de rede pública municipal como da rede pública estadual.

O hospital de rede pública municipal selecionado atua, desde 23 de março de 2020, exclusivamente para pacientes de COVID-19, em setembro de 2021, voltou a disponibilizar leito de cardiologia e nefrologia, mas de janeiro de 2022 a maio de 2022, com o aumento das síndromes de doenças respiratórias passou novamente a ser exclusivo para COVID-19 e síndromes gripais, tornando-se, desde o início da pandemia, referência na rede municipal para tratamento dessa doença.

Assim como o anterior, o hospital de rede pública estadual escolhido, também, tornou-se referência no combate ao COVID-19, principalmente, por já possuir atendimento especializado em infectologia, sendo seu ponto forte principal sua estrutura para isolamento de pacientes. Além disso, desde o início da pandemia, adaptou-se rapidamente às novas necessidades, realizando alterações e adaptações necessárias, tanto estrutural como no uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI´s), tendo reforço na aquisição de respiradores, equipamentos de ventilação não invasiva e EPI’s.

Além disso, para uma análise mais completa do ciclo de vida dos resíduos comuns e infectantes desses dois hospitais foram realizadas visitas técnicas às duas empresas terceirizadas responsáveis pela coleta desses resíduos, sendo elas a Sterlix Ambiental e a SN Ambiental.

A Sterlix Ambiental faz parte do Grupo Natus Ambiental e iniciou suas operações no Piauí, em 2012, seu foco está no gerenciamento completo de resíduos, desde a coleta até a

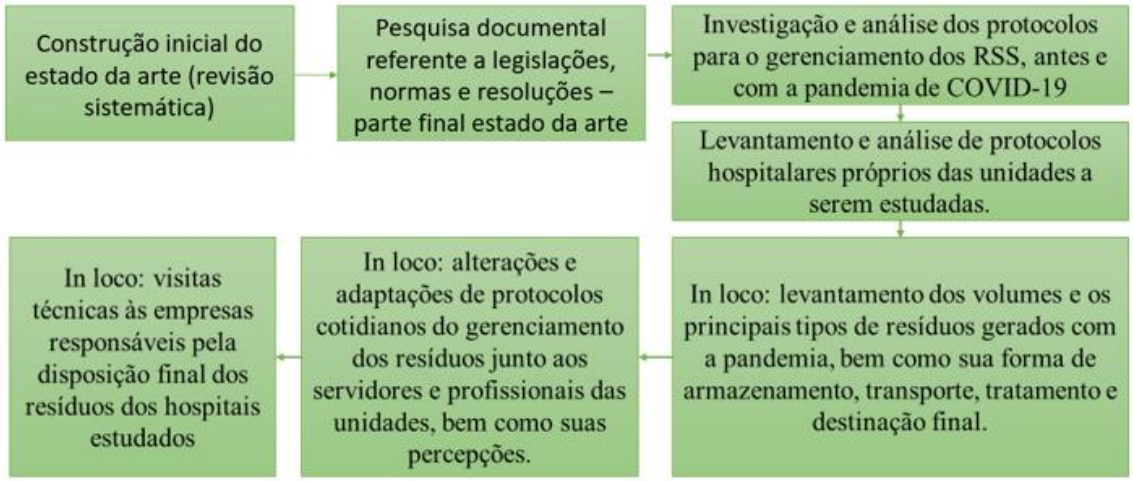
destinação final. A empresa oferece serviços de coleta e transporte, armazenamento temporário, tratamento (incluindo autoclave e incineração), e disposição final em aterros sanitários licenciados.

Já o Grupo SN Ambiental só começou com as operações de coleta e transporte de resíduos de saúde no ano de 2021, no entanto o grupo atua em outras áreas, como construção civil, pavimentação, extração de minerais e locação de máquinas e veículos pesados, desde 2005.

7.2 Métodos e técnicas da pesquisa

Para este tópico, elaborou-se um fluxograma (Figura 1) com as etapas da pesquisa, a fim de sintetizar o passo a passo da pesquisa.

Figura 1. Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Autora (2022)

Está demonstrado na Figura 1 que, para a imersão no campo da gestão dos RSS, inicialmente, houve a realização da construção do estado da arte do tema, o que possibilitou todo o suporte teórico do estudo, verificando as lacunas existentes e definindo possíveis teorias e/ou conceitos que ajudaram na fundamentação teórica da pesquisa, na melhor formulação do problema, das hipóteses e dos objetivos, bem como no auxílio da compreensão e explicação dos resultados, bem como nas reflexões sobre os trabalhos futuros sobre o tema em questão.

Para condução inicial do estado da arte, utilizou-se como base o método PRISMA – *Preferred ReportingItems for Systematic Reviews and Meta-Analysis* (Liberati *et al.*, 2009), a fim de garantir a completude e transparência de uma revisão sistemática.

Dessa maneira, inicialmente realizou-se um levantamento quantitativo dos artigos consultados na plataforma Periódicos Capes, que inclui artigos de bases de dados, como Science

direct, scopus e etc.) e na base de dados PubMed, com o intuito de organizar as publicações com potencial de colaboração para o desenvolvimento deste trabalho, para tal, nesta pesquisa sistemática utilizou-se 3 (três) arranjos de palavras-chave: "*solid waste management*", "*medical waste*" e "*COVID-19 pandemic*", a serem localizadas em qualquer campo dos artigos entre os anos de 2019 e 2022. Tais palavras foram, inicialmente, em inglês, devido ao fato de que a maior parte das plataformas científicas ser de língua inglesa. Diante disso, a primeira fase da busca foi realizada em três etapas, de acordo com o Quadro 2, a seguir.

Quadro 2. Quantificação das pesquisas com palavras-chaves em inglês.

Etapas		**Palavra-chave em inglês**	**Operador Lógico Utilizado**	**Quantidade encontrada (qualquer campo)**	**Período de realização da Pesquisa**
1	1	*" COVID-19 pandemic"*	AND	Periódicos Capes: 46 Pubmed: 38	10/02/2022 à 18/08/2022
	2	*"Solid waste management"*			
2	1	*"COVID-19 pandemic"*	AND	Periódicos Capes: 190 Pubmed: 107	10/02/2022 à 18/08/2022
	2	*“Medical waste"*			
3	1	*“Medical waste"*	AND	Periódicos Capes: 16 Pubmed: 11	10/02/2022 à 18/08/2022
	2	*"Solid waste management"*			
	3	*"COVID-19 pandemic”*			

Fonte: Autora (2022)

No Quadro 2, primeiramente, buscou-se artigos conectando as palavras "*COVID-19 pandemic*" e "*Solid waste management*", por meio do operador lógico “*and”* nas duas bases de dados mencionadas, a Periódicos Capes com 46 artigos encontrados e a PubMed com 38. Na segunda etapa, conectou-se às palavras "*COVID-19 pandemic*" e “*Medical waste"* sendo encontrados 190 artigos na Periódicos Capes e 107 na PubMed. Por fim, nesta primeira fase, buscou-se em sua terceira etapa a conexão dessas três palavras-chaves de maneira que se encontram artigos que tivessem "solid waste management", "medical waste" adicionados a "COVID-19 pandemic", totalizando em 16 artigos na Periódicos Capes e 11 na PubMed, ressalta-se que, com as palavras-chaves em português, os resultados zeraram para todas as combinações.

É válido ressaltar que se considerou importante realizar o recorte temporal da pesquisa, especificando as datas de início e término da busca de documentos, devido à dinamicidade dos dados contidos nas bases, pois a quantidade de publicações científicas de um portal pode ser

alterada constantemente à medida que surgem novos estudos e, por se tratar de uma revisão sistemática de um tema atual e com constante descobertas, torna-se ainda mais essencial esta especificação de data.

Dessa forma, foi elaborada uma tabela com todos os dados principais (título, autores, resumo e referência completa) dos 408 artigos encontrados nas duas bases de dados, a fim de facilitar a busca por documentos repetidos, utilizando as ferramentas do Excel foram encontrados 147 artigos repetidos, sendo que destes 111 estavam na base de dados da Pubmed e 36 na base da Periódicos Capes.

Após a remoção dos artigos repetidos, como critério primário de exclusão de artigos ficaram artigos que não tinham acesso livre e artigos científicos oriundos de periódicos que não possuíam o processo peer review (revisão por pares), o que assegura a qualidade do artigo, no caso da plataforma do Periódico Capes. Além disso, realizou-se uma triagem com a leitura de todos os títulos e resumos das publicações, em que foram excluídos 75 artigos.

Para etapa de elegibilidade, os artigos finais foram selecionados com base no tema da gestão de resíduos sólidos médicos/hospitalares na pandemia do COVID-19, tendo como critérios três principais pontos de elegibilidade, conforme mostra o Quadro 3.

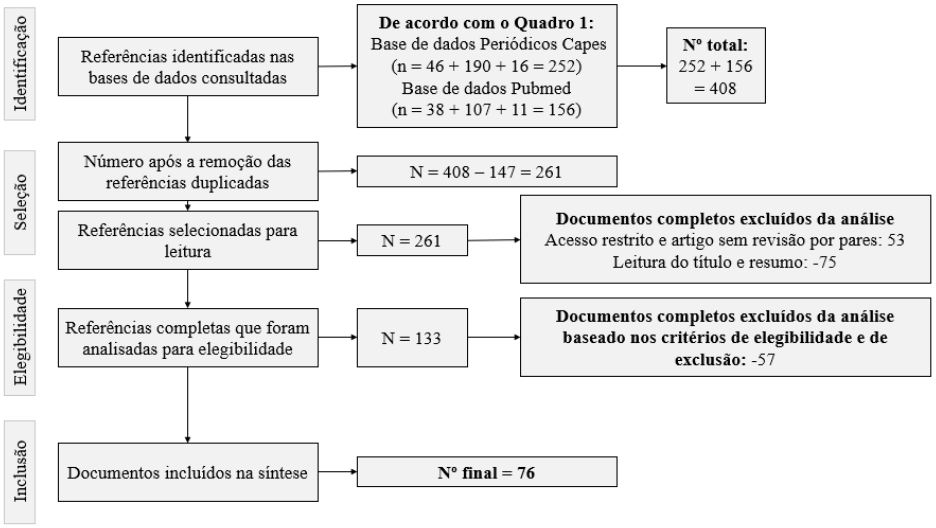
Quadro 3. Critérios de elegibilidade dos artigos

CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE	
1	Avaliação quantitativa dos resíduos sólidos de serviço de saúde durante a pandemia COVID-19
2	Impactos e medidas de mitigação para os resíduos sólidos de serviço de saúde contaminados pelo Sars-cov-2
3	Informações sobre mudanças nas políticas e/ou estratégias executivas e/ou operacionais na gestão de resíduos sólidos durante a pandemia COVID-19

Fonte: Autora (2022)

Na Figura 2 está exposto o passo a passo das etapas descritas, por meio de um fluxograma, obedecendo às recomendações propostas pelo método PRISMA – Preferred ReportingItems for Systematic Reviews and Meta-Analysis (Liberati *et al.*, 2009).

Figura 2. Fluxograma de seleção dos artigos com as recomendações do método PRISMA



Fonte: Autora (2022)

Dessa forma, para construção do estado da arte foram incluídos 76 documentos de ambas as bases de dados (ver Figura 2), que foram desenvolvidos nos três primeiros tópicos do capítulo 2, conforme os critérios de elegibilidade mencionados no Quadro 3.

Em paralelo, foi realizada uma pesquisa documental referente a legislações, normas e resoluções em vigência (tópico 5.1.1 do capítulo 5), como também a investigação e análise dos protocolos para o gerenciamento dos RSS, com o advento da pandemia de COVID-19, buscando revelar os impactos e mudanças no cenário pandêmico, com abordagem em nível de Ministério da Saúde, em nível estadual e municipal. Além disso, houve também o levantamento e análise dos protocolos hospitalares utilizados nas duas unidades estudadas.

Com base na gestão dos resíduos de cada unidade foram levantados os volumes e os principais tipos de resíduos gerados com a pandemia, nos anos de 2020 a 2022, bem como sua forma de armazenamento, transporte, tratamento e destinação final, por meio de acesso a planilhas eletrônicas de monitoramento e controle desses resíduos e análise de registros documentais nos três hospitais.

Foram também levantadas as alterações e adaptações de protocolos do gerenciamento dos resíduos sólidos de serviços de saúde, durante o período pandêmico. Para isso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas, após a aprovação no Comitê de Ética e Pesquisa, junto aos profissionais das unidades, a respeito dos processos cotidianos executados por eles, bem como com seus supervisores (Apêndice A), realizando a comparação com os protocolos vigentes já levantados anteriormente. Além da aplicação de questionários (Apêndice B) com os profissionais das unidades, a fim de se conhecer o perfil desses profissionais, suas tarefas,

suas demandas a respeito do trabalho, bem como o que observaram de adaptações durante o período pandêmico e o que entendem sobre gerenciamento de resíduos sólidos, realizando uma análise crítica das respostas. Essa análise incluirá a comparação entre as atividades declaradas e as efetivamente executadas, bem como uma confrontação com a literatura existente. Pretende-se ainda identificar possíveis correlações, como a relação entre perfil etário e tempo de serviço com o nível de compreensão sobre o gerenciamento de resíduos sólidos.

Para fins de cálculo amostral do número de profissionais que deveriam participar dos questionários, em cada hospital, foi considerado o tamanho da população (N), que representa número de funcionários de setores com funções que se relacionem diretamente com as etapas de gerenciamento dos RSS, no ano de 2023, que no hospital público estadual é de 38 e no municipal é de 16. Foram, ainda, definidos o nível de confiança de 90% (com z = 1,64), a margem de erro (e) de 10%, o desvio padrão (p) de 0,5 e a taxa estimada de 10% de não respondentes.

O cálculo do tamanho da amostra (n), referente aos funcionários dos hospitais que deveriam participar desta pesquisa, baseou-se na seguinte fórmula (Luiz; Magnanini, 2000):

$$\mathbf{n} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

Sendo:

n = tamanho da amostra

N = tamanho da população = 38 e 18

z = escore z do nível de confiança 95% = 1,96;

e = margem de erro = 5% = 0,05;

p = desvio padrão = 0,5.

Ao inserir, nessa fórmula, os valores referidos anteriormente, correspondentes às respectivas variáveis, chegou-se ao tamanho da amostra (n) de 21 funcionários no HRPE e de 11 no HRPM, que correspondem aos números iniciais de funcionários que deveriam fazer parte desta pesquisa. No entanto, foi adicionada uma taxa de recusa de 10% (comumente adotada em estudos semelhantes como uma margem de segurança para garantir que o tamanho final da

amostra seja suficiente para obter resultados estatisticamente significativos e representativos) dos potenciais participantes, resultando em um tamanho amostral de 19 funcionários no HRPE e de 10 funcionários no HRPM.

É válido destacar, que as coletas desses dados também ocorreram por meio da pesquisa de campo, com observações diretas e sistemáticas, envolvendo todos os processos e etapas dos resíduos sólidos hospitalares, desde sua geração até o descarte final, conforme o plano de observação sistemático (Apêndice C). Estas entrevistas e observações foram realizadas mediante visitas regulares de janeiro a setembro de 2023, em que a pesquisadora se comprometeu a ter todos os cuidados necessários antes e durante a permanência nos hospitais, obedecendo a todas medidas sanitárias exigidas, a fim de minimizar os riscos de contágio da COVID-19, devido a estada no ambiente hospitalar.

Nestas visitas, também foram realizados registros audiovisuais, com fotos e vídeos, comprometendo-se em usá-los apenas para os fins estabelecidos no projeto, preservando o anonimato de todos os envolvidos, podendo estes interromper a participação na pesquisa a qualquer momento e/ou solicitar a posse de suas imagens.

Além disso, com o objetivo de compreender todo o processo de gestão dos resíduos, desde sua geração até seu destino final, foram realizadas visitas técnicas às duas empresas contratadas para coletar os resíduos dos serviços de saúde dos hospitais estudados. Essas visitas permitiram uma observação direta das práticas e infraestrutura de gestão de resíduos adotadas por essas empresas. Adicionalmente, foi aplicado um questionário (Apêndice D), com o intuito de coletar informações específicas do período de pandemia da COVID-19.

Os dados coletados foram organizados de forma sistemática para realização de uma análise detalhada, buscando atingir o objetivo geral e os específicos da pesquisa. Inicialmente, para o tratamento dos dados, houve a tabulação, em planilhas eletrônicas, dos dados coletados referentes aos volumes e aos principais tipos de resíduos gerados com a pandemia, bem como sua forma de armazenamento, transporte, tratamento e destinação final. Posteriormente, houve a organização das informações obtidas por meio dos questionários e das observações e registro *in loco (*fotos, áudio/vídeo) e em documentos, também auxiliados por planilhas eletrônicas, além do uso de técnicas da análise do discurso crítica para suas análises.

Por fim, a Matriz de Leopold foi aplicada, como uma ferramenta técnica para avaliação de impacto ambiental das atividades. Primeiramente, foram identificadas as atividades específicas relacionadas à gestão de resíduos sólidos de serviços de saúde nos hospitais estudados, sendo elas: geração de resíduos sólidos, segregação e armazenamento, coleta e transporte, tratamento e disposição final e treinamento de pessoal. Em seguida, foram

identificados os fatores ambientais que poderiam ser afetados por essas atividades, sendo eles: qualidade do solo, qualidade da água, qualidade do ar, saúde e segurança ocupacional e aspectos sociais. Posteriormente, cada atividade foi avaliada em relação a cada fator ambiental, estimando-se a magnitude do impacto (alta, média, baixa) e se o impacto é positivo ou negativo. Essa avaliação foi baseada nas observações, entrevistas e questionários aplicados nos hospitais, bem como na análise dos dados coletados.

7.3 Aspectos éticos da pesquisa

Todo projeto de pesquisa que envolve seres humanos possui aspectos éticos, desta forma a Resolução nº 466/2012, diz respeito ao aspecto bioético das pesquisas, à garantia da dignidade humana e à proteção devida aos participantes das pesquisas, procurando estimular o desenvolvimento e o engajamento ético, inerente ao desenvolvimento científico e tecnológico, respeitando a dignidade, a liberdade e a autonomia do ser humano.

Entende-se por pesquisa com seres humanos toda e qualquer pesquisa que envolve o ser humano, direta ou indiretamente, devendo assegurar, dentro dos seus procedimentos, confidencialidade, privacidade, proteção de imagem, não estigmatizar, não utilizar informações que causem algum prejuízo aos indivíduos estudados. Além disso, devem atender os valores sociais, éticos, religiosos e costumes (Moro; Mattos; Sartori, 2011), demonstrado no Quadro 4.

Quadro 4. Exigências éticas fundamentais

Princípio bioético	**Exigência ética fundamental**
AUTONOMIA	- consentimento livre e esclarecido - proteção aos vulneráveis
BENEFICIENCIA	- comprometimento com o máximo benefício e mínimo risco
NÃO MALEFICENCIA	- evitar danos
JUSTIÇA	- seleção do sujeito da pesquisa - garantia de igual consideração dos interesses envolvidos com vantagem significativa para o sujeito da pesquisa e mínimo ônus para os vulneráveis

Fonte: Melo e Lima (2004)

O projeto de pesquisa inicial foi submetido ao Comitê de Ética da Plataforma Brasil em 28 de março de 2022, sendo aprovado em 28 de novembro de 2022, com o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) de Nº 63248322.1.0000.5214. Neste processo, alguns documentos foram exigidos, como, por exemplo, o Termo de Consentimento Livre

Esclarecido (TCLE), que exprime que a vontade e decisão do voluntário em participar da pesquisa deverá ser respeitada, o Termo de Autorização para Uso de Imagens, incluindo Fotos e Vídeos, Declaração de autorização das duas instituições participantes, bem como o Termo de Compromisso do Pesquisador para com a Pesquisa e entre outros.

7.3.1 Riscos e Benefícios

Os riscos associados à realização desta pesquisa são considerados mínimos, equiparando-se aos riscos de exames físicos ou psicológicos de rotina, sendo eles, o de causar constrangimentos aos profissionais durante a realização das entrevistas, bem como acontecer algum desconforto, ansiedade e/ou estresse devido à temática abordada e, diante de sua ocorrência, a pesquisadora assume a responsabilidade de assegurar a privacidade do participante ao participar da pesquisa, o identificando por meio de código/número e garantindo a liberdade para não responder questões. Da mesma forma, compromete-se em estar atenta aos sinais verbais e não verbais de desconforto, havendo a suspensão imediata, ao perceber algum risco ou danos à saúde do participante da pesquisa, não previsto no termo de consentimento. Além disso, a pesquisadora compromete-se também a ter todos os cuidados necessários antes e durante a permanência nos hospitais, obedecendo a todas medidas sanitárias exigidas, a fim de minimizar os riscos de contágio da COVID-19, devido a permanência no ambiente hospitalar.

Os benefícios para os profissionais envolvidos diretamente neste estudo serão de que com a melhora no setor de gerenciamento dos RSS, consequentemente, haverá a aprimoração dos seus desempenhos profissionais e melhora do ambiente de trabalho, impactando na sua saúde e bem-estar. Por fim, a sociedade como um todo se beneficiará, pois, a má gestão dos RSS é uma questão de saúde pública.

Além disso, incluem como benefícios desta pesquisa ampliar a discussão sobre o tema, uma vez que o número de pesquisas deste tipo ainda é importante no Brasil, considerando a emergência que a pandemia trouxe à pauta dos resíduos sólidos de serviços de saúde, além da minimização dos impactos da pandemia sobre os âmbitos social, ambiental e econômico, pois este trabalho servirá de base para futuras alterações não programadas na geração e fluxo dos resíduos sólidos hospitalares. Ademais, a presente pesquisa busca, ainda, contribuir para possíveis ajustes/aperfeiçoamentos nos Planos de Gerenciamento dos RSS de hospitais da rede pública municipal e estadual, conforme a realidade concreta de cada local.

8 RESULTADOS

8.1 Resultados aplicação do roteiro de ação conversacional (Apêndice A)

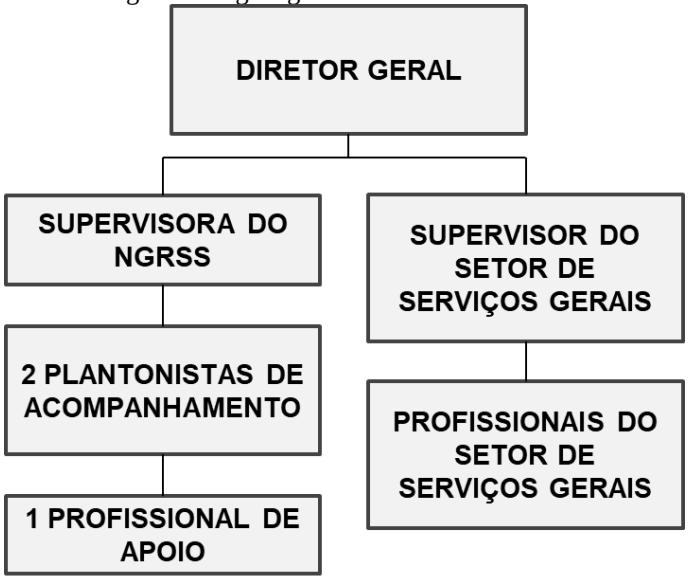
Estes resultados foram obtidos por meio de visitas técnicas semanais, nos dois hospitais selecionados para a pesquisa, iniciando dia 11 de janeiro de 2023 no hospital de rede pública estadual e no dia 17 de janeiro de 2023 no Hospital de rede pública municipal, finalizando, para este primeiro apêndice, em 27 de abril de 2023, totalizando 14 visitas técnicas nos hospitais. Houve três momentos principais, um primeiro momento de apresentação da pesquisa para os diretores e supervisores dos serviços gerais, um segundo de análises de documentos internos, como o PGRSS e, por fim, a realização das entrevistas com os supervisores do setor.

8.1.1 Hospital de rede pública estadual (HRPE)

8.1.1.1 Informações gerais

Este hospital funciona com 2 (dois) setores que envolvem a gestão de resíduos, sendo o primeiro chamado de Serviços gerais ou higiene hospitalar, contendo 38 profissionais de serviços gerais, que se dividem e revezam entre os setores do hospital e 1 (um) supervisor. O segundo Setor é Núcleo de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (NGRSS), que realiza controle e acompanhamento do setor de serviços gerais, contendo 4 (quatro) profissionais, que são: 1 (um) supervisora, 2 (dois) plantonistas de acompanhamento e 1 (um) de apoio. Todos os profissionais são contratados pelo próprio hospital. Na Figura 3 consta o organograma dos setores que envolvem a gestão de resíduos.

Figura 3. Organograma dos setores do HRPE



Os plantonistas do NGRSS e os profissionais dos serviços gerais, trabalham em regime de 44h semanais, de 7 horas da manhã as 19 horas, com pausa para almoço. É valido ressaltar que estes profissionais se dividem em dois prédios, um do próprio hospital e um prédio em anexo, que funciona, principalmente, na parte administrativa. Ressalta-se ainda a existência de uma sala de apoio para este setor, em que se encontram os produtos e equipamentos necessários para realizar suas funções. Na Figura 4 está a entrada para essa sala.

Figura 4. Entrada para sala de apoio do setor de higiene hospitalar no HRPE



Fonte: Autora (2023)

Com Figura 4, pode-se observar já na entrada alguns produtos utilizados na função, bem como uma das lixeiras abertas e problemas de infiltrações na infraestrutura, com muita umidade, principalmente, na parte inferior da parede. A parte interna da sala está demonstrada na Figura 5.

Figura 5. Parte interna da sala de apoio do setor de higiene hospitalar no HRPE



Fonte: Autora (2023)

Na Figura 5 tem-se a parte interna da sala, em que se pode observar a estrutura mínima para o seu funcionamento, com a existência de três armários com produtos, um banco, uma mesa com cadeira e uma pia, além de outros itens espalhados pela sala, como caixas, sacos, roupas etc. A sala é climatizada por um ar-condicionado e possui uma pequena janela para circulação do ar e destaca-se ainda a existência de muitas partes do piso com fissuras e quebrados, além da porta de acesso ser estabilizada por meio de uma pedra circulada na Figura 5, o que pode ocasionar incidentes e/ou acidentes.

As principais atribuições de cada um desses dois setores são as seguintes: 1. NGRSS – realizar a promoção da reciclagem de resíduos passíveis de reciclagem através da coleta, picotamento de papéis, acondicionamento e coleta externa com o objetivo de cumprir o PGRSS institucional e legislação vigente; realizar limpeza dos terminais (completas) diariamente de carros coletores e contêineres; realizar visitas dentro da instituição observando as inconformidades dentro dos setores; realizar, sempre que houver necessidade, substituição e conserto de lixeiras com defeito ou adequar o tamanho das lixeiras conforme a geração de resíduo de cada setor; 2. Acompanhar diariamente a pesagem de resíduos realizada pela empresa contratada; observar, diariamente, conformidade das cores dos sacos nas lixeiras de acordo com a classificação de resíduos; identificar, sempre que houver necessidade, lixeiras sem adesivos ou com adesivos rasurados; realizar limpeza terminal diariamente após coleta externa nos abrigos e manter portões dos abrigos fechados.

Os setores possuem regras sobre o uso dos equipamentos de proteção individual, como uso de luvas, botas, máscara e a vestimenta correta, com a pandemia esses EPI'S tiveram um acréscimo com o uso de óculos e de máscaras (N95). Outro ponto de mudança, segundo a supervisora, foi quanto à disposição dos copos plásticos advindo do setor da nutrição, que antes eram reciclados, no entanto desde a pandemia não são mais reciclados.

8.1.1.2 Plano de gerenciamento de resíduos sólidos e treinamentos

O HRPE passou a ter um plano de gerenciamento de resíduos sólidos próprio em janeiro de 2019, sendo esse plano foi atualizado em 26 de novembro de 2022, com validade de um ano, tendo como resultados esperados a minimização do volume de resíduos gerados na instituição, manejo correto e seguro dos RSS gerados, desde a segregação até a disposição final, implementação da coleta seletiva de resíduos passíveis de reciclagem, redução de acidentes ocupacionais relacionados ao manejo de resíduos com potencial biológico, adesão às boas práticas em serviço de saúde no manejo do RSS.

Ressalta-se, ainda, que nesse hospital são produzidos resíduos dos grupos A (resíduos potencialmente infectantes), B (resíduos químicos), D (resíduos comuns), E (resíduos perfurocortantes), seguindo a classificação da RDC ANVISA Nº 222/2018, e que estão distribuídos nos setores de acordo com o Figura 6.

Figura 6. Distribuição dos resíduos por setor no HRPE

GRUPOS DE RESÍDUOS	GRUPO A					GRUPO B	GRUPO D	GRUPO E
SETORES/ÁREAS	A1	A2	A3	A4	A5			
Áreas administrativas				■			■	
Postos de enfermagem	■			■		■	■	■
Enfermarias	■						■	
Isolamentos	■			■				
UTIS	■			■			■	
Consultórios	■						■	
Salas de procedimentos	■			■		■	■	■
Salas de exames	■			■		■	■	■
Setor de RX/TC	■			■		■	■	■
Corredores							■	
Banheiros							■	
Laboratórios	■			■		■	■	■
Setor de nutrição							■	
Farmácias						■	■	
Unidade de processamento de roupas	■						■	
Necrotério	■							
Prédio Anexo adm.				■			■	
Prédio Anexo Laboratórios	■			■		■	■	■

Referente à disposição final desses resíduos gerados, há apenas uma empresa terceirizada responsável, tanto para resíduos comuns quanto para os resíduos perigosos. Segundo o PGRSS do hospital, a frequência das coletas desses resíduos nos setores geradores acontece conforme o Quadro 5.

Quadro 5. Frequência de coleta nos setores geradores no HRPE

Tipos de Resíduos	**Horários Padronizados**	**04 vezes ao dia**	**Outra Frequência**
Grupo A	**6:00, 9:00, 13:00, 18:00**	**X**	
Grupo B	**7:00 às 18:00**		Através de solicitação de coleta
Grupo D	**6:00, 9:00, 13:00, 18:00**	**X**	
Grupo E	**6:00 às 18:00**		Através de solicitação de coleta

No quadro 5 estão descritos a frequência e os horários que ocorrem a coleta dos resíduos nos setores de acordo com o grupo a que pertencem. Quanto à frequência de coleta pela empresa

terceirizada, ocorre de segunda-feira a sábado pela manhã, uma vez que a empresa é responsável, tanto por resíduo comum quanto por resíduos perigosos. Ainda, segundo a supervisora do setor de acompanhamento todos os plantonistas ao serem contratados receberam treinamento sobre os seus procedimentos operacionais padrão (POP), no entanto não há treinamentos específicos voltados para o plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

No Quadro 6 estão demonstrados todos os treinamentos realizados, com os colaboradores do serviço de higienização hospitalar, de 2019 a 2022, estes são controlados apenas por meio de atas impressas que comprovam a realização dos treinamentos.

Quadro 6. Treinamentos com os colaboradores do serviço de higienização hospitalar de 2019 a 2022 no HRPE

TEMA	DATA
Orientações sobre segregação de resíduos. Público-alvo: profissionais de enfermagem e de higiene hospitalar.	02/05/2019
Segregação de resíduos de serviços de saúde. Público-alvo: todos os colaboradores do IDTNP (tem colaboradores de higiene que fizeram esse treinamento).	24/09/2019
Blitz educativa de segregação de resíduos	28/01/2020
Uso seguro de EPI'S para manejo de pacientes com suspeita de COVID-19	18/03/2020 a 27/03/2020
Saneantes hospitalares utilizados no setor de higiene hospitalar	16/03/2020 a 18/03/2020
Enfretamento seguro à COVID-19	05/05/2020
Acolhimento à área de COVID-19 e enfretamento	18/05/2020
Prática segura no uso de saneantes	07/07/2020
Dia mundial da segurança do paciente	16/09/2020 a 18/09/2020
Princípios da Higienização: higienização e COVID-19, limpeza terminal, concorrente e imediata	21/10/2020
Uso seguro de EPI'S	07/01/2021 e 08/01/2021
Pesagem de resíduos de serviço de saúde	26/02/2021 e 27/02/2021
Comunicação assertiva	04/03/2021
Limpeza e desinfecção hospitalar	09/04/2021
Aperfeiçoamento da limpeza e desinfecção concorrente e terminal	14/10/2021 e 15/10/2021
Colocação, uso, armazenamento, descarte e conservação	18/08/2022
Treinamento de descrição de cargo (responsabilidade e competências técnicas)	10/10/2022

Alguns dos principais treinamentos realizados foi referente ao descarte correto de resíduos perfurocortantes, suspensão da coleta de lâmpadas e pilhas pela empresa terceirizada

e padronização do saco de cor preta para o setor da nutrição, POP de pesagem de resíduos, manejo seguro dos RSS.

8.1.1.3 Produção de resíduos

Em relação ao volume de resíduos gerados, buscou-se como base de dados a planilha de controle de geração do hospital. Esses dados foram acessados referentes ao ano de 2019, sendo que, no PGRSS do hospital, só havia indicadores anuais relativos à geração de RSS de 2018. Já a partir de 2019 esses dados foram quantificados mensalmente, conforme as Tabelas de 1 a 4.

Tabela 1. Geração de RSS em média de 2019 a 2022 no HRPE

MÊS/ANO	2019		2020		2021		2022		
	GRUPO B	GRUPO A/E	GRUPO B	GRUPO A/E	GRUPO B	GRUPO A/E	GRUPO B	GRUPO A/E	GRUPO D
JANEIRO	NÃO GEROU	3.124kg	NÃO GEROU	2.346kg	NÃO GEROU	7.396,6kg	94,85kg	3.751,06kg	8.381,22kg
FEVEREIRO	52kg	6.406,7kg	NÃO GEROU	1.985kg	NÃO GEROU	8.986,56kg	NÃO GEROU	4.537,63kg	3.727,98kg
MARÇO	NÃO GEROU	5.523kg	NÃO GEROU	2.258kg	NÃO GEROU	11.441,66kg	NÃO GEROU	5.942,43kg	2.724,49kg
ABRIL	NÃO GEROU	7.751kg	NÃO GEROU	2.638kg	NÃO GEROU	9.850,26kg	53,68kg	4.234,65kg	3.257,67kg
MAIO	NÃO GEROU	4.985kg	NÃO GEROU	3.155kg	NÃO GEROU	10.667,7kg	60,70kg	4.590,6kg	5.027,30kg
JUNHO	NÃO GEROU	2.967kg	NÃO GEROU	9.722kg	NÃO GEROU	10.424,5kg	21,7kg	4.692,8kg	5.396,36kg
JULHO	NÃO GEROU	2.812kg	NÃO GEROU	13.232kg	NÃO GEROU	9.708,46kg	76,8kg	5.013,48kg	4.603,7kg
AGOSTO	43kg	3.388kg	NÃO GEROU	9.404,5kg	NÃO GEROU	9.746,46kg	NÃO GEROU	5.181,4kg	4.382,2kg
SETEMBRO	160kg	8.588kg	NÃO GEROU	8.486kg	NÃO GEROU	8.802,04kg	150,6kg	4.276,4kg	4.444,1kg
OUTUBRO	11kg	3.739kg	NÃO GEROU	8.560kg	NÃO GEROU	8.484,88kg	NÃO GEROU	4.236,6kg	4.678,30kg
NOVEMBRO	195kg	2.037kg	NÃO GEROU	7.925kg	NÃO GEROU	8.931,57kg	105,8kg	4.572,6kg	5.037,77kg
DEZEMBRO	10kg	1.967kg	NÃO GEROU	7.237,1kg	NÃO GEROU	8.264,28kg	67,2kg	4.392,75kg	4.955,05kg
	TOTAL ANUAL: 53.758,7kg		TOTAL ANUAL: 76.948,6kg		TOTAL ANUAL: 112.704,97 kg		TOTAL ANUAL: 112.669,87kg		

Conforme a Tabela 1, pode-se verificar que os resíduos do grupo D só passaram a ser quantificados em 2022, constata-se também que, de 2019 (ano anterior a pandemia de COVID-19) para 2020, 2021, 2022, respectivamente, houve um aumento de 43,1%, 109,6%, 109,5% na geração de resíduos, mostrando um aumento expressivo na quantidade de resíduos gerados nos anos de pandemia, o que está de acordo com o que foi identificado por diversos autores no estado da arte desta pesquisa.

8.1.2 Hospital de rede pública municipal (HRPM)

8.1.2.1 Informações Gerais

Referente ao setor de serviços gerais, no hospital da esfera municipal, o setor é terceirizado por outra empresa, assim como os bombeiros, agente de portaria, copeiros e maqueiros, compartilhando todos eles apenas um supervisor interno, que é responsável por supervisionar todos esses cinco setores. No setor de serviços gerais, foco da pesquisa, há 18 serventes de limpeza, que trabalham em regime de 44h semanais, de 7 horas da manhã às 19 horas. Na Figura 7 consta o organograma dos setores que envolvem a gestão de resíduos neste hospital.

Figura 7. Organograma dos setores do HRPM



Segundo o supervisor, esse setor possui regras sobre o uso dos equipamentos de proteção individual, como uso de luvas, botas, máscara e a vestimenta correta, com a pandemia, esses EPI'S tiveram acréscimo da máscara (N95) e de um macacão impermeável.

8.1.2.2 Plano de gerenciamento de resíduos sólidos e treinamentos

O HRPM passou a ter um plano de gerenciamento de resíduos sólidos próprio em janeiro de 2019, o qual foi atualizado em janeiro de 2023, com validade de um ano, tendo como objetivos gerais: aumentar o nível de segurança dos funcionários, usuários e pacientes; obter o gerenciamento dos resíduos adequadamente, minimizar os riscos à saúde associados às atividades do serviço; e treinar e instruir todos os funcionários quanto ao manejo adequado dos RSS, enfatizando a necessidade do cumprimento das normas. Ressalta-se que, segundo seu

PGRSS, o hospital gera resíduos dos grupos A, B, D e E, seguindo a classificação da RDC ANVISA Nº 222/2018, ou seja, resíduos infectantes, químicos, comuns e perfurocortantes, respectivamente. Além disso, são descritos os setores presentes no hospital, bem como os resíduos gerados em cada um deles, conforme a Figura 8.

Figura 8. Distribuição dos resíduos por setor no HRPM

SETORES	GRUPOS DE RESÍDUOS				
	A	B	C	D	E
Central de esterilização	■			■	■
Farmácia central		■		■	■
Almoxarifado		■		■	
Rouparia				■	
Serviço de nutrição				■	
Serviço social				■	
Sala de diluição de material		■		■	
Diretoria geral, técnica, administrativa e RH				■	
Central de EPI'S				■	
Sala de paramentação				■	
Comissão de Infecção Hospitalar				■	
Gerência de enfermagem				■	
Técnico de informação				■	
Copas				■	
Serviço de radiologia	■	■			■
Sala de desparamentação	■				
Farmácia satélites	■	■			■
Recepção paciente COVID-19	■				
Sala dos fluxistas	■				
Sala gasômetro	■	■			■
Laboratórios	■	■			■
Postos	■	■			■
UTI'S	■	■			■
Enfermarias	■	■			■
Psicologia				■	
Necrotério	■				
Vestiário enfermagem/ Serviço gerais				■	

Na Figura 8 é possível observar a distribuição dos resíduos de cada tipo por setor. É válido ressaltar que no hospital há duas empresas terceirizadas diferentes responsáveis pela disposição final dos resíduos gerados, uma para resíduo comum e outras para os resíduos infecciosos, ou seja, os resíduos dos grupos A, B e E, são pesados e recolhidos por uma empresa, e os do grupo D são apenas recolhidos por outra empresa.

Quanto à frequência de recolhimento desses resíduos, os funcionários da empresa terceirizada responsável pelo grupo D executam esta atividade três vezes por semana (terça,

quinta e sábado), sendo encaminhados diretamente para o aterro sanitário. Já a empresa responsável pelos grupos A, B e E, fazem o recolhimento duas vezes na semana, esse recolhimento também é realizado por funcionários da empresa contratada, no entanto, para pesagem desses resíduos, há o acompanhamento de um funcionário supervisor do setor de limpeza do hospital.

No PGRSS também pode-se encontrar a disposição final realizada para cada grupo de resíduos, em que os grupos A e E, após passarem por tratamento específico, são encaminhados para o aterro sanitário licenciado; os do grupo B passam pelo processo de incineração e as cinzas geradas vão para o aterro sanitário, e, por fim, do grupo D, os recicláveis podem ser segregados na fonte de geração e reaproveitados através da reciclagem, e os não recicláveis são encaminhados para o aterro sanitário. Assim, segundo o supervisor interno do setor, os serventes de limpeza, ao serem contratados recebem treinamentos sobre seu cargo e funções e treinamentos regulares que ocorrem conforme a necessidade, no entanto nunca houve treinamentos voltados para o plano de gerenciamento de resíduos sólidos, nem há um controle interno sobre esses treinamentos.

Já segundo o PGRSS do hospital, está descrito como requisito básico para o gerenciamento que todos os profissionais recebam treinamentos sobre o PGRSS, bem como todos os profissionais envolvidos diretamente na higiene e limpeza são conscientizados de suas responsabilidades, e conhecem corretamente todos os procedimentos preconizados no manuseio, coleta e transporte dos RSS e na higienização adequada de equipamentos e abrigos dos resíduos, sendo avaliados e monitorados pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar do hospital. Essa comissão também é responsável por implementação de protocolos, monitoramento e vigilância, bem como por avaliação e melhoria contínua.

8.1.2.3 Produção de resíduos

Referente à produção de resíduos gerados neste hospital não há um controle adequado, tendo apenas a quantidade dos resíduos infecciosos a partir março de 2021, de todo o período anterior não há dados monitorados. Além disso, o resíduo comum não é pesado, uma vez que, com essa empresa, ele tem contrato fechado, em que o valor cobrado não se baseia na quantidade de resíduos gerada. Na tabela 2 está demonstrado a geração, em kg, de resíduos infecciosos mensalmente, a partir de março de 2021.

Tabela 2. Geração de resíduos infecciosos de março 2021 e 2022 no HRPM

MESES	ANO		% DIFERENÇA
	2021	2022	
Janeiro	-	1834,7	-
Fevereiro	-	2081,8	-
Março	2797,9	1767	36,85%
Abril	2567,6	1684,4	34,40%
Maio	2771,1	1783,4	35,64%
Junho	2333,7	2005,2	14,08%
Julho	2138,2	1583,4	25,95%
Agosto	1704,4	1161,6	31,85%
Setembro	1416,3	1149,8	18,82%
Outubro	1965,4	1154,6	41,25%
Novembro	1968,2	1371,8	30,30%
Dezembro	1606,8	1549,8	3,55%
TOTAL ANUAL em Kg	21269,6	19127,5	10,07%

Diante da ausência de controle nos anos anteriores nesse hospital, fica inviável a análise quantitativa da produção de resíduos durante a pandemia, sendo possível observar apenas no recorte temporal de 2021 e 2022, no qual foi possível perceber uma queda acentuada de 2021 para 2022, ainda que não se tenha os dados de janeiro e fevereiro de 2021, o que tornaria essa queda ainda maior. Tal decréscimo pode estar relacionado com o fato de que, em 2021, ainda se estava em um período mais intenso da pandemia, daí se pode inferir que, no período pandêmico, a quantidade de resíduos foi superior.

8.2 Resultados da aplicação do questionário com profissionais diretos (Apêndice B)

Estes resultados estão sendo obtidos por meio de visitas técnicas regulares, em ambos os hospitais, iniciadas dia 10 de maio de 2023 no hospital de rede pública estadual e finalizadas em 5 de julho de 2023. Enquanto no hospital de rede pública municipal teve início em 13 junho de 2023, com previsão de finalização dia 31 de julho de 2023.

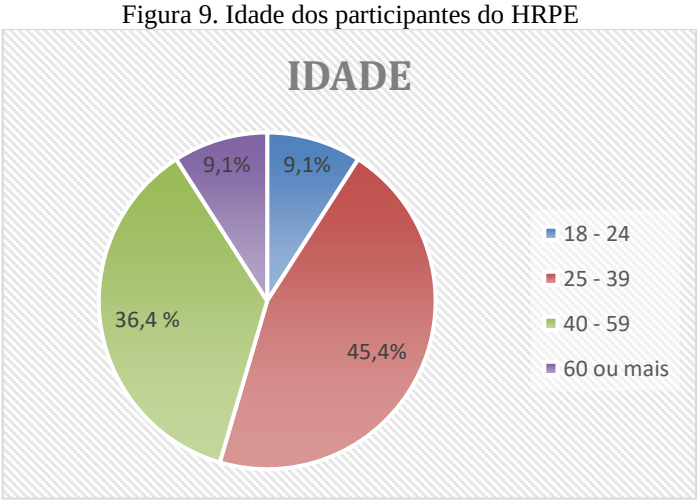
8.2.1 Hospital de rede pública estadual (HRPE)

Conforme previsto na metodologia, para garantir o nível de confiança desta pesquisa, nesse hospital seria necessário um número de no mínimo 19 funcionários respondentes ao questionário. Dessa forma, conseguiu-se o número de 22 respondentes, superando as previsões metodológicas.

8.2.1.1 Informações sociodemográficas

Nesse subtópico foram organizadas as informações sociodemográficas dos funcionários, como sexo, idade e nível de escolaridade, de modo que se pudesse reconhecer os diferentes comportamentos desses grupos, nesta unidade. Assim, quanto à idade, houve dois respondentes de 18 a 24 anos, dez respondentes de 25 a 39 anos, 8 respondentes de 40 a 59 anos e 2 respondentes de 60 ou mais. As porcentagens representativas de cada faixa de idade podem ser vistas na Figura 9.

Figura 9. Idade dos participantes do HRPE



Fonte: Autora (2023)

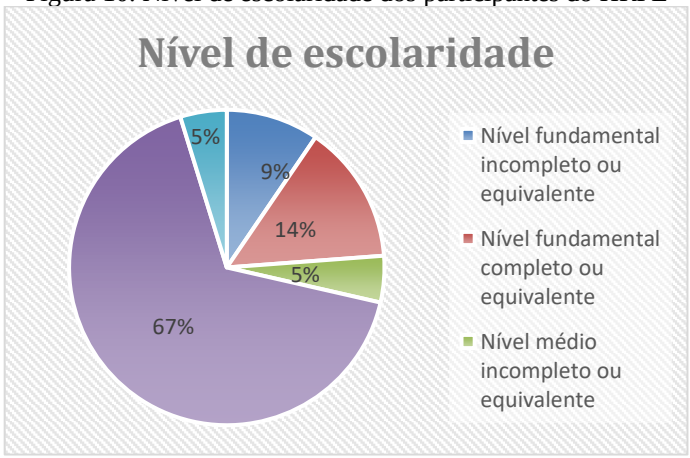
Com a Figura 9, constata-se que, juntas as categorias de 25 a 39 e de 40 a 59, são as mais representativas, com 45,4% e 36,4% respectivamente, enquanto as categorias 18 a 24 anos e de 60 anos ou mais, representaram 9,1%. Já em relação ao sexo, houve a predominância do sexo feminino com 64% da amostra, e apenas 36% do sexo masculino.

Além disso, quanto ao nível salarial, todos recebiam entre um e dois salários-mínimos, mesmo aqueles respondentes que trabalhavam durante o período noturno. E, quanto ao recebimento de férias e décimo terceiro salário, apenas cinco desfrutavam de ambos, sete responderam ter direito apenas a férias, e dez responderam não receber nem férias nem décimo terceiro. Em se tratando da jornada de trabalho, todos trabalhavam 12h e folgavam 36h, com pausas de, em média, uma hora, para descanso e realização das refeições.

Quando questionados a respeito de exercer alguma outra função durante sua folga, 15 responderam trabalharem exclusivamente no hospital, e sete responderam que trabalhavam durante a folga, exercendo atividades como motoristas de aplicativo, mototáxi, cozinheira de uma hamburgueria, autônomo e artesão.

Quanto ao nível de escolaridade dos participantes, nenhum respondeu estar nas categorias sem instrução e menos de um ano de estudo e não determinado, dois respondentes com nível fundamental incompleto, três respondentes com nível fundamental completo, um com nível médio incompleto, 14 com nível médio completo, um respondente com nível superior incompleto e um com nível superior completo ou equivalente.

Figura 10. Nível de escolaridade dos participantes do HRPE



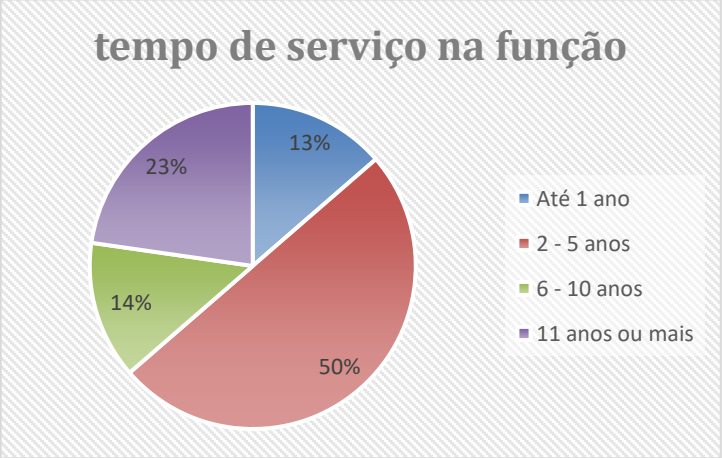
Fonte: Autora (2023)

Por meio da Figura 10, observa-se que a maioria dos participantes (67%) tinha nível médio completo, seguido pelo nível fundamental completo com 14%, e fundamental incompleto com 9% dos respondentes. Já os demais níveis preenchidos obtiveram o percentual de 5%, em cada, representando juntos 10% do total.

8.2.1.2 Dados da atividade desempenhada

Quanto ao tempo de exercício na função, três respondentes têm até um ano, 11 responderam de dois a dez anos, três enquadraram-se na categoria entre seis e dez anos e cinco responderam acima de 11 anos de tempo de serviço. As porcentagens representativas de cada faixa de tempo podem ser vistas na Figura 11.

Figura 11. Tempo de serviço na função do HRPE



Fonte: Autora (2023)

Com a Figura 10 pode-se observar que 13% têm até um ano, metade (50%) têm entre dois e cinco anos exercendo a função, 14% entre seis e dez anos, enquanto a categoria de 11 anos ou mais representa 23% dos participantes. Estes percentuais tendem a se repetir, quando questionados sobre o tempo de serviço no hospital, ou seja, a grande maioria iniciou suas atividades na função que foi efetivamente contratada pelo hospital estudado.

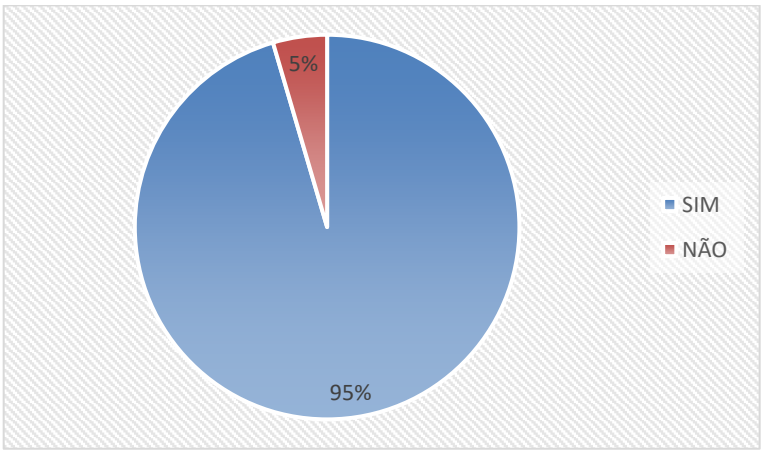
8.2.1.3 Dados relacionados aos resíduos sólidos

Sobre o entendimento do gerenciamento de resíduos sólidos, nove respondentes, ou seja, 40,9%, citaram em sua resposta uma ou mais etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos de serviços de saúde, dentre elas a segregação foi a mais citada, sendo citado também a coleta e transporte dos RSS. Dez respondentes (45,5%) detiveram-se a citar que envolvem a higienização, cuidado com manuseio dos resíduos e uso de EPI'S. Ressalte-se, ainda, que três respondestes (13,6%) disseram não ter nenhum conhecimento sobre o gerenciamento de resíduos sólidos de serviço de saúde. Segundo a lei 12.305/2010, o gerenciamento de resíduos sólidos é definido como o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, o que mostra que a maioria dos respondentes não tinha o entendimento correto e/ou completo sobre o assunto.

Na segunda questão questionou-se sobre seus conhecimentos a respeito dos riscos desses resíduos para os âmbitos social, ambiental e econômico. A Figura 12 abaixo traz o percentual de respostas a essa questão. Dessa forma, verificou-se que apenas uma pessoa respondeu que não conhecia, portanto, 95% das pessoas disseram que conheciam esses riscos,

em que 11 (52,4%) citaram em suas respostas apenas riscos sociais, como risco de corte e contaminação por bactérias ou risco de doenças para população e para si e dez (47,6%) incluíram o risco ambiental, como o de poluir o meio ambiente, entupimento de esgotos, contaminação de solos, dentre outros. Nenhum citou qualquer risco econômico em sua resposta.

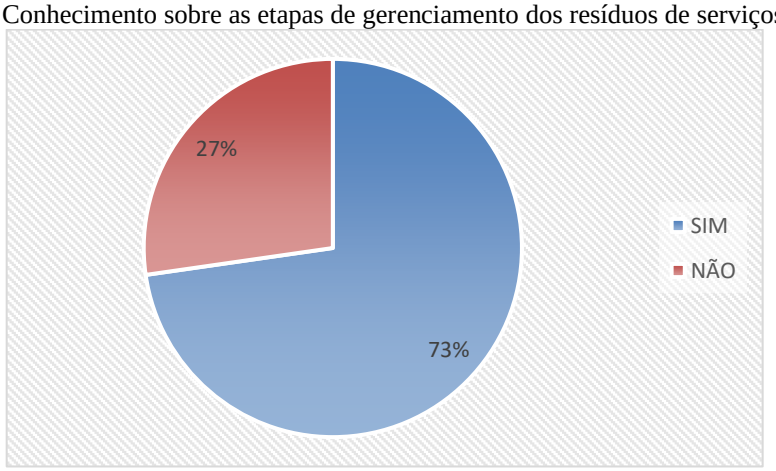
Figura 12. Conhecimento dos riscos desses resíduos para os âmbitos social, ambiental e econômico



Fonte: Autora (2023)

Quando questionados se conheciam as etapas que esses resíduos de saúde devem passar no seu gerenciamento, 16 (73%) responderam que sim, e seis (27%) responderam que não (ver Figura 13). Dos 16 que responderam que sabiam as etapas, dois comentaram que não sabiam opinar ou não lembravam mais, nenhum comentou sobre todas as etapas do gerenciamento dos RSS, 14 citaram pelo menos uma das etapas do gerenciamento do RSS, sendo a segregação e o descarte final as mais citadas. Dentre essas respostas estão: “Há o descarte e separação do lixo pelas pessoas, aí a gente separa o infectante do comum e depois a empresa descarta.”, “Limpeza, separação dos resíduos comum e infectantes e descarte”, “O material é usado e descartado, depois coletado devidamente, separando resíduos químico, infectante e comum, e depois descartado.”.

Figura 13. Conhecimento sobre as etapas de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde



Fonte: Autora (2023)

Já quando questionados se tinham conhecimento sobre a existência do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, a maioria (54, 5%) disse não ter conhecimento, e dos dez (45,5%) que responderam sim, dois não sabiam comentar e os demais citaram que eram as palestras sobre uso de EPI'S e manuseio com cuidado dos resíduos.

Em se tratando especificamente dos efeitos da pandemia sobre os processos de gerenciamento na unidade, três não opinaram, pois não estavam trabalhando durante a pandemia, cinco (22,7%) responderam que não e 14 (63,6%) que houve alterações. Desses, a maioria citou o uso de mais EPI'S, como uso da máscara N95, uso de capote, luvas e toucas, também foram citados mais limpezas terminais, uso de produtos específicos para COVID-19 e os funcionários que trabalhavam na ala COVID-19 não podiam usar as áreas comuns, como a de realizar as refeições.

Com relação à classificação dessas mudanças, dos 16 respondentes que responderam ter tido mudanças, cinco acreditam ser permanentes, e que continuam mesmo com o fim da pandemia, três acreditam ser temporárias, e que já há funcionários que não usam mais os EPI'S corretamente, e seis respondentes acreditam ser algumas temporárias e outra permanentes, sendo as permanentes apenas nas unidades de terapia intensiva (UTI).

Quando questionados que riscos vinculariam aos resíduos de saúde nesse período de pandemia, todos marcaram pelo menos um risco, destes seis (27,3%) marcaram os três riscos: risco social/Contágio de quem os manipula no gerenciamento, risco ambiental/Maior contaminação ambiental e risco econômico/Maior custos no gerenciamento. E sete 31,8%) responderam apenas risco social e ambiental e nove (40,9%) acreditam ter apenas risco social.

Sobre já ter passado por algum tipo de treinamento específico para exercer sua função, todos responderam que já receberam pelo menos um treinamento. 22,7% tiveram quatro ou

mais treinamentos, 31,8% tiveram apenas um treinamento, e 45,5% passaram por dois ou três treinamentos. 95,5% dos respondentes disseram que os treinamentos duraram, em média, de uma a três horas, e apenas um respondeu que durou três dias, abordando tópicos sobre uso de EPI'S e produtos, higiene hospitalar e separação de resíduos comuns e infectantes. Embora haja alguma relação entre alguns desses treinamentos com o PGRSS, nenhum deles tinha esse enfoque específico. Quanto ao tempo que foi realizado o último treinamento, a maioria (81,8%) recebeu o último treinamento em seis meses ou menos.

Como pontos positivos em relação a sua função, 77,3% dos funcionários relataram a boa relação com a equipe, 40,9% citaram ter bons equipamentos, 22,7% o fato de ser uma função essencial e contribuir para saúde da sociedade.

Quanto aos pontos negativos, 27,3% não citou nenhum ponto negativo, enquanto 72,7% citaram pelo menos um, em que destes 25% citaram a relação ruim com pessoas de outros setores, como enfermeiros e médicos, 56,3% citaram problemas com o carrinho de limpeza, falta de EPI'S ou materiais de baixa qualidade, e 18,7% citaram o baixo salário e a falta de assiduidade dos colegas.

A seguir, podem ser observados alguns dos relatos feitos por eles:

- "Assim tem que melhorar a questão da hierarquia, porque muitas das vezes somos desprezados pelos médicos ou enfermeiros." (E.S.S)

- "Tem alguns carrinhos de limpeza com problemas na roda, que fica ruim de transportar, e também tem uns produtos que não são muito bons" (F.C.)

- "Tinha que melhorar nossos equipamentos, por exemplo aqui, tô usando uma bota furada" (C.N.E.P.)

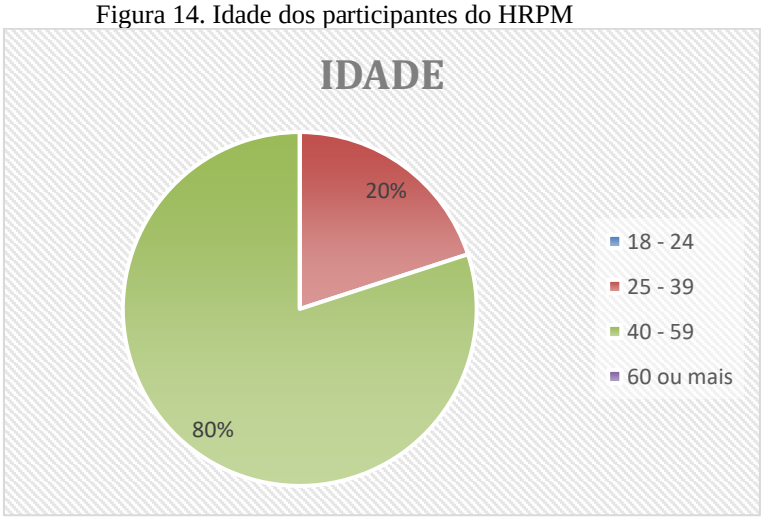
8.2.2 Hospital de rede pública municipal (HRPM)

Conforme previsto na metodologia, para garantir o nível de confiança desta pesquisa, neste hospital, seria necessário um número de no mínimo dez funcionários respondentes no questionário. Dessa forma, conseguiu-se o número mínimo de respondentes, atendendo às previsões metodológicas.

8.2.2.1 Informações sociodemográficas

Quanto à idade, houve dois respondentes de 25 a 39 anos e oito respondentes de 40 a 59 anos, das demais categorias não houve respondentes. As porcentagens representativas de cada faixa de idade podem ser vistas na Figura 14. Com a Figura 14 constata-se que a categoria de 40 a 59 é expressivamente mais representativa, com 80% dos respondentes nessa faixa de idade.

Figura 14. Idade dos participantes do HRPM



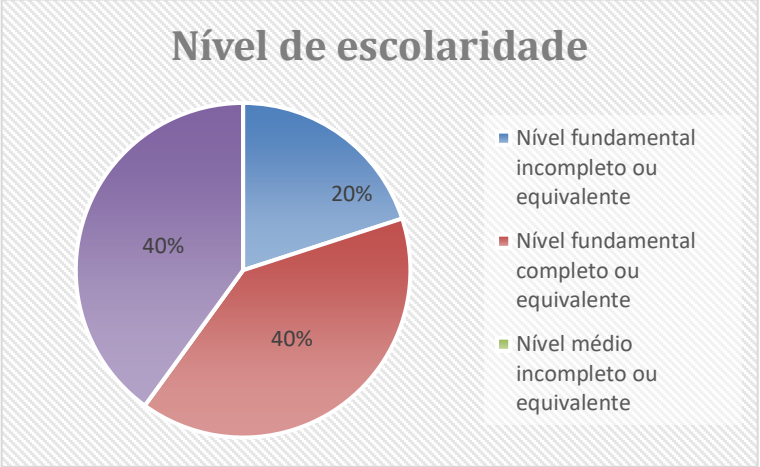
Fonte: Autora (2023)

Quanto ao sexo, houve a predominância do sexo feminino com 60% da amostra, e apenas 40% do sexo masculino. Além disso, quanto ao nível salarial, todos recebiam entre um e dois salários-mínimos, mesmo aqueles respondentes que trabalhavam durante o período noturno.

Referente ao recebimento de férias e décimo terceiro salário, todos responderam desfrutar de ambos, assim como todos trabalhavam 12h e folgavam 36h, com pausas de, em média, 1 hora, para descanso e realização das refeições. Quando questionados a respeito de exercer alguma outra função durante sua folga, sete responderam trabalharem exclusivamente no hospital, e três responderam que trabalhavam durante sua folga. Desses, todos eram autônomos.

Quanto ao nível de escolaridade dos participantes, apenas três categorias tiveram respondentes, sendo elas a categoria nível fundamental incompleto, com 20% dos funcionários, e as categorias nível fundamental completo e nível médio completo que obtiveram o mesmo percentual de respondentes, com 40% em cada (ver Figura 15).

Figura 15. Nível de escolaridade dos participantes do HRPM

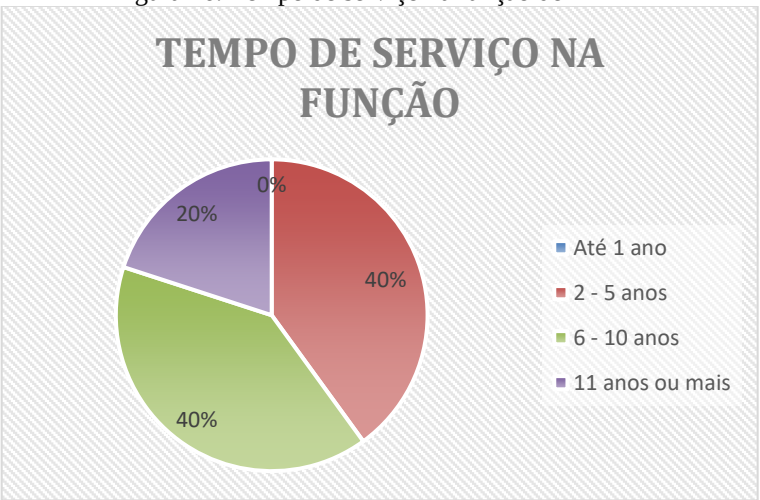


Fonte: Autora (2023)

8.2.2.2 Dados da atividade desempenhada

Quanto ao tempo de exercício na função, quatro respondentes tinham entre dois e cinco anos de serviço na função, outros quatro funcionários tinham entre seis e dez anos. Os demais tinham mais de 11 anos na função.

Figura 16. Tempo de serviço na função do HRPM



Fonte: Autora (2023)

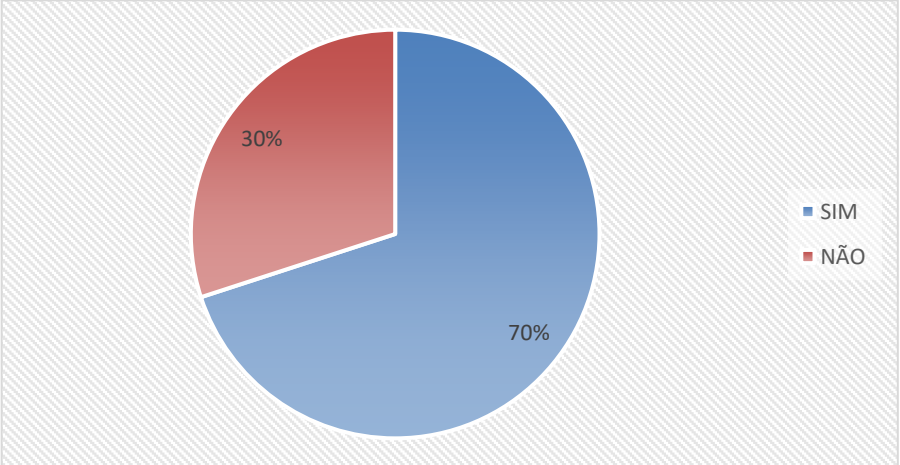
Com a Figura 16 pode-se observar que nenhum funcionário trabalha há menos de um ano na função, e juntas as categorias de 2 – 5 anos e 6 – 10 anos, representam a grande maioria com 80% dos respondentes. Estes percentuais novamente tenderam a se repetir, quando questionados sobre o tempo de serviço no hospital, ou seja, a grande maioria iniciou suas atividades na função contratados pelo hospital estudado.

8.2.2.3 Conhecimento sobre resíduos sólidos

Na primeira questão foi questionado sobre qual o entendimento que os respondentes tinham sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos de serviços de saúde. Dessa forma, seis respondentes, ou seja, 60%, citaram em sua resposta uma ou mais etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos de serviços de saúde, dentre as quais a segregação foi a mais citada, sendo citada também a coleta e transporte dos RSS. Três respondentes (30%) detiveram-se a citar que envolvem a higienização, cuidado com manuseio dos resíduos e uso de EPI'S, e um citou apenas que se travava do processo de reciclagem e reaproveitamento de materiais, o que mostra, que, assim como no HRPE, a maioria dos respondentes não tinha o entendimento correto e/ou completo sobre o assunto.

Na segunda questão questionou-se sobre seus conhecimentos a respeito dos riscos desses resíduos para os âmbitos social, ambiental e econômico. A Figura 17 abaixo traz o percentual de respostas a essa questão. Dessa forma, verificou-se que três funcionários não conheciam os riscos desses resíduos, sendo um percentual alto para quem trabalha diretamente manipulando esses resíduos, e dos sete que disseram conhecer esses riscos, todos citaram em suas respostas riscos social e ambiental, sendo eles apenas o risco de corte e contaminação por bactérias e a poluição do meio ambiente e nenhum citou qualquer risco econômico em sua resposta.

Figura 17. Conhecimento dos riscos desses resíduos para os âmbitos social, ambiental e econômico



Fonte: Autora (2023)

Quando questionados se sabiam por quais etapas esses resíduos de saúde devem passar no seu gerenciamento, sete (70%) responderam que não, e três (30%) responderam que sim. Assim, os três que responderam que sabiam as etapas, nenhum comentou sobre todas as etapas

do gerenciamento dos RSS, mas todos citaram pelo menos uma das etapas do gerenciamento do RSS, sendo a coleta, segregação e o descarte final as citadas.

Já quando questionados se tinham conhecimento sobre a existência do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, a maioria (70%) disseram não ter conhecimento, e dos três (30%) que responderam sim, um não sabiam comentar sobre, e os demais citaram que eram o passo a passo dos resíduos, citando a separação de resíduo comum e infectante como exemplo. Quando questionados se houve alterações nesses processos durante a pandemia, dois (20%) responderam que não houve alterações, no entanto isso ocorreu por já trabalharem na ala de isolamento, e oito (80%) responderam que houve alterações. Desses, a maioria citou o uso de mais EPI'S, como uso da máscara N95, uso de capote, luvas e toucas, também o acréscimo de mais lixeiras nos setores. Com relação à classificação dessas mudanças, dos oito respondentes que responderam ter tido mudanças, cinco acreditam que algumas são temporárias e outras permanentes, dois acreditam ser temporárias, e apenas um acredita que seja permanente.

Quando questionados que riscos vinculariam aos resíduos de saúde nesse período de pandemia, apenas um citou não ter nenhum risco adicional, enquanto quatro citaram apenas risco social, e um acrescentou o risco ambiental, e os outros três (30%) marcaram os três riscos: risco social/Contágio de quem os manipula no gerenciamento, risco ambiental/Maior contaminação ambiental e risco econômico/maior custos no gerenciamento.

Sobre já ter passado por algum tipo de treinamento específico para exercer sua função, todos responderam que já receberam pelo menos um treinamento. 50% tiveram quatro ou mais treinamentos, 10% tiveram apenas um treinamento, e 40% passaram por dois ou três treinamentos, e todos citaram que os treinamentos duraram, em média, de um a três horas, abordando tópicos sobre uso de EPI'S e produtos, higiene hospitalar, separação de resíduos comuns e infectantes e tipos de limpeza. Embora haja alguma relação entre alguns desses treinamentos com o PGRSS, nenhum deles tinha esse enfoque específico. Quanto ao tempo em que foi realizado o último treinamento, a maioria (60%) recebeu o último treinamento em seis meses ou menos, enquanto os demais há mais de um ano.

Como pontos positivos em relação a sua função, 60% dos funcionários relataram a boa relação com a equipe, 30% citaram a importância da função e sua contribuição para a saúde da sociedade, e um respondeu que aprendeu sobre humanização na função. E quanto aos pontos negativos, 70% não citaram nenhum ponto negativo, os outros 30% citaram o baixo salário e a falta de uma sala de repouso.

A seguir, podem ser observados alguns dos relatos feitos por eles:

- "Sinto falta de um local pra descansar, que antes tinha e agora não tem mais." (M.R.)

- “Aqui o trabalho é tranquilo, mas se tiver que dizer algo, eu digo o salário que podia ser melhor” (M.A.)
- “Além do salário, acho que o envolvimento com o problema dos pacientes, às vezes a gente se apega e sofre junto.” (H. E.)

8.3 Resultados aplicação do plano de observação sistemático (Apêndice C)

8.3.1 Hospital de Rede Pública Estadual (HRPE)

A partir do Plano de Observação Sistemática pode-se verificar alguns pontos importantes nesse hospital. Assim, o primeiro ponto é a análise da conformidade das atividades com o seu PGRSS, quanto ao número, disposição e sinalização das lixeiras, além do uso correto das cores dos sacos de resíduo em todos os dias de coleta de dados. No entanto, ressalta-se que uma das lixeiras estava com problema no pedal e ficava aberta (ver Figura 18).

Figura 18. Lixeira com pedal quebrado



Fonte: Autora (2023)

O segundo ponto é quanto ao armazenamento externo, tanto de resíduos comuns como de resíduos infectante. Como pode ser visto na Figura 19, os armazenamentos externos ficam lado a lado, e sua localização está adequada, conforme o exigido na RDC nº 222/2018, uma vez que permite fácil acesso para coleta e transporte dos resíduos, e está separado das áreas de atendimento ao paciente e da preparação de alimentos, além de ter acesso restrito a pessoas autorizadas.

Figura 19. Parte externa dos armazenamentos externos do HRPE



Fonte: Autora (2023)

Quanto a ventilação e iluminação, o espaço carece de importantes melhorias, pois essas são apenas naturais, o que, apesar dessa entrada gradeada permitir a ventilação, a abertura no início e o estado de conservação ruim com ferrugens e problemas técnicos, não previne de maneira adequada a entrada e proliferação de vetores como roedores e insetos, além da ausência da iluminação artificial dificultar, em coletas noturnas, caso sejam necessárias. Ademais, quanto à sinalização apenas no de resíduo infectante há uma placa de identificação, além disso já na parte externa pode-se observar azulejos quebrados e com acúmulo de sujo e mofo.

Para análise da parte interna, de ambos os armazenamentos, pode-se visualizar as imagens da Figura 20, em que se observa que apesar da construção ter paredes e pisos feitos de material lavável, impermeável e resistente a impactos, estando em conformidade com a resolução brasileira, o teto do local não tem essas características exigidas na RDC nº 222/2018, além de ter muitos azulejos quebrados, o que acumula sujeira e dificulta o escoamento da água na hora limpeza, bem como bastante umidade e sujeira no pisos, paredes e tetos. Além, dos ralos dos locais estarem descobertos, o que, mais uma vez, facilita a entrada e proliferação de vetores.

Figura 20. Parte interna dos armazenamentos externos do HRPE



Fonte: Autora (2023)

Quanto ao estado do veículo de transporte e a forma de coleta dos resíduos, pode-se observar por meio da Figura 21 que os caminhões das coletas, tanto de resíduo comum como de infectante, encontravam-se em bom estado de conservação, projetados especificamente para o transporte desses resíduos, com compartimento de carga separado da cabine do motorista e passageiros, construído com material lavável, resistente e impermeável.

Figura 21. Caminhões de coletas de resíduos infectantes e comuns do HRPE



Fonte: Autora (2023)

Além disso, ressalta-se que ambos estavam devidamente identificados externamente com símbolos de risco biológico e com sinalizações conforme a natureza do resíduo transportado. Da mesma forma, o caminhão de resíduos infectante possuía os documentos específicos identificando o tipo de resíduo transportado, a origem e destino, autorizações para o transporte. O motorista e auxiliares afirmaram ter recebido treinamentos para procedimentos de segurança, manuseio de resíduos perigosos e respostas a emergências, havendo também o kit de emergência no veículo, de acordo com o estabelecido pela RDC Nº222/218.

Outro ponto neste caminhão é a presença de uma balança própria para pesagens dos resíduos infectantes, como pode ser visto na Figura 22.

Figura 22. Balança de pesagem dos resíduos infectantes do HRPE



Fonte: Autora (2023)

Destaca-se que em todas as observações os resíduos foram devidamente pesados, nessa coleta, o auxiliar fica responsável pela coleta e pesagem dos resíduos e o motorista transfere todas as pesagens para um *tablet*, em que há todos os dados da coleta, gerando, ao fim, um documento chamado Manifesto de Transporte de Resíduos e Rejeitos, conforme a Figura 23.

Figura 23. Documentos gerados na coleta de resíduos infectante do HRPE



Fonte: Autora (2023)

No primeiro documento consta a descrição do grupo dos resíduos, subclasse, classificação, nº da bombona (caso haja) e o peso desses resíduos, bem como o hospital coletado, e as informações do motorista, auxiliar e horário de chegada e saída. Já o segundo faz o resumo das informações anteriores, além de fotos e as assinaturas dos responsáveis do hospital e da empresa de coleta. Esses documentos facilitam o sistema de rastreabilidade dos resíduos, veículos e responsáveis pelas coletas, caso haja qualquer problema posterior, conforme é orientado pela resolução em vigor.

Em último ponto observado uso de EPI's por todos os funcionários envolvidos nesses processos, e todos estavam devidamente equipados, com aventais, toucas, máscaras apropriadas, luvas e óculos, e durante a limpeza do armazenamento externo foi feita a diluição adequadas dos produtos utilizados, pode-se observar o passo a passo da limpeza, realizada após as coletas, com a Figura 24.

Figura 24. Etapas da limpeza após as coletas



Fonte: Autora (2023)

Com Figura 24, pode-se observar que o profissional está devidamente equipado e que primeiramente retira todas as bobinas vazias do local, após isso, deposita o produto no piso e paredes, espalha e esfrega com uma vassoura, fazendo a limpeza com a repetição da aplicação do produto, que se estende às calçadas e, por fim, recoloca as bobinas no local.

8.3.2 Hospital de Rede Pública Municipal (HRPM)

Conforme o Plano de observação sistemático pode-se verificar pontos críticos no HRPM, que, diferente do HRPE, não estava em conformidade com o seu PGRSS, quanto ao número, disposição e sinalização das lixeiras, mas estavam com o uso correto das cores dos sacos de resíduo em todos os dias de coleta de dados. O segundo ponto refere-se ao armazenamento externo, os resíduos infectantes ficam em um local distante dos resíduos comuns, sendo que, para o infectante, o acesso é por dentro do hospital e o comum fica do lado de fora. Como pode-se observar na Figura 25, há três locais para os resíduos infectantes, que ficam um ao lado do outro, e um para os resíduos comuns.

Figura 25. Armazenamento externo de resíduos comum e infectante do HRPM



Fonte: Autora (2023)

A localização de ambos está em conformidade com o exigido na RDC nº 222/2018, uma vez que permitem fácil acesso para coleta e transporte dos resíduos, e está separado das áreas de atendimento ao paciente e da preparação de alimentos, no entanto apenas o de resíduo infectante possui acesso restrito a pessoas autorizadas, enquanto o de resíduo comum possui uma porta que não é fechada. Além disso, assim como no HRPE, apenas o resíduo infectante está sinalizado. Por meio da Figura 25, ainda é possível observar que a forma como foi encontrado o armazenamento externo de resíduo comum com a porta destrancada e muitos resíduos no chão, inclusive, resíduos que são considerados infectantes, como soro e EPI's usados, o que contribui para entrada e proliferação de vetores, colabora para o aparecimento de animais de ruas, que buscam se alimentar desses resíduos e que se tornam um risco para o meio ambiente e para população em geral.

Quanto à iluminação e construção, a parte interna desses locais encontra-se de acordo com o estabelecido na RDC nº 222/2018, pois, apesar de não ter iluminação natural, há a iluminação artificial, quando necessária, e as paredes e pisos são feitos de material lavável, impermeável e resistente a impactos, estando em ótimo estado de conservação. No entanto, não possuem a ventilação necessária exigida pela norma, como pode ser observado na Figura 26.

Figura 26. Parte interna dos armazenamentos de resíduos comuns e infectantes do HRPM



Fonte: Autora (2023)

Com a Figura 26, pode-se observar também que dois dos locais com a sinalização de resíduo infectante são usados para armazenar lâmpadas e um colchão que devem ser descartados, além de bombonas para resíduos da COVID-19, que não estão mais sendo utilizadas.

Em última análise, assim como no HRPE também foi observado o uso de EPI's pelos funcionários envolvidos nesses processos, estando ambos equipados apenas com toucas, máscaras comuns e luvas, diferente do HRPE, que, além desses, também usavam máscara com filtro, aventais e óculos de proteção.

Figura 27. Etapas da limpeza após as coletas



Fonte: Autora (2023)

Com a Figura 27, observa-se que, primeiramente, são retiradas todas as bobinas vazias do local, após isso, adiciona o produto já diluído no piso e paredes, espalham com o próprio rodo e jogam um pouco de água com um balde, pois o local não tem ponto de água, finalizam tirando toda sujeira com um rodo e jogando água até o ralo e esgoto externo, repete o processo na calçada e, por fim, recoloca as bobinas no local.

É válido ressaltar que os dias de coletas observados durante a pesquisa foram diferentes do informado no PGRSS do hospital, além de que, no PGRSS, era informado que havia o acompanhamento de um profissional do hospital, durante a coleta, no entanto, nenhum funcionário, nem mesmo o supervisor, sabiam informar os dias certos da coleta de resíduos infectantes, afirmando que não há o acompanhamento por nenhum profissional do hospital,

apenas o porteiro que abre o portão para empresa terceirizada realizar a coleta e ao fim havia a limpeza diária, que já é uma das atividades prescritas para os profissionais dos serviços gerais. Assim, a pesagem fica a cargo da empresa terceirizada, sem nenhuma conferência interna.

8.4 Resultados aplicação do questionário com empresas de coleta de resíduos (Apêndice D)

A aplicação desse apêndice D ocorreu por meio de visitas técnicas às duas empresas terceirizadas responsáveis pelas coletas de resíduos infectantes no HRPE e no HRPM. Dessa forma, para preservar o anonimato das empresas denominaremos de Empresa de Coleta do HRPE e Empresa de Coleta do HRPM.

8.4.1 Aplicação com Empresa de Coleta do HRPE

A Empresa de Coleta do HRPE é uma empresa dedicada à gestão e destinação final de resíduos sólidos urbanos, de saúde e industriais, na região da Planície Litorânea, no norte do Piauí, possuindo uma infraestrutura robusta para a coleta e transporte de resíduos.

Como pode ser visto na Figura 28, a entrada do local é sinalizada e cumpre com os requisitos das normas vigentes, além de possuir uma frota de veículos equipados para garantir que os resíduos sejam transportados de forma segura e eficiente até suas instalações, de onde vão para o tratamento adequado.

Figura 28. Entrada da Empresa de Coletas do HRPE



Fonte: Autora (2023)

Após a coleta, foi visto que os resíduos passam por diversos processos de tratamento. Para resíduos de saúde, a empresa utiliza a autoclavagem, um método de esterilização por vapor sob pressão, eliminando micro-organismos patogênicos e os resíduos que não podem ser

esterilizados são incinerados, garantindo sua completa destruição. Na Figura 29, pode-se ver as máquinas usadas pelo local nesses processos.

Figura 29. Local de tratamento de resíduos sólidos da Empresa de Coleta do HRPE



Fonte: Autora (2023)

Os resíduos sólidos também passam por um processo de trituração, reduzindo seu volume e facilitando seu manejo. Em seguida, são dispostos em aterros sanitário, o que pode ser visto na Figura 30, especialmente projetados para minimizar o impacto ambiental com sistemas de impermeabilização, drenagem de águas pluviais e lixiviados, além de captação de biogás, que pode ser utilizado como fonte de energia.

Figura 30. Aterro sanitário da Empresa de Coleta do HRPE



Fonte: Autora (2023)

A empresa também opera uma Estação de Tratamento de Efluentes, mostrada na Figura 31, onde são tratados os líquidos gerados nos processos de manejo de resíduos, sendo crucial para evitar a contaminação do solo e dos recursos hídricos, garantindo a proteção do meio ambiente e da saúde pública, possuindo um controle de lavagem e retrolavagem dessa estação, que fica na parede do setor, para preenchimento dos funcionários.

Figura 31. Área da Estação de Tratamento de Efluentes



Fonte: Autora (2023)

Além disso, a empresa tem uma área para recuperação de áreas anteriormente degradadas, chamada de cinturão verde agroflorestal, além de realizar projetos de terraplanagem e revegetação, transformando locais de disposição final de resíduos em áreas ambientalmente recuperadas e seguras.

Figura 32. Área de recuperação de áreas degradadas



Fonte: Autora (2023)

Como visto, além das visitas técnicas houve a aplicação de um questionário (Apêndice D), que foi direcionado ao Setor de Engenharia e Ambiental do local. Segundo o setor, o empreendimento segue uma extensa lista de regulamentações, incluindo a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n° 222, de 28 de março de 2018, a Instrução Normativa SEMAR Nº 07, de 02 de março de 2021, e várias resoluções do CONAMA, como a nº 237/1997, nº 358/2005, nº 316/2002, entre outras. Também são seguidas diversas normas da ABNT, como a NBR 10.004/2004, NBR 12.019/90, e NBR 12.810/2020. Além disso, são cumpridos decretos federais e portarias de órgãos como IBAMA e Ministério do Meio Ambiente. A seguir tem-se o Quadro 7 com todas as leis, normas e resoluções seguidas por essa empresa.

Quadro 7. Leis, normas, resoluções e instruções seguidas pela empresa de coleta do HRPE

1	Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n° 222, de 28 de março de 2018
2	Instrução Normativa SEMAR Nº 07, de 02 de março de 2021, ANEXO I6
3	Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997 – Objetivo – Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental.
4	Resolução CONAMA nº 358, de 29 de julho de 2005 – Objetivo – Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências
5	Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002 – Objetivo – Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos
6	Resolução CONAMA nº 386, de 27 de dezembro de 2006 – Objetivo – Dispõe altera o art. 18 da resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002
7	Decreto Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981
8	Decreto Federal nº 13.425, de 30 de março de 2017
9	Decreto Federal nº 96.044, de 18 de maio de 1988
10	Decreto Federal nº 5.098, de 03 de junho de 2.004
11	Lei nº 12.305/10, da Política Nacional de Resíduos Sólidos
12	Lei nº 14.026/20, do Novo Marco Legal do Saneamento
13	ABNT-NBR 10.700/89 – Planejamento de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias
14	ABNT-NBR 10.701/89 – Determinação de pontos de amostragens em dutos e chaminés de fontes estacionárias
15	ABNT-NBR 10.702/89 – Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação da massa molecular seca e excesso de ar no fluxo gasoso
16	ABNT-NBR 11.966/89 – Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação da velocidade e vazão

17	ABNT-NBR 11.967/89 – Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação de Umidade dos gases
18	ABNT-NBR 12.019/90 – Efluentes gasosos em dutos e chaminés de fontes estacionárias – Determinação de material particulado
19	ABNT-NBR 8.419/1992 - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos
20	ABNT-NBR 13.853/1997 – Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurocortantes ou cortantes – Requisitos e métodos de ensaio
21	ABNT-NBR 13.896/1997 - Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação
22	ABNT-NBR 9.191/2002– Sacos plásticos para acondicionamento de resíduos
23	ABNT NBR 13.221/2003 - Transporte terrestre de resíduos
24	ABNT-NBR 10.004/2004 – Resíduos sólidos – Classificação
25	ABNT-NBR 12.021.2017- Efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias-determinação de SO2, SO3 e nevoas de H2SO4
26	ABNT-NBR 7.195/2018 – Cores para segurança
27	ABNT NBT 14.652/2019 – Implementos rodoviários – Coletor transportador de resíduos de serviços de saúde – Requisitos de construção e inspeção
28	ABNT-NBR 12.810/2020 – Resíduos de serviços de saúde – Gerenciamento extra estabelecimento – Requisitos
29	ABNT-NBR 7.500/2021 – Identificação para transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos
30	ABNT-NBR 15.480/2021 – Transporte rodoviário de produtos perigosos – Programa de gerenciamento de risco de plano de ação de emergência
31	ABNT NBR 9.735/2023 - Conjunto de equipamentos para emergência no transporte terrestre de produtos perigosos
32	• Instrução Normativa nº 05/2012 do IBAMA, que disciplina o transporte de produtos perigosos
33	Instrução Normativa nº 06/2013 do IBAMA, que disciplina as atividades potencialmente poluidoras
34	Instrução Normativa nº 31/2009 do IBAMA, que disciplina a exigência do cadastro técnico federal da empresa e do responsável técnico
35	Portaria nº 280/2020 do Ministério do Meio Ambiente – MMA, que institui o Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR
36	Portaria nº 6.730/2020 do Ministério da Economia/Secretaria Especial de Previdência e Trabalho – SEPRT, que disciplina a implantação do Programa de Gerenciamento de Risco – PGR
37	Portaria Nº 127 do INMETRO, aprova os requisitos de avaliação da conformidade para inspeção de veículos rodoviários destinados ao transporte de produtos perigosos
38	Portaria Nº 128 do INMETRO, aprova os requisitos de avaliação da conformidade para inspeção de equipamentos rodoviários destinados ao transporte de produtos perigosos
39	Resolução Nº 5.998 da ANTT, atualiza o regulamento para o transporte rodoviário de produtos perigosos, aprova suas instruções complementares, e dá outras providências
40	Instrução Técnica Nº 17/2019 (PIAUÍ) - Brigada De Incêndio do Estado do Piauí;
41	Instrução Técnica Nº 18/2019 (PIAUÍ) - Iluminação de emergência

42	Instrução Técnica Nº 20-2019 (PIAUÍ) - Sinalização de emergência
43	Instrução Técnica Nº 21-2019 (PIAUÍ) - Sistema de proteção por extintores de incêndio
44	Instrução Técnica Nº 22-2019 (PIAUÍ) - Sistema de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio
45	NR 06 – Equipamento de Proteção Individual – EPI
46	NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
47	NR 11 - Transporte, Manuseio, Movimentação e Armazenagem de Materiais
48	NR 12 - Segurança em Máquinas e Equipamentos
49	NR 13 - Caldeiras e Vasos de Pressão
50	NR 14 – Fornos
51	NR 23 - Proteção contra Incêndios
52	NR 26 - Sinalização de Segurança

É válido ressaltar que durante a pandemia, foi informado que, além das regulamentações existentes, foram recomendadas medidas adicionais pela ABRELPE, como a **Nota Técnica nº 01/2020,** publicada em março de 2020, recomendando o reforço no uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como máscaras e luvas, para proteger os trabalhadores de resíduos contaminados. Além disso, o local seguiu protocolos internos e externos rigorosos, adotando Procedimentos Operacionais Padrão (POP's) e planos de ação de emergência baseados na ABNT NBR 15.480 de 2021 e medidas específicas contra a COVID-19 incluíram o uso de álcool em gel, distanciamento social e redução de pessoal por turno.

A regulamentação sobre Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) é essencial para garantir a segurança dos trabalhadores em diversos setores. No Brasil, a Norma Regulamentadora - NR Nº 06 estabelece os requisitos mínimos para a utilização de EPIs, determinando as responsabilidades dos empregadores e dos empregados quanto à adoção e ao uso adequado desses equipamentos. Essa normativa visa minimizar os riscos à saúde e à segurança, no ambiente de trabalho, exigindo que os EPIs sejam devidamente certificados e fornecidos gratuitamente aos trabalhadores.

Assim, nesse local não houve a introdução de novos EPIs durante a pandemia, mantendo-se a conformidade com a Norma Regulamentadora - NR Nº 06, todavia foi adotado o uso de álcool em gel em todos os ambientes do estabelecimento, além do distanciamento e a diminuição de pessoas na equipe, por turnos.

Segundo o Gerente de Engenharia e Ambiental, visto que as atividades são de extrema periculosidade, sempre são adotados os procedimentos de operações padrões para o caso de alguma emergência dentro do estabelecimento. Para o caso de emergências na coleta ou no transporte dos resíduos, aterro ou na unidade de tratamento, usa-se os treinamentos baseados no Plano de Ação de Emergências (PAE) e no Plano de Ambiental de Atendimento a Emergências, conforme preconiza a ABNT NBR 15.480, de 14 de março de 2021.

Como já mencionado, a pandemia de COVID-19 trouxe consigo uma série de desafios, incluindo o aumento significativo de resíduos, especialmente aqueles relacionados à saúde. Para eles, também, houve um aumento significativo na quantidade de resíduos de saúde devido ao crescimento do uso de máscaras descartáveis e resíduos de serviços de saúde, incluindo testes contaminados descartados de forma irregular. No entanto, como a operação de coleta e transporte de resíduos de saúde iniciou-se em 2021, não há dados comparativos entre o período pré e pós-pandemia.

A pandemia de COVID-19 não apenas afetou a saúde pública, mas também trouxe um aumento significativo nos custos operacionais para diversos setores. As organizações tiveram que investir em novas medidas de segurança e higiene, tais como a compra de máscaras, álcool em gel, e equipamentos de proteção, além da necessidade de implementar protocolos de distanciamento social e reorganizar turnos de trabalho. Esses custos adicionais, associados à adaptação às novas exigências sanitárias, representaram um desafio financeiro considerável.

No entanto, nesse local os custos implementados com a pandemia não puderam ser comparados com períodos anteriores pela mesma razão anterior. Em termos de certificações ambientais, o local afirma a busca de continuamente melhorar suas práticas e está em processo de obtenção da ISO 14.001, a qual estabelece diretrizes básicas para o desenvolvimento de um sistema de gestão ambiental dentro de uma empresa, além de considerar a compra de créditos de carbono para mitigar as emissões de CO^2 geradas pelo empreendimento.

8.4.2 Aplicação com Empresa de Coleta do HRPM

Esta empresa oferece serviços que incluem coleta, transporte, armazenamento, tratamento (por autoclave e/ou incineração) e disposição final de resíduos, no entanto é válido destacar que, diferente da empresa anterior, ela não possui um aterro sanitário próprio, dessa forma, ela faz a disposição final de seus resíduos em aterros sanitários e outras instalações licenciadas, principalmente, no aterro sanitário do município de Teresina. Além disso, destaca-se que não foi permitido o registro de imagens durante a visita técnica.

Assim como na outra empresa em estudo, os resíduos coletados são submetidos a rigorosos processos de tratamento. A autoclave é utilizada para esterilizar resíduos de saúde, eliminando micro-organismos patogênicos por meio de vapor sob alta pressão, sendo que os resíduos que necessitam de um tratamento mais intenso são incinerados, garantindo a destruição total de materiais perigosos. Segundo a engenheira civil do local, após o tratamento os resíduos são armazenados temporariamente em condições seguras, antes de serem encaminhados para a disposição final, afirmando também que esse tempo não é superior a 24 horas.

Na visita, foi observado que utilizam inovação em tecnologia e práticas eficazes para garantir a eficiência e a segurança em todas as etapas do processo, contando com uma frota moderna e equipada para a coleta e transporte seguro de resíduos. Esse serviço é fundamental para garantir que os resíduos cheguem às instalações de tratamento sem riscos de contaminação. No entanto, ressalta-se que o local não possui uma estação de tratamento de efluentes, como visto na outra empresa em estudo.

Com o questionário, primeiramente, foram analisadas as leis, regulamentações e normas seguidas pelo local. Entre as principais normativas seguidas estão a Lei Federal nº 12.305/2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a CONAMA 358/2005, a ANVISA RDC 222/2018, a ABNT NBR 10004/2004 e a CONAMA nº 316 de 2002. Com a pandemia, houve a emissão de notas técnicas específicas pela ANVISA e SESAPI, como a Nota Técnica GVIMS/GGTES/ANVISA Nº 04/2020 e a Nota Técnica Nº 49/2020/SEI/GIALI/GGFIS/DIRE4/ANVISA, além das NT SESAPI/DIVISA Nº 003/2020 e NT SESAPI/DIVISA Nº 009/2020.

No que diz respeito aos protocolos internos e externos, o local afirma que seguiu todas as normativas vigentes, à época, incluindo leis, normas técnicas brasileiras (NBR), decretos e equivalentes. Durante a pandemia, os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) utilizados permaneceram os mesmos: máscara respirador semifacial, óculos de segurança incolor, bota de couro, luva nitrílica, avental, calça e camisa de manga comprida. No entanto, houve um aumento no número de colaboradores para atender à demanda crescente.

A quantidade de resíduos gerados aumentou significativamente, durante a pandemia, conforme mostrado no quadro 8.

Quadro 8. Resíduos totais coletados pela Empresa de Coleta do HRPM de 2019 a 2023

Empresa de coleta HRPM		2019	2020	2021	2022	2023
RESÍDUO COLETADO	AUTOCLAVADO (KG)	2.958.169,41	3.600.645,00	4.265.860,47	3.780.251,60	3.353.112,00
	MEDICAMENTO (KG)	77.939,24	95.660,00	142.759,91	118.704,00	120.620,00
	INDUSTRIAL (KG)	1.025,40	15.275,00	7.442,30	10.658,00	6.920,00
	INCINERAÇÃO (KG)	185.577,34	154.349,00	159.332,82	138.152,00	115.521,00
TOTAL		3.222.711,39	3.865.929,00	4.575.395,50	4.047.765,60	3.596.173,00

De acordo com os dados apresentados no quadro 8, houve um aumento perceptível na quantidade de resíduos, no ano de 2020. Esse aumento foi significativamente mais acentuado nos anos subsequentes, 2021 e 2022, correspondendo a períodos de intensos picos pandêmicos da COVID-19. Além disso, custos adicionais foram incorridos devido à pandemia, mas os detalhes específicos desses custos não foram apresentados. Atualmente, o local não possui certificações ou selos ambientais, mas está trabalhando para adquiri-los.

Primeiramente, foram analisadas as leis, regulamentações e normas seguidas pelo local. Entre as principais normativas estão a Lei Federal nº 12.305/2010, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, promovendo a gestão adequada desses resíduos; a Resolução CONAMA 358/2005, que trata do tratamento e disposição final dos resíduos de serviços de saúde; a RDC 222/2018 da ANVISA, que define as boas práticas para o gerenciamento de resíduos de saúde; a ABNT NBR 10004/2004, que classifica os resíduos sólidos, quanto aos riscos ambientais e à saúde pública; e a Resolução CONAMA nº 316 de 2002, que regulamenta o licenciamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Essas normas asseguram a conformidade legal e promovem práticas sustentáveis no manejo de resíduos.

Além disso, com a pandemia, foram emitidas notas técnicas pela ANVISA com a Nota Técnica GVIMS/GGTES/ANVISA Nº 04/2020 (atualizada em 17/02/2020 e com demais atualizações), que aborda as medidas de prevenção e controle que devem ser adotadas durante a assistência a casos suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo Corona vírus (SARS-CoV-2) e a Nota Técnica Nº 49/2020/SEI/GIALI/GGFIS/DIRE4/ANVISA, que fornece orientações sobre o manejo e o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, durante a pandemia de COVID-19; e SESAPI (Secretaria de Estado da Saúde do Piauí), com a Nota Técnica SESAPI/DIVISA Nº 003/2020 (de 17/03/2020), fornecendo as diretrizes específicas para a gestão de resíduos de serviços de saúde no contexto da pandemia no estado do Piauí e

Nota Técnica SESAPI/DIVISA Nº 009/2020 (de 30/03/2020), que complementa as orientações sobre o manejo e descarte de resíduos de serviços de saúde no estado do Piauí durante a pandemia de COVID-19.

No que diz respeito aos protocolos internos e externos, o local afirma que seguiu todas as normativas vigentes à época, incluindo leis, normas técnicas brasileiras (NBR), decretos e equivalentes. Durante a pandemia, os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) utilizados permaneceram os mesmos: máscara respirador semifacial, óculos de segurança incolor, bota de couro, luva nitrílica, avental, calça e camisa de manga comprida.

É válido destacar que, para atender à crescente demanda no tratamento e descarte de resíduos, houve um aumento no número de colaboradores nesse local. Essa expansão da equipe tornou-se essencial para garantir que os processos de manejo de resíduos fossem realizados de maneira eficiente e em conformidade com as normas e regulamentações estabelecidas, de maneira que buscasse assegurar a proteção da saúde pública e do meio ambiente.

8.5 Aplicação Matriz Leopold

A gestão de resíduos sólidos de serviços de saúde (RSS) durante a pandemia de COVID-19 revelou impactos ambientais e sociais significativos, que foram analisados por meio da aplicação da Matriz de Leopold (ver Quadro 9). A seguir, são apresentados os principais resultados da aplicação dessa matriz à gestão de RSS durante o contexto pandêmico.

Quadro 9. Matriz Leopold: Fatores Ambientais vs. Atividades do Estudo

Fatores Ambientais	Geração de Resíduos Sólidos	Segregação e Armazenamento	Coleta e Transporte	Tratamento e Disposição Final	Treinamento de Pessoal
Qualidade do Solo	Impacto alto devido ao acúmulo inadequado e possíveis vazamentos.	Médio: contaminação pontual em locais de armazenamento inadequados.	Médio: vazamentos durante o transporte.	Baixo a médio: dependendo da técnica de disposição (aterro sanitário ou incineração).	Baixo: impacto indireto pela melhoria da gestão.
Qualidade da Água	Médio a alto: possível contaminação de lençóis freáticos.	Baixo: contaminação potencial em áreas de armazenamento próximas a fontes hídricas.	Médio: risco de contaminação durante o transporte.	Baixo a alto: dependendo da técnica de disposição (tratamento adequado reduz o impacto).	Baixo: impacto indireto.
Qualidade do Ar	Baixo a médio: dependente do manejo inicial dos resíduos.	Baixo: se realizado corretamente, tem pouco impacto.	Médio: emissões de veículos de transporte de resíduos.	Alto: incineração pode liberar gases tóxicos, se não houver controle adequado.	Baixo: impacto indireto.
Saúde e Segurança Ocupacional	Alto: exposição dos trabalhadores a resíduos infecciosos.	Alto: se não houver segregação adequada, riscos de contaminação aumentam.	Médio: risco de acidentes e contaminação durante o transporte.	Alto: manuseio inadequado dos resíduos durante o tratamento final.	Alto: treinamento insuficiente pode aumentar os riscos de acidentes e exposição.
Aspectos Sociais e Econômicos	Médio: aumento de custos com a gestão de resíduos e possível impacto nas comunidades.	Médio: custos adicionais com armazenamento seguro.	Médio: custos de logística e transporte.	Alto: custos elevados de tratamento e disposição final adequada.	Alto: custos de treinamento e atualização contínua.

Fonte: Autora (2025)

A qualidade do solo foi afetada pela geração inadequada e pela disposição final dos RSS, além da segregação ineficiente e os vazamentos durante o transporte e armazenamento temporário, que potencialmente contribuíram para a contaminação do solo, especialmente em áreas que não possuíam infraestruturas adequadas para conter esses resíduos.

Quanto a qualidade da água, o risco de contaminação hídrica se mostrou elevado, particularmente na presença de resíduos infecciosos e químicos que podem infiltrar-se em lençóis freáticos. A avaliação identificou que o transporte e a disposição final dos resíduos podem contribuir para a degradação da qualidade da água, exigindo práticas mais rigorosas de controle e tratamento para mitigação desses impactos, como a criação de uma Estação de Tratamento de Água nos aterros sanitários.

Quanto a qualidade do ar, a incineração dos RSS, enquanto uma técnica comumente utilizada para a neutralização de agentes patogênicos, levantou preocupações devido à emissão de gases tóxicos. A falta de controle adequado sobre essas emissões compromete a qualidade do ar e aponta para a necessidade de adotar tecnologias de tratamento mais sustentáveis e menos poluentes.

Quanto a saúde e segurança ocupacional, a gestão inadequada dos RSS expôs os trabalhadores a riscos elevados de infecções e acidentes. A análise revelou que o uso

inadequado de equipamentos de proteção individual (EPIs) e a falta de treinamento contínuo contribuíram significativamente para aumentar esses riscos, além disso, a segregação inadequada dos resíduos elevou a possibilidade de contaminação cruzada entre os diferentes tipos de resíduos gerados.

Por fim, quanto aos aspectos sociais e econômico, teve-se o aumento dos custos operacionais associados ao tratamento e disposição final dos resíduos, somado aos impactos nas comunidades próximas aos locais de armazenamento e disposição final, destacando a urgência de revisar e otimizar as políticas de gerenciamento de resíduos. Adicionalmente, a deficiência na formação contínua dos profissionais mostrou-se como uma lacuna crítica que precisa ser abordada para garantir a eficiência e a segurança nas práticas de gerenciamento de resíduos.

9 DISCUSSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa proporcionam aprofundar a compreensão sobre a gestão de resíduos sólidos em hospitais públicos da capital do Piauí, Teresina, quiçá de todo o Estado, apresentando uma abordagem comparativa entre o Hospital de Rede Pública Estadual (HRPE) e o Hospital de Rede Pública Municipal (HRPM). A análise desses centros de saúde, cenários que impactam diretamente nas práticas laborais e na conformidade com regulamentações ambientais, além da possibilidade de avaliar com efetividade as diferenças significativas quanto à estrutura, condições de trabalho, uso de EPIs, treinamentos e produção de resíduos.

Ao que se pudesse verificar em relação aos aspectos de infraestrutura e salubridade, o HRPE causou problemas estruturais críticos, como infiltrações e fissuras no piso da sala de apoio de serviços gerais, comprometendo a segurança e a eficiência na gestão dos RSS. A inadequação das instalações pode afetar as expectativas e a produtividade dos trabalhadores, como relatado por Alves *et al.* (2024), em seu estudo, no qual se destacam os impactos das condições físicas, no desempenho dos serviços e na segurança dos profissionais, especialmente em tarefas específicas, como na manipulação de resíduos com sangue, fluidos corporais e produtos químicos utilizados no tratamento de pacientes, os expondo mais ao risco de contaminação. Assim uma infraestrutura inadequada pode resultar em ambientes insalubres e inseguros para os trabalhadores, prejudicando, não apenas a eficiência na gestão dos resíduos, mas também a proteção da saúde dos profissionais.

Diferentemente, foi possível observar, por meio deste estudo, condições de infraestrutura no HRPM relativamente superiores, sem relatos significativos de problemas de infraestrutura, comodidade, um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente. Ambientes hospitalares bem estruturados têm um papel essencial na promoção da segurança dos trabalhadores e na eficiência da gestão de resíduos. Uma infraestrutura adequada garante que o fluxo de resíduos seja controlado de maneira eficaz, reduzindo o risco de contaminação e promovendo a segurança, tanto para os profissionais quanto para os pacientes (Marques; Silva, 2020).

A presença de sistemas de ventilação adequados, pisos impermeáveis e resistentes a agentes químicos, além de áreas de descarte, são essenciais para garantir que os resíduos sejam armazenados e descartados em conformidade com as normas de segurança. Segundo Soares, Lima e Pereira (2019), a organização adequada desses espaços contribui para a redução de

contaminações cruzadas e facilita a logística de segregação e descarte de resíduos de serviços de saúde, que, quando mal geridos, podem representar sérios riscos à saúde pública e ambiental.

Além disso, uma infraestrutura bem planejada também favorece o bem-estar dos trabalhadores, minimizando o estresse e o risco de acidentes. De acordo com Santos e Costa (2018), ambientes de trabalho seguros e com estrutura adequada não apenas aumentam a produtividade, mas também são decisivos para a redução de doenças ocupacionais e outros problemas relacionados à saúde do trabalhador.

A respeito, portanto, da análise dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde (PGRSS), foi fornecido que esse foi um instrumento fundamental no processo orientador da gestão hospitalar nos dois centros de saúde, especialmente no enfrentamento dos desafios impostos pela pandemia. O PGRSS, quando bem estruturado, serve como um guia crucial para garantir a segurança no manejo dos resíduos de serviços de saúde, minimizando riscos de contaminação e promovendo a saúde dos trabalhadores e da comunidade em geral.

A emergência sanitária global gerada pela pandemia de COVID-19 evidenciou de maneira crítica os efeitos devastadores do não controle adequado de materiais e ambientes contaminados, uma vez que a falta de segregação eficaz e de processos de desinfecção promoveu a disseminação de patógenos, colocando, tanto os trabalhadores quanto os pacientes em risco. Durante esse período, a correta aplicação do PGRSS envolveu um papel ainda mais relevante, pois um controle inadequado de hospitais hospitalares poderia resultar em um aumento significativo na exposição ao vírus, além de complicar ainda mais os esforços de contenção da doença.

O PGRSS foi implementado em janeiro de 2019, em ambos os hospitais, são atualizados anualmente e incluem todos os aspectos da segregação e destinação de resíduos, conforme a RDC ANVISA Nº 222/2018, que regulamenta o manejo de resíduos de serviços de saúde.

No entanto, ao analisar o plano em detalhes, observa-se que, embora o documento inclua as diretrizes determinantes da ANVISA, a robustez das informações neles contidas pode ser questionada. A qualidade do material como instrumento de decisão é um ponto de crítica, pois a ausência de dados mais específicos e atualizados sobre os resíduos gerados, assim como a falta de planos de ação e indicadores de desempenho sobre o cumprimento das diretrizes, pode prejudicar a eficácia dos planos na prática.

Outro aspecto relevante a ser destacado é o direcionamento orçamentário para a execução do PGRSS. Embora o plano preveja algumas ações e recursos necessários, não há uma alocação clara de verbas específicas que garantam a implementação eficaz das ações propostas, tais como treinamentos contínuos para os profissionais, aquisição de materiais

adequados para a segregação de resíduos e melhorias nas instalações. A falta de uma visão orçamentária detalhada pode comprometer a execução de medidas preventivas e corretivas em momentos de emergência, como o enfrentamento de uma pandemia.

Além disso, o capital humano envolvido na execução do plano, especialmente no HRPM, requer maior capacitação e engajamento, pois a execução eficaz do PGRSS depende de uma ação coordenada e de um compromisso com a educação contínua dos profissionais para garantir que os procedimentos de gestão de resíduos sejam seguidos de forma rigorosa.

Dessa forma, constatou-se que os objetivos delineados nesses planos eram predominantemente percebidos como obrigações formais, desprovidos de estratégias concretas para sua efetivação. Além disso, evidenciou-se uma disparidade entre as informações referentes aos treinamentos declarados nos PGRSS e aquelas obtidas por meio de questionários e atas de treinamentos documentados nos hospitais.

Por exemplo, no PGRSS do Hospital Municipal tem-se que há um setor responsável pelo controle de treinamento realizados pela empresa terceirizada, entretanto, os dados coletados indicaram a ausência dessa prática, uma vez que não havia nenhum registro de treinamentos nesse hospital. Já no Hospital Estadual, apesar de ter o controle desses treinamentos por meio de atas, no PGRSS afirmava a realização de treinamentos específicos sobre o mesmo, contudo, ao confrontar essas alegações com as atas de controle de treinamentos, constatou-se a não realização efetiva desse treinamento em específico.

Além disso, ambos os hospitais apresentaram lacunas graves em relação à inclusão de protocolos de segurança e situações emergenciais no PGRSS, o que carece de revisões que contemplem não apenas cenários de pandemia, mas também outras situações críticas que podem ocorrer, como surtos de infecções hospitalares, desastres naturais ou acidentes envolvendo materiais biológicos perigosos. A ausência de um planejamento para essas emergências aumenta a vulnerabilidade dos serviços e compromete a segurança dos trabalhadores e pacientes, tornando fundamental a implementação de protocolos abrangentes que garantam uma resposta rápida e eficiente a qualquer situação adversa.

Ao analisar a aderência delas às normativas da RDC ANVISA Nº 222/2018, que versam sobre as diretrizes para a gestão de resíduos sólidos de saúde, estabelecendo critérios específicos para a segregação, acondicionamento, transporte, armazenamento e destinação final dos resíduos, o HRPE, apesar de terceirizar o descarte dos resíduos, demonstrou maior aderência, implementando práticas sistemáticas nas etapas de gestão do RSS. Essas práticas são essenciais para mitigar riscos à saúde e ao meio ambiente, pois a segregação adequada de resíduos de serviços de saúde, como os resíduos infectantes, químicos e radioativos, reduz a possibilidade

de contaminação cruzada e exposição a agentes patogênicos. Além disso, o transporte eficiente e seguro desses resíduos é fundamental para garantir que não haja vazamentos ou outros incidentes durante o processo.

Conforme apontado por Kalina; Marc e Tilley (2020), a supervisão planejada na gestão de resíduos de serviços de saúde é um fator crítico em sistemas de saúde de países em desenvolvimento, onde a falta de infraestrutura e treinamento pode comprometer a eficácia das práticas condicionais. A implementação de processos sistemáticos e contínuos de segregação e transporte, conforme recomendado pela RDC, contribui para a segurança do ambiente hospitalar, além de garantir o cumprimento das normas sanitárias, minimizando a possibilidade de impactos negativos à saúde pública e ao meio ambiente.

Por outro lado, o HRPM, que também terceiriza a gestão de RSS, apresentou lacunas significativas na supervisão desse descarte, uma vez que é feito sem acompanhamento por funcionários da gestão de resíduos do hospital e em uma frequência de coleta diferente da exposta no PGRSS. Essas deficiências expõem os trabalhadores e o meio ambiente a riscos elevados, evidenciando a necessidade de reforço nos mecanismos de controle interno e de treinamento, conforme destacado por diversos estudos que enfatizam a importância de monitoramento contínuo e capacitação dos profissionais envolvidos.

Ademais, a terceirização do descarte de resíduos de serviços de saúde, que acontecem em ambos, pode comprometer significativamente a segurança dos pacientes, dos profissionais e do meio ambiente, e observou-se que a ausência de controle rigoroso sobre as práticas da empresa terceirizada resulta em uma delegação de responsabilidade sem o devido acompanhamento da destinação final dos resíduos. Tal lacuna pode comprometer a eficácia e segurança dos processos de descarte, propiciando a má gestão dos resíduos e, consequentemente, elevando o risco de contaminação cruzada e infecções, entre a população como um todo.

Dessa forma, as divergências encontradas nos PGRSS e a ausência de treinamento específico sobre esse plano, em ambos os hospitais, é uma descoberta preocupante, pois essa lacuna de conhecimento pode comprometer a eficácia das práticas de gestão de resíduos e estar diretamente ligada à lacuna encontrada a respeito do pouco conhecimento sobre as etapas que envolvem a gestão dos RSS, por grande parte dos profissionais de serviços gerais estudados.

Quanto à produção de resíduos, também foi visto que houve um aumento em ambos os hospitais devido à pandemia. No HRPE, a produção de resíduos cresceu drasticamente de 2019 a 2022, refletindo a maior utilização de materiais descartáveis e EPIs devido à COVID-19. No HRPM, também foi constatado um crescimento na produção de resíduos, embora os dados

específicos não sejam tão detalhados quanto no HRPE, pois não havia o registro dessas quantidades nos anos de 2019 e 2020, o que dificultou a constatação.

Esse baixo nível de informação ou dados do HRPM, especialmente nos primeiros anos da pandemia, impede um monitoramento adequado e a comparação entre os diferentes períodos, dificultando a análise do comportamento da produção de resíduos, ao longo do tempo. Sem o registro preciso das quantidades de resíduos gerados, não é possível determinar se o aumento observado faz parte de uma tendência crescente ou se a produção chegou a níveis mais baixos após o pico da pandemia. Além disso, a falta de dados sobre os tipos específicos de resíduos gerados, como os do Grupo A (infectantes) e Grupo E (perfurocortantes), exige uma maior capacidade de planejamento e adequação das estratégias de gestão de resíduos, já que cada tipo de resíduo exige diferentes cuidados e processos de destinação final.

No entanto, os dados quantitativos disponíveis refletem um aumento significativo na geração de RSS durante a pandemia de COVID-19, especialmente do Grupo A (infectantes) e Grupo E (perfurocortantes), impondo desafios adicionais à gestão de resíduos e corroborando com os estudos de Liang *et al*. (2021) e Dharmaraj *et al.* (2021), que destacam o impacto global desse aumento nos sistemas de gestão de resíduos

Estudos como os de Bucumataru *et al.* (2021) e Hantoko *et al.* (2021) indicam que o aumento de RSS devido à pandemia pressiona as infraestruturas de tratamento e destaca a necessidade de soluções inovadoras para evitar a sobrecarga dos sistemas de disposição final, além de destacar a necessidade de uma revisão contínua das práticas de manejo e da infraestrutura hospitalar.

Assim, os resultados sugerem que a implementação de tecnologias alternativas para o tratamento de resíduos, como a pirólise, pode ser uma solução viável para os desafios enfrentados, conforme recomendado por Dharmaraj *et al.* (2021) e Su *et al.* (2021), melhorando a eficiência do tratamento de RSS e reduzindo a carga ambiental, em comparação à incineração tradicional, usada em ambas as empresas terceirizadas dos hospitais, oferecendo benefícios ambientais substanciais.

Além disso, a adoção de modelos de gestão baseados em tecnologias avançadas, como os propostos por Tirkolaee, Abbasian e Weber (2021) e Zhao, Biaohua e Ginger (2021), pode melhorar significativamente a eficiência e a sustentabilidade das práticas de gestão de RSS em Teresina, garantindo que os resíduos sejam tratados de forma segura e sustentável. Adicionalmente, a implementação de sistemas de monitoramento em tempo real e a automação dos processos de coleta e tratamento podem melhorar a gestão de RSS, em cenários de alta demanda, como os observados durante a pandemia.

Quanto à comparação dos processos de gerenciamento de RSS entre HRPE e HRPM revelam-se diferenças significativas. O HRPE adotou práticas mais rigorosas e estruturadas, incluindo treinamentos frequentes e o uso adequado de EPIs, alinhando-se às melhores práticas internacionais descritas por Mihai (2020), que são cruciais para minimizar riscos e garantir a segurança dos trabalhadores e pacientes.

Em contrapartida, o HRPM mostrou inconsistências nos procedimentos de manejo de RSS, devido à dependência excessiva de empresas terceirizadas e à falta de supervisão eficaz. Esse cenário corrobora a preocupação destacada por Maalouf e Maalouf (2021), que ressaltam a importância de uma supervisão adequada para garantir que as práticas de manejo de RSS sejam realizadas de maneira segura e eficaz.

No HRPE, a implementação de protocolos mais rigorosos de segregação e transporte interno de resíduos atendeu, em parte, às recomendações da RDC ANVISA Nº 222/2018, mas a necessidade de manutenção estrutural ainda apresenta riscos ambientais. Já no HRPM, as lacunas na supervisão de processos terceirizados indicam uma fragilidade na gestão de RSS, como destacado por Kalina; Marc e Tilley (2020) no contexto de países em desenvolvimento.

Ambos os hospitais aumentaram substancialmente o uso de EPIs durante a pandemia. No HRPE, houve uma intensificação no uso de máscaras N95 e macacões impermeáveis, além de treinamentos periódicos para garantir que os profissionais estivessem preparados para o manejo seguro dos RSS, o que, segundo Oliveira e Pereira (2021), minimiza riscos de infecção e contaminação e contribui para a segurança dos profissionais e pacientes (Barbosa *et al*., 2021).

Similarmente, o HRPM também adotou EPIs adicionais e relatou a existência de treinamentos contínuo, no entanto não há um controle sobre a ocorrência desses treinamentos pelo próprio hospital, ficando apenas a cargo da empresa terceirizada, fato que pode comprometer a garantia de que os trabalhadores estivessem atualizados sobre as melhores práticas de manejo de RSS, o que ficou evidente com a aplicação do apêndice B, com 70%, em média, dos profissionais desconhecendo aspectos fundamentais do PGRSS e dos riscos associados aos resíduos.

Além disso, observou-se uma maior proporção de profissionais com nível fundamental completo ou incompleto no HRPM, enquanto no HRPE, 67% dos participantes possuíam ensino médio completo, o que pode impactar a compreensão e aplicação das práticas de gestão de resíduos sólidos no HRPM. Essa diferença também ficou evidente nas respostas sobre os riscos vinculados aos resíduos: no HRPE, 95% dos entrevistados afirmaram conhecer esses riscos, com maior ênfase nos impactos sociais e ambientais, enquanto no HRPM, 30% declararam não

ter conhecimento sobre os riscos, e os demais mencionaram apenas riscos sociais e ambientais, sem considerar os impactos econômicos.

Tratando-se de capital humano com expertise ficou evidente na pesquisa a disparidade no entendimento do gerenciamento de resíduos sólidos entre os funcionários dos dois hospitais. A constatação de que muitos profissionais não possuem uma compreensão completa das etapas críticas desse processo revela uma lacuna substancial no conhecimento, que pode ser atribuída ao baixo nível de qualificação e à ausência de formação contínua sobre a pauta de resíduos. Segundo Silva, Pereira e Souza (2023) essa deficiência no conhecimento pode comprometer a eficácia das práticas de descarte e manejo dos RSS, aumentando o risco de contaminação e impactos ambientais, o estudo enfatiza que os profissionais não capacitados podem ter dificuldades em entender a importância das etapas de segregação e descarte adequado dos resíduos, o que resulta em práticas que aumentam os riscos de contaminação ambiental e de saúde pública.

A implementação de programas de educação e treinamento contínuo é vista como essencial para mitigar esses riscos, promovendo a conscientização e a adoção de práticas mais sustentáveis na gestão de RSS. Tais programas devem incluir estratégias educacionais específicas que não apenas atualizem os funcionários sobre as melhores práticas, mas também promovam uma cultura organizacional que valorize e integre o gerenciamento adequado de resíduos sólidos em todas as operações hospitalares.

No que diz respeito ao perfil sociodemográfico, o HRPE exibiu uma diversidade mais acentuada, enquanto o HRPM apresentou uma distribuição mais uniforme, com uma concentração notável de profissionais experientes. Essas diferenças apontam para a necessidade de abordagens diferenciadas para melhorar as condições de trabalho, levando em consideração as características específicas de cada ambiente hospitalar.

A resposta dos hospitais à pandemia emergiu como um ponto focal e em ambas as instituições foram implementadas alterações operacionais, indicando uma resposta proativa a situações de crise. Contudo, as diferenças surgiram em relação a como os funcionários viam a permanência dessas mudanças, essa dinâmica ilustra a importância de estratégias adaptativas para lidar com eventos imprevisíveis e em constante evolução.

Os resultados também evidenciaram percepções divergentes sobre condições de trabalho positivas e negativas, a falta de uma sala de descanso no HRPM e os problemas com equipamentos no HRPE são questões tangíveis que exigem atenção imediata, pois esses aspectos podem influenciar diretamente no bem-estar e na produtividade dos profissionais de saúde.

Os impactos ambientais decorrentes do aumento de resíduos de serviços de saúde (RSS), especialmente em cenários de crise como a pandemia, evidenciam a sobrecarga nas infraestruturas de tratamento, como aterros sanitários locais, e os riscos associados à gestão desses resíduos. Esses resultados estão alinhados com os achados de Hantoko *et al.* (2021), que destacam a sobrecarga das instalações de tratamento durante a pandemia, o que agrava os impactos ambientais negativos. É válido destacar que o aterro de Teresina opera no limite de sua capacidade, necessitando de modernizações, como sistemas de impermeabilização e queima de biogás, para minimizar os impactos ambientais.

Dessa forma, destaca-se que os impactos ambientais associados ao aumento de RSS durante a pandemia são profundos, ainda que ambos os hospitais tenham implementado medidas rigorosas de controle ambiental, os desafios estruturais e de gestão persistem. Socialmente, a segurança dos trabalhadores de saúde também é um ponto crítico.

Além disso, a falta de qualificação e o despreparo contínuo dos profissionais de saúde tornam-se ainda mais críticos em tempos de crise, pois as deficiências de treinamento adequadas para lidar com cenários exclusivos aumentam o risco de contaminação e exposição de resíduos perigosos, ecoando nas preocupações de Penteado e De Castro (2021) sobre a preparação inadequada para cenários de crise. Shammi *et al.* (2021) reforçam a importância de reavaliar e modificar as políticas de manejo de resíduos, a fim de proteger, tanto os profissionais de saúde quanto os ecossistemas, especialmente, em momentos de sobrecarga no sistema de saúde.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

10.1 Aspectos gerais

Os resultados desta pesquisa sublinham a urgência de melhorias substanciais nos sistemas de gestão de resíduos sólidos de serviços de saúde (RSS) em hospitais públicos, um aspecto que se tornou ainda mais crítico durante a pandemia de COVID-19. Esse cenário evidencia a necessidade de alinhamento com as melhores práticas internacionais, integrando inovações tecnológicas e promovendo a capacitação contínua dos profissionais envolvidos no manejo de RSS. Essas medidas são indispensáveis para garantir a segurança dos trabalhadores, mitigar os impactos ambientais e garantir o cumprimento das normativas de saúde pública.

A implementação de programas de treinamento mais abrangentes e frequentes é uma estratégia fundamental para suprir as lacunas identificadas. Esses programas devem focar especificamente no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (PGRSS), abordando os riscos associados ao manejo inadequado de RSS. O conteúdo dos treinamentos deve incluir, de maneira detalhada, a legislação aplicável, a classificação de resíduos conforme as categorias regulamentadas, o uso correto de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), e as medidas de segurança essenciais para minimizar riscos. Além disso, é vital que esses programas incorporem avaliações periódicas para garantir, não apenas a compreensão, mas também a adesão efetiva dos profissionais às práticas condicionais.

A infraestrutura das áreas de armazenamento do RSS nos hospitais requer melhorias severas para atender aos padrões de segurança e prevenir a contaminação. Isso inclui a manutenção regular das instalações, a atualização e o fornecimento adequado de EPI, e a implementação de sistemas mais eficazes de segregação de resíduos. Tais medidas são cruciais para evitar a contaminação cruzada e garantir que cada tipo de extinção seja tratado de acordo com as normas específicas, proporcionando assim o potencial de impacto ambiental negativo.

A implementação de sistemas de monitoramento e avaliação contínua é outra recomendação essencial, devendo incluir auditorias regulares, mecanismos de feedback dos funcionários e revisões periódicas dos procedimentos operacionais padrão (POP). A transparência e a responsabilização nas práticas de gestão de RSS são componentes fundamentais para garantir a conformidade com as regulamentações e a melhoria contínua dos processos.

A pandemia de COVID-19 evidenciou a necessidade de flexibilidade e adaptação nos planos de gerenciamento de RSS. Os hospitais devem desenvolver planos de contingência robustos para lidar com emergências sanitárias futuras, o que inclui uma capacidade de resposta

a aumentos repentinos no volume de resíduos e a novas exigências de segurança. Esses planos devem prever não apenas a escalabilidade das operações de manejo de resíduos, mas também a incorporação de novas tecnologias que facilitam o gerenciamento eficiente e seguro dos resíduos em situações de crise.

Em suma, este estudo ressalta que a eficácia na gestão de RSS em hospitais públicos depende de uma abordagem integrada que envolve treinamento contínuo, melhoria da infraestrutura, sistemas de monitoramento específicos e flexibilidade operacional. Essas ações, se adotadas de forma coesa, poderão proporcionar um ambiente mais seguro para os trabalhadores da saúde, minimizar os impactos ambientais e garantir a conformidade regulatória, em todos os níveis de operação.

Por fim, esta tese não apenas contribui para o avanço moderno e prático na gestão de RSS, mas também se compromete com a disseminação do conhecimento gerado, elaborando cartas informativas, que sintetizarão os principais resultados e recomendações do estudo, que serão distribuídas amplamente nos hospitais, abrangendo desde a alta gestão até os profissionais diretamente envolvidos na manipulação e descarte de resíduos. Além disso, serão realizadas palestras, proporcionando um espaço de diálogo e aprendizado, reforçando o impacto positivo das práticas adequadas de gestão de resíduos para a saúde pública e o meio ambiente. Essas iniciativas visam fomentar uma cultura de sustentabilidade e responsabilidade ambiental em hospitais, garantindo que os resultados desta pesquisa sejam aplicados de forma eficaz na prática diária.

10.2 Sugestões de melhorias e síntese do atendimento aos objetivos

Diante as constatações mostradas nos tópicos de resultados e discussões, algumas ações podem ser sugeridas de forma prática e estruturada, sendo elas:

- Revisão e revisitação dos objetivos do PGRSS: é essencial reavaliar os objetivos do PGRSS para garantir que sejam mais do que formalidades, ou seja, que estejam alinhados com estratégias concretas e mensuráveis, com a definição de metas específicas, prazos e responsáveis.
- Integração e consolidação dos dados de treinamentos: para eliminar a discrepância entre os dados dos PGRSS e os registros de treinamento, recomenda-se a criação de um sistema integrado de monitoramento que centralize todas as informações sobre treinamentos. Isso incluiria uma

plataforma comum para atualizar e consultar, tanto os questionários quanto as atas de treinamentos, permitindo um controle mais rigoroso e transparente.

- Desenvolvimento de um modelo estratégico de monitoramento de RSS: Diante da complexidade e dos riscos associados à gestão dos RSS, é essencial transcender a abordagem tradicional de um plano de gerenciamento estático e generalista. Propõe-se, portanto, a implementação de um modelo estratégico de monitoramento contínuo, que integre a participação ativa dos envolvidos e a autoavaliação periódica dos processos, com auditorias internas regulares e a aplicação de medidas corretivas sempre que falhas sejam identificadas, promovendo a melhoria contínua dos processos. Esse modelo deve ir além do cumprimento normativo, incorporando mecanismos eficazes de supervisão e adaptação, para garantir maior segurança e eficiência na prevenção de riscos de contaminação.
- Criação de indicadores de desempenho para gestão de resíduos: para aprimorar o controle sobre a gestão de RSS, recomenda-se a definição de indicadores mensuráveis que permitam acompanhar a eficiência do gerenciamento, incluindo taxas de segregação correta, conformidade com normas ambientais e redução da geração de resíduos.
- Fortalecimento da supervisão interna: é fundamental aprimorar a supervisão interna, especialmente nas áreas terceirizadas, para garantir que as normas do PGRSS sejam rigorosamente seguidas. Isso pode ser alcançado por meio de auditorias regulares e pela nomeação de supervisores dedicados a essas áreas, com poder de decisão e fiscalização contínuos.
- Treinamento contínuo e capacitação de todos os envolvidos: além de melhorar a qualidade dos treinamentos existentes, pode ser necessário implementar programas contínuos de capacitação para garantir que os profissionais estejam sempre atualizados sobre as exigências e práticas relacionadas ao PGRSS.
- Implementação de protocolos padronizados: desenvolver e adotar protocolos uniformes e detalhados para a gestão de RSS, incluindo etapas claras de segregação, armazenamento, transporte e descarte, alinhados com as normas ambientais e sanitárias.
- Fortalecimento da supervisão e controle da terceirização: aumentar o rigor na supervisão das empresas terceirizadas responsáveis pela gestão dos resíduos, assegurando que cumpram integralmente as diretrizes estabelecidas. Isso pode

incluir auditorias regulares, relatórios de conformidade e a criação de um sistema de monitoramento mais eficiente, com a possibilidade de aplicar sanções em caso de descumprimento das normas.

- Implementação de sistema de monitoramento e registro de resíduos: desenvolver e implementar um sistema digital integrado de monitoramento de resíduos, que registre a quantidade, tipo e destino dos resíduos gerados. Esse sistema deve ser adotado, tanto no HRPE quanto no HRPM, permitindo o acompanhamento contínuo e preciso, além de facilitar a geração de relatórios detalhados para tomada de decisão.
- Implementação de práticas de Redução, Reutilização e Reciclagem (3R): focar em estratégias para reduzir a geração de resíduos na origem, através da implementação de práticas de reutilização e reciclagem no HRPE e HRPM. Isso pode incluir a separação eficaz de resíduos recicláveis e não recicláveis, além da criação de campanhas de conscientização e treinamento para os colaboradores. A gestão adequada e a segregação eficiente dos resíduos RSS são fundamentais para garantir que apenas materiais recicláveis e seguros sejam direcionados para a reciclagem, enquanto os resíduos potencialmente perigosos sejam tratados de forma adequada para evitar riscos à saúde e ao meio ambiente. Dessa forma, o volume destinado aos aterros seria significativamente reduzido, aliviando a pressão sobre os aterros sanitários e minimizando os riscos de contaminação.

Quadro 10. Resumo dos objetivos específicos e achados da pesquisa

Objetivos Específicos	Tópico no qual foi atendido	Constatação	Sugestão de melhoria
Avaliar a execução do Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde nos hospitais da rede pública municipal e estadual em Teresina	8.1.1.2 e 8.1.2.2 - Resultados do PGRSS nos hospitais HRPE e HRPM	Constatou-se que os objetivos delineados nesses planos eram predominantemente percebidos como obrigações formais, desprovidos de estratégias concretas para sua efetivação. Além disso, evidenciou-se uma disparidade entre as informações referentes aos treinamentos declarados nos PGRSS e aquelas obtidas por meio de questionários e atas de treinamentos documentados nos hospitais. A discussão também aponta inconsistências no HRPM devido à terceirização e supervisão deficiente.	Revisão e revisitação dos objetivos do PGRSS, integração e consolidação dos dados de treinamentos, fortalecimento da supervisão interna, treinamento contínuo e capacitação de todos os envolvidos, desenvolvimento de um modelo estratégico de monitoramento de RSS e a criação de indicadores de desempenho para gestão de resíduos.
Caracterizar quantitativamente os resíduos gerados no contexto da pandemia nesses hospitais	8.1.1.3 e 8.1.2.3 - Crescimento significativo no volume de resíduos no HRPE e dados limitados no HRPM	A discussão sugere que a pandemia aumentou significativamente a geração de RSS, destacando a necessidade de melhores registros e gestão de resíduos para mitigar os impactos ambientais.	Fortalecimento da supervisão e controle da terceirização e implementação de práticas de Redução, Reutilização e Reciclagem (3R)
Comparar, a partir da identificação de protocolos específicos, os processos e estratégias utilizados no gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde no contexto da pandemia em ambos os hospitais	8.1.1.2 e 8.1.2.2 - Diferenças nos protocolos de segregação e transporte entre HRPE e HRPM	Não há uma protocolos específicos dos hospitais, e os processos e estratégias variam entre os hospitais no gerenciamento dos RSS	Implementação de protocolos padronizados, e maior rigor na supervisão dos processos terceirizados, principalmente, HRPM para reduzir os riscos associados à gestão de RSS.

Investigar os impactos ambientais e sociais gerados pela pandemia em ambos os hospitais	8.1.1.3 e 8.1.2.3 - Aumento na pressão sobre aterros e riscos de contaminação	A envolve a solução a implementação de tecnologias alternativas para tratamento de resíduos e modernização das infraestruturas de disposição final, além de fortalecer o treinamento e a segurança dos trabalhadores.	Implementação de sistema de monitoramento e registro de resíduos, desenvolvimento de um modelo estratégico de monitoramento de RSS e a criação de indicadores de desempenho para gestão de resíduos.

Fonte: Autores (2025)

O quadro 10 proporciona uma visão clara dos pontos fortes e das áreas que destacam aprimoramento na gestão dos RSS, durante a pandemia de COVID-19. A pesquisa atendeu aos objetivos propostos, destacando a importância da implementação de processos eficientes e estratégias de gestão de resíduos mais sustentáveis, especialmente em períodos de crise. Dessa forma, este estudo oferece uma base sólida para investigações futuras e para o aprimoramento das práticas de gestão dos RSS, com vistas à redução dos impactos ambientais e à melhoria da segurança sanitária.

10.3 Limitações e recomendações para trabalhos futuros

Primeiramente, um dos principais obstáculos foi a amostra restrita e o contexto localizado da pesquisa, uma vez que a análise se concentrou em um número limitado de hospitais devido à dificuldade de acesso, principalmente no período de crise sanitária em que foi realizada a pesquisa, o que pode restringir a generalização dos resultados para outros contextos, já que a gestão de RSS pode variar de acordo com as características regionais, a infraestrutura de cada unidade hospitalar e as políticas locais.

Além disso, o acesso a dados foi um desafio significativo, devido a questões de confidencialidade, alta rotatividade na direção dos hospitais, falta de registros detalhados, dificuldades para obter informações atualizadas sobre as práticas de gestão de resíduos durante a pandemia. A natureza dinâmica da crise de saúde pública também sofreu mudanças rápidas e imprevisíveis nas práticas de gestão de RSS, o que dificultou a coleta de dados consistentes e precisos, ao longo do tempo, uma vez que as políticas e protocolos eram alterados constantemente.

Considerando as orientações identificadas, como sugestão de estudos futuros, seria relevante ampliar o estudo para incluir uma maior diversidade de tipos de estabelecimentos de

saúde, como clínicas e unidades de saúde primária, além de hospitais com diferentes níveis de complexidade e em diversas localizações geográficas. Isso possibilitaria uma comparação mais abrangente das práticas de gestão de resíduos, permitindo identificar soluções mais flexíveis e adaptáveis a diferentes contextos.

Além disso, é fundamental que futuras pesquisas se concentrem no desenvolvimento e avaliação de modelos de gestão sustentável de resíduos, que integrem práticas como a reciclagem, compostagem e reprocessamento de materiais não infectantes. Essas soluções ajudam a reduzir a pressão sobre aterros e minimizar os impactos ambientais podem associados à gestão eficiente de resíduos. Outro caminho importante seria a análise mais profunda dos efeitos a longo prazo da pandemia nas práticas de gestão dos RSS, com foco nas lições aprendidas, adaptações renovadas e possíveis mudanças nas políticas públicas que podem influenciar a gestão futura dos resíduos gerados em hospitais.

O uso de tecnologias emergentes também é uma área promissora para pesquisas futuras. A implementação de sistemas digitais de monitoramento e rastreamento em tempo real pode contribuir para uma gestão mais eficiente dos RSS, garantindo maior controle sobre a segregação e descarte correto, conforme foi proposto como sugestão de melhorias. A utilização de inteligência artificial e automação para melhoria desses processos pode representar um avanço importante na gestão sustentável e na redução dos impactos ambientais.

Por fim, as políticas públicas e regulamentações relacionadas à gestão dos RSS devem ser revisadas e aprimoradas constantemente, especialmente considerando as mudanças nas necessidades e desafios trazidos pela crise de saúde global, assim uma análise crítica sobre a implementação e fiscalização dessas políticas poderia resultar em recomendações eficazes para melhorar a eficácia da gestão de resíduos em cenários de emergência.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA-ANVISA. **Gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde.** Tecnologia em serviço de saúde. ANVISA, Brasília, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA- ANVISA. NBR 10.004: **Classificação de resíduos sólidos**: Rio de Janeiro: 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA-ANVISA. *NBR 12807*: **Resíduos de Serviços de Saúde**: terminologia. São Paulo: 2013a.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA-ANVISA. *NBR 12809*: **Resíduos de Serviços de Saúde:** procedimentos necessários ao gerenciamento intraestabelecimento. São Paulo: 2013b.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. NOTA TÉCNICA GVIMS/GGTES/ANVISA Nº 04/2020. **Orientações para serviços de saúde: medidas de prevenção e controle que devem ser adotadas durante a assistência aos casos suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo coronavírus (sars-cov-2).** Brasília: atualizada em 25 de fev., 2021.

ALOMARI, A. H.; AGA, O.; EL SAHMARANY, L.; HEGAZI, M.; ALMULLA, L. Public Perception towards Medical Waste Generated in the Environment during the COVID-19 Pandemic in Eastern Province, Saudi Arabia. **Heliyon ,** v. 7, n. 11, 2021.

ALVES, A. R.; HANNA, M. D. Impacto da pandemia do coronavírus sobre a produção de lixo hospitalar: uma investigação. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.4, n.2, p. 7052-7057, 2021.

ALVES, L. I. N.; SIQUEIRA, G. R.; SANTOS, G.S.; SOARES, A. R. D.S.; SOUZA, A. I. G.; DANTAS, D. S.; TENÓRIO, A. S. (2024). Impactos da infraestrutura hospitalar na gestão de resíduos. **Revista Brasileira de Saúde Ambiental**, v. 28, n. 4, p.123-134, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA- ABNT. **NBR 6023: 2018.** Disponível em: https://www.ufpe.br/documents/40070/1837975/ABNT+NBR+6023+2018+%281%29.pdf/3021f721-5be8-4e6d-951b-fa354dc490ed. Acesso em: 23 out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. NBR 7500*:* **Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais:** simbologia.

Rio de Janeiro, 2000.

BAKER, N.; BROMLEY-DULFANO, R.; CHAN, J.; GUPTA, A.; HERMAN, L.; JAIN, N.; TAYLOR, A. L.; LU, J.; PANNU, J.; PATEL, L.; PRUNICKI. Soluções para a COVID-19 são soluções climáticas: lições de vestidos reutilizáveis. **Frontiers in Public Health**, v. 8, 2020. DOI: 10.3389/fpubh.2020.590275. Disponível em: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2020.590275/full.

BALLOTPEDIA. **Documentando o caminho da Flórida para a recuperação da pandemia de coronavírus (COVID-19), 2020–2021.** 2021. Disponível em: https://ballotpedia.org/Documenting_Florida%27s_path_to_recovery_from_the_coronavirus_(COVID-19)_pandemic,_2020-2021. Acesso em 15 de setembro de 2022.

BELHADI, A.; KAMBLE, S.; KHAN, S, A. R.; TOURIKI, F. E.; KUMAR, D. Infectious Waste Management Strategy during COVID-19 Pandemic in Africa: an Integrated Decision-Making Framework for Selecting Sustainable Technologies. **Environmental Management**, v. 66, p. 1085–1104, 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamenta as **Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde.** RESOLUÇÃO - RDC Nº 222, DE 28 DE MARÇO DE 2018. Disponível em: https://www.cff.org.br/userfiles/file/RDC%20ANVISA%20N%C2%BA%20222%20DE%2028032018%20REQUISITOS%20DE%20BOAS%20PR%C3%81TICAS%20DE%20GERENCIAMENTO%20DOS%20RES%C3%8DDUOS%20DE%20SERVI%C3%87OS%20DE%20SA%C3%9ADE.pdf Acesso em: 19 de outubro 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Biossegurança em laboratórios biomédicos e de microbiologia.** Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6) - **Equipamento de Proteção Individual (EPI)**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora nº 9 (NR-9) - **Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA).** Brasília, 2018.

BRASIL. *Lei Federal n. 12.305*, de 2 de agosto de 2010. Institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010. Disponível em: http://www. planalto.gov.br/ccivil_03/_ Ato 2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 19 de outubro 2020.

BRASIL. *Conselho Nacional do Meio Ambiente* (CONAMA). **Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005.** Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de

saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 4 mai. 2005.

BRASIL. **Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 306 de 10 de dezembro de 2004.** Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da União, 2004.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Disponível em: http://www.planalto. gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: out. 2020.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo 2000**. Disponível em: hhttp://www.ibge.gov.br/home/estatística/população/censo2000/universo.php?tip. Acesso em: out. 2020.

BRASIL. **Manual sobre Gerenciamento de Resíduos de Serviços da Saúde**. Brasília: ANVISA, 2006. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/manual_gerenciamento_residuos.pdf. Acesso em: out. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conselho Nacional do Meio Ambiente** (CONAMA). *Resolução nº 6*, de 19 de setembro de 1991. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res91/res0691.html. Acesso em: out. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **RDC n° 306 de 10 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Brasília, 10 dez. 2004.

BRASIL. **Resolução da Diretoria Colegiada RDC n° 33 de 25 de fevereiro de 2003.** Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da União, 2003.

BUCUMATARU, C.; SAVESCU, D.; REPANOVICI, A.; BLAGA, L.; COMAN, E.; COCUZ, M. E. The Implications and Effects of MedicalWaste on Development of Sustainable Society—A Brief Review of the Literature. **Sustainability**, v. 3300, p.1-13, 2021.

CAFURE A. V; GRACIOLLI P. R. S. **Os resíduos de serviço de saúde e seus impactos ambientais:** *uma revisão bibliográfica.* Interações, Campo Grande, v. 16, n. 2, p. 301 – 314. Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil: 2015.

CAPOOR, M. R.; PARIDA, A. Current perspectives of biomedical waste management in context of COVID-19. **Indian Journal of Medical Microbiology,** v. 39, p. 171-178, 2021.

CONOSCENTI, E.; CAMPANELLA, M.; SALA, A.; DI STEFANO, M. C.; VINCI, D.; LOMBARDO, R.; ARENA, G.; GINESTRA, A.; FIOLO, R; TUZZOLINO, F.; IPPOLITO, A.; MARTUCCI, G.; ENEA, G.; LUCA, A. Impact of the Organizational Model Adopted during the COVID-19 Pandemic on the Perceived Safety of Intensive Care Unit Staff. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 6, 2022.

COUTO, J. F.; FRIGUETTO, B. S.; BORGES, B. H.; SILVA, C. G. B.; NEVES, R. A.; GUSMÃO, T. R. S.; ASSIS, V. S. R.; COSTA, A. T. As mudanças ambientais decorrentes do isolamento social e da pandemia da COVID-19. **Além dos Muros da Universidade**, v. 6, n. 1, p. 12-22, 2021.

CHOWDHURY, T. H.; CHOWDHURY, M. S. R.; NAZIA, H.; ASHFAQ, A.; SADIQ, M S. Estimation of the Healthcare Waste Generation during COVID-19 Pandemic in Bangladesh. **The Science of the Total Environment**, n. 811, 2022.

DAS, A. K.; MD, N. I.; MD, M. B.; ASIM, S. COVID-19 Pandemic and Healthcare Solid Waste Management Strategy – A Mini-review. **The Science of the Total Environment** n. 778, 2021.

DE AGUIAR, H. A.; LIMA, R DA S. "Healthcare Waste Management Assessment: Challenges for Hospitals in COVID-19 Pandemic times." **Waste Management & Research,** v. 39, n. 1, p.56 – 63, 2021.

DEKA, S.; DIKSHA, R.; PUTUL, M.; DEEPJYOTI, K. The Intricate Association of COVID-19 Pandemic with Ecological Issues. **Journal of Family Medicine and Primary Care**, v.11, n. 5, p. 1604-609, 2022).

DHARMARAJ, S.; ASHOKKUMAR, V.; PANDIYAN, R.; MUNAWAROH, H. S. H.; CHEW, K. W.; CHEN, W. H.; NGAMCHARUSSRIVICHAI, C. Pirólise: Uma técnica eficaz para a degradação dos RSS COVID-19. **Quimosfera: Elsevier,** v. 275, 2021.

ERFAN, B. T.; AYDIN, N. S. A Sustainable Medical Waste Collection and Transportation Model for Pandemics. **Waste Management & Research**, v. 39, n. 1, p. 34-44, 2021.

EREN, E.; TUZKAYA, U. R. Safe distance-based vehicle routing problem: Medical waste collection case study in COVID-19 pandemic. **Computers & Industrial Engineering,** v. 157, 2021.

GALON, C.; MARISTELA, V.; ESGUERRA, J. G. Impact of COVID-19 on the Environment Sector: A Case Study of Central Visayas, Philippines. **AIMS Environmental**, 2021.

GHOLIPOUR, S.; MOHAMMADI, F.; NIKAEEN, M.; SHAMSIZADEH, Z.; KHAZENI, A.; SAHBAEI, Z.; MOUSAVI, S. M.; GHOBADIAN, M.; MIRHENDI, H. COVID-19 infection risk from exposure to aerosols of wastewater treatment plants, **Chemosphere**, v. 273, 2021.

GHOLIPOUR, S.; NIKAEEN, M.; MANESH, R. M.; ABOUTALEBIAN, S.; SHAMSIZADEH, Z.; NASRI, E.; MIRHENDI, H. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) Contamination of High-touch Surfaces in Field Settings. **Biomed Environ Sci**, v. 33, p. 925-929, 2020.

GOSWAMI, M.; GOSWAMI, P. J.; NAUTIYAL, S.; PRAKASH, S. Challenges and actions to the environmental management of Bio-Medical Waste during COVID-19 pandemic in India. **Heliyon**, v. 7, 2021.

HANTOKO, D.; XIAODONG, L.; AGAMUTHU, P.; KUNIO, Y.; MIKA, H.; MI, Y. Challenges and Practices on Waste Management and Disposal during COVID-19 Pandemic. **Journal of Environmental Management**, n. 286, 2021: 112140.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Regiões de influência das cidades 2018**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

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, 2020.

ISWA (Associação Internacional de Resíduos Sólidos). **Resposta à COVID-19 partilha de conhecimento internacional sobre gestão de resíduos**, 2020. Disponível em: https://www.iswa.org/iswa/COVID-19/. Acesso em: 7 abr. 2021.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, *[S. l.]*, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10603. Acesso em: 2 mar. 2022.

KALANTARY, R. R.; JAMSHIDI, A.; MOFRAD, M. M. G.; JAFARI, A. J.; HEIDARI, N.; FALLAHIZADEH, S.; ARANI, HESAMI; M.; TORKASHVAND, J. Effect of COVID-19 pandemic on medical waste management: a case study. **Journal of Environmental Health Science and Engineering,** v. 19, p. 831–836, 2021.

KALINA, E.; MARC, E.; TILLEY, E. This Is Our next Problem": Cleaning up from the COVID-19 Response. **Waste Management (Elmsford)**, n. 108, p.202-05, 2020.

KENNY, C.; PRIYADARSHINI, A. Review of Current Healthcare Waste Management Methods and Their Effect on Global Health. **Healthcare**, v. 9, n. 284, 2021.

KHOO, K. S.; LIH, Y. H.; HOOI, R. L.; HUI, Y. L.; KIT, W. C. Plastic Waste Associated with the COVID-19 Pandemic: Crisis or Opportunity?. **Journal of Hazardous Materials**, v. 417, 2021.

LIANG, Y.; SONG, Q.; WU, N.; LI, J.; ZHONG, Y.; ZENG
LIU, Z.; LIU, T.; LIU, X.; WEI, A.; WANG, X.; YIN, Y.; LI, Y. Research on Optimization of Healthcare Waste Management System Based on Green Governance Principle in the COVID-19 Pandemic. **Int J Environ Res Public Health**, v. 18, n. 10, 2021.

LIBERATI, A.; ALTMAN, D. G.; TETZLAFF, J. M.; MULROW, C. D.; GÖTZSCHE, P. C.; IOANNIDIS, J. P. A.; KLEIN, L. M.; LOH, M.; MOHER, D. A Declaração PRISMA para relatar revisões sistemáticas e meta-análises de estudos que avaliam intervenções de cuidados de saúde: explicação e elaboração. **PLOS Medicine**, v. 6, n. 7, p. e1000100, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100. Acesso em: 13 jun. 2022.

LIMA, L.; BRITO, R.; SILVESTRE JUNIOR, L.; CASAGRANDE JUNIOR, E. F. A gestão dos resíduos de serviços de saúde durante a COVID-19.
Revista tecnologia e sociedade. Curitiba, v. 16, n. 43, p. 60-69, ed. esp. 2020.

LUIZ, R. R.; MAGNANINIA, M. F. Lógica da determinação do tamanho da amostra em investigações Epidemiológicas. **Cadernos Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.8, n. 2, p. 9-28, 2000.

MAALOUF, A.; MAALOUF, H. Impact of COVID-19 pandemic on medical waste management in Lebanon. **Gestão e Pesquisa de Resíduos**, v. 39, n.1, p. 45–55, 2021.

MAGALHAES, I. Introdução: a análise do discurso crítica. **DELTA 21 (spe)**, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0102-44502005000300002. Acesso em: 10 nov. 2022.

MALAGÓN-ROJAS, J.; MENDEZ-MOLANO, D.; ALMENTERO, J; TOLOZA-PÉREZ,Y. G.; PARRA-BARRERA, E. L.; GÓMEZ-RENDÓN, C. P. "Environmental Effects of the COVID-19 Pandemic: The Experience of Bogotá in 2020." **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 2022.

MANGINDAAN, D., AZMIER, A.; HARVEY, F.; DONALD, J. C. "Systematic Literature Review and Bibliometric Study of Waste Management in Indonesia in the COVID-19 Pandemic Era." **Sustainability (Basel, Switzerland)**, v. 14, n. 5, 2022.

MANUPATI, V. K.; RAMKUMAR, M.; BABA, V.; AGARWAL, A. Selection of the Best Healthcare Waste Disposal Techniques during and Post COVID-19 Pandemic Era. **Journal of Cleaner Production**, v. 281, 2021.

MARQUES, T.P.; SILVA, R, M. O papel da infraestrutura hospitalar na segurança e eficiência na gestão de resíduos. **Revista de Gestão Ambiental**, v.15, n. 2, p. 45-59, 2020.

MEKONNEN, B.; SALOMÃO, N.; WONDIMU, W. Healthcare Waste Status and Handling Practices during COVID-19 Pandemic in Tepi General Hospital. **J Environ Public Health**, Ethiopia, 2021.

MIHAI, F. C. Assessment of COVID-19 Waste Flows During the Emergency State in Romania and Related Public Health and Environmental Concerns, **Int. J. Environ. Res. Public Health**, v. 17, 2020.

MITIKU, G.; AMHA, A.; AMSALU, B.; WUBANTE, Y. Biomedical Waste Management Practices and Associated Factors among Health Care Workers in the Era of the COVID-19 Pandemic at Metropolitan City Private Hospitals, Amhara Region, Ethiopia, 2020. **PloS One**, v.17, n. 4, 2022.

MOHAMMAD, A; GOLI, V. S. N. S; SINGH, D. N. Discussion on 'Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic, by Sharma et al. (2020)'. **Resour Conserv Recycl.** v. 164, 105175, 2021.

MORO, G. M. B.; MATTOS, K. M.; SARTORI, F. Aspectos éticos em pesquisas envolvendo seres humanos. **Revista Digital**. Buenos Aires, v. 15, n. 153, 2011. Disponível em: http://www.efdeportes.com/. Acesso em: 29 abr. 2022.

NAZIR, R.; JAWAD ALI, I. R.; WIDEMANN, E.; SARFRAZ, S. Eco-Environmental Aspects of COVID-19 Pandemic and Potential Control Strategies. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, n. 18, v.7, 2021: 3488.

NZEADIBE, T. C.; EJIKE-ALIEJI, A.U.P. Solid waste management during COVID-19 pandemic: policy gaps and prospects for inclusive waste governance in Nigeria **Local Environment**, 2020, V. 25, N. 7, p. 527–535.

OLIVEIRA, L. M.; PEREIRA, F. A. Análise crítica da implementação de planos de gerenciamento de resíduos sólidos de saúde em tempos de pandemia. **Revista Brasileira de Gestão em Saúde**, v. 34, n.1, p. 97-110, 2021.

OLIVEIRA, M. N.; CAMPOS, M. A. S; SIQUEIRA, T.D.A. Coronavírus: globalização e seus reflexos no meio ambiente**. BIUS-Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia**, v. 20, n. 14, p.1-12, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Ministério da saúde. **Diretrizes para Diagnóstico e Tratamento da COVID-19.** Brasília, 17 de abril de 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório Mundial de Saúde**, 2010.

PENG, J.; WU, X.; WANG, R.; LI, C.; ZHANG, Q.; WEI, D. Medical waste management practice during the 2019-2020 novel coronavirus pandemic: Experience in a general hospital. **American Journal of Infection Control**, v. 48, p– 918–921, 2020.

PENTEADO, C. S. G.; DE CASTRO, M. A. S. COVID-19 Effects on Municipal Solid Waste Management: What Can Effectively Be Done in the Brazilian Scenario?. **Resources, Conservation and Recycling,** n. 164, 2021: 105152.

PIKOŃ, K.; PORANEK, N.; CZAJKOWSKI, A.; ŁAŹNIEWSKA-PIEKARCZYK, B. "Poland's Proposal for a Safe Solution of Waste Treatment during the COVID-19 Pandemic and Circular Economy Connection." **Applied Sciences**, v. 11, n. 9, 2021.

PINTO, A. D.; HIBA, J.; NAVID, N.; FEHINTOLA, S.; JUYEONG, C.; TAREK, A.. "Challenges and Adaptive Measures for U.S. Municipal Solid Waste Management Systems during the COVID-19 Pandemic." **Sustainability (Basel, Switzerland)**. v. 14, n. 8, 2022.

RAMOS, M. F.; SILVA, M. L.; MONTEIRO, C. B. Avaliação da atual situação do aterro controlado de Teresina, Piauí – Brasil. **Open Science Research X**, v. 10, 2023.

RAJAK, R.; MAHTO, R. K.; PRASAD, J.; CHATTOPADHYAY A. Avaliação dos resíduos biomédios antes e durante a emergência da nova pandemia da doença de Coronavirus na Índia: Uma análise de lacunas. **Gestão & Pesquisa de Resíduos: o Journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association,** ISWA, 2021.

RUME, T.; DIDAR-UL ISLAM, S. M. Environmental Effects of COVID-19 Pandemic and Potential Strategies of Sustainability. **Heliyon**, v. 6, n.9, 2020.

SANTOS, J. L.; COSTA, A. F. A importância da infraestrutura para a saúde ocupacional no ambiente hospitalar. **Saúde e Segurança no Trabalho**, v.13, n.1, p. 55-63, 2018.

SHARMA, H. B; VANAPALLI, K. R.; CHEELA, V. S.; RANJAN, V. P,; JAGLAN, A. K.; DUBEY, B. S.; GOEL BHATTACHARYA, J. Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19. **Resources, Conservation & Recycling.** v. 162, 2020.

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

SILVA, A. L. P.; PRATA, C. R.; WALKER, T. R.; DUARTE, A. C.; OUYANG, W.; DAMIÀ, B.; ROCHA, T. Increased plastic pollution due to COVID-19 pandemic: Challenges and recommendations. **Chemical Engineering Journal,** v. 405, 2020.

SILVA, A. M.; PEREIRA, T. C.; SOUZA, F. R. O impacto da falta de qualificação na gestão de resíduos em hospitais. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 2, p. 112-126, 2023.

SINGH, E.; KUMAR, A.; MISHRA, R.; KUMAR, S. Solid waste management during COVID-19 pandemic: Recovery techniques and responses. **Chemosphere.** v. 288, n. 1: 132451, 2021.

SOARES, C. L.; LIMA, P. A.; PEREIRA, M. T. A infraestrutura hospitalar como fator determinante para a gestão segura de resíduos. **Revista de Gestão Ambiental**, v. 22, n.3, p. 78-89, 2019.

SU, G.; ONG, H. C.; IBRAHIM, S.; FATTAH, R. F.; MOFIJUR, M.; CHONG, C. T. Valorisation of medical waste through pyrolysis for a cleaner environment: Progress and challenges**. Environmental Pollution,** v. 279, 2021.

SUTHAR, S.; SUKANYA DAS, A. N.; CHAITHANYA, M.; SATYA, B. T.; PALLAVI, G.; VINAY, K. T. Epidemiology and Diagnosis, Environmental Resources Quality and Socio-economic Perspectives for COVID-19 Pandemic. **Journal of Environmental Management**, n. 280, 2021: 111700.

THIND, P. S.; SAREEN, A.; SINGH, D. D.; SINGH, S.; JOHN S. Compromising situation of India's bio-medical waste incineration units during pandemic outbreak of COVID-19: Associated environmental-health impacts and mitigation measures. **Environmental Pollution**, v. 276, 2021.

TIRKOLAEE, 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, 2021.

TORKASHVAND, J.; JAFARI, A. J.; GODINI, K.; KAZEMI, Z.; KAZEMI, Z.; FARZADKIA, M. Municipal solid waste management during COVID-19 pandemic: a comparison between the current activities and guidelines. **Journal of Environmental Health Science and Engineering**, v.19, p.173–179, 2021.

TRANG, N.; KOSUKE, D. T. K.; NAKAKUBO, T. Estimation of COVID-19 Waste Generation and Composition in Vietnam for Pandemic Management. **Waste Management & Research**, v. 39, n.11, p. 1356-364, 2021.

UNEP - United Nations Environment Programme (2011). **Global Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases** – a Basis for Greener Processes and Products. 160 p.

URBAN, R. C.; NAKADA, L. Y. K. COVID-19 Pandemic: Solid Waste and Environmental Impacts in Brazil. **The Science of the Total Environment**, n. 755, v. 1, 2021: 142471.

WANG, J.; SHEN, J.; YE, D.; YAN, X.; ZHANG, Y.; YANG, W.; LI, X.; WANG, J.; ZHANG, L.; PAN, L. Disinfection technology of hospital wastes and wastewater: Suggestions for disinfection strategy during coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic in China. **Environmental Pollution**, v. 262, 2020.

WANG, J.; ZHUQI, C.; XIAOJUAN, L.; SONGLIN, W., LIE, Y.; XIAOLONG, W.; XINQUAN, Z.; ZHULEI, C. "Quantitative Evaluation of Infectious Health Care Wastes from Numbers of Confirmed, Suspected and Out-patients during COVID-19 Pandemic: A Case Study of Wuhan." **Waste Management (Elmsford),** v. 126, p. 323- 330, 2021.

WANG, Z.; GUY, C.; WAI NG, K. T.; CHUNJIANG, A. A New Challenge for the Management and Disposal of Personal Protective Equipment Waste during the COVID-19 Pandemic." **Sustainability (Basel, Switzerland)**, v.13, n.13,2021.

WARNER, M. A. Stop doing needless things! Saving healthcare resources during COVID-19 and beyond. **Journal of general internal medicine**, v. 35, p. 2186-2188, 2020.

WARMADEWANTHI, I.; DWI, W.; MOKHAMAD, N. C.; ELLINA, S. P.; ANITYASARI, M. N. M.; UTAM, D.; PURNAMA, G. H.; AINUL, F. N. Socio-economic Impacts of the COVID-19 Pandemic on Waste Bank Closed-loop System in Surabaya, Indonesia. **Waste Management & Research**, n. 39, v. 8, 2021: 1039-047.

WISE, J. COVID-19: Pandemic Waste Threatens Human and Environmental Health, Says WHO. **BMJ (Online)**, v. 376, 2022.

WORLD BANK GROUP. COVID-19 no Brasil: Impactos e Respostas de Políticas Públicas. 2020. Disponível em: https://www.worldbank.org/pt/country/brazil/publication/COVID-19-in-brazil-impacts-policy-responses. Acesso em 11 de junho de 2021.

YOON, C. W.; KIM, M. J.; YOON-SU, P.; TAE-WAN, J.; LEE, M. Y. A Review of Medical Waste Management Systems in the Republic of Korea for Hospital and Medical Waste Generated from the COVID-19 Pandemic. **Sustainability (Basel, Switzerland),** v. 14, n. 6, 2022.

YOUQING, L.; GUOJIAN, M.; and DING, J. Evolutionary Game Analysis of Medical Waste Disposal in China under Different Reward and Penalty Models. **Sustainability (Basel, Switzerland)**, v. 14, n. 8, 2022.

ZAMBRANO, M. A. M.; RUANO, M. A., ALCADE, L. S. Indirect effects of COVID-19 on the environment. **Science of the Total Environment**, v. 728, n. 138813, p. 1-4, 2020.

ZHAO, H.; LIU, H.; WEI, G.; WANGC, H.; ZHU, Y.; ZHANG, R.; YANG, Y. 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, 2021.

ZHAO, H.; LIU, H.; WEI, G.; ZHANG, N.; QIAO, H.; GONG, Y.; YU, X.; ZHOU, J.; WU, Y.. "A Review on Emergency Disposal and Management of Medical Waste during the COVID-19 Pandemic in China." **The Science of the Total Environment**, v. 810, 2022.

ZHAO, J.; BIAOHUA, W.; GINGER, Y. K. A Bi-objective Robust Optimization Approach for the Management of Infectious Wastes with Demand Uncertainty during a Pandemic. **Journal of Cleaner Production,** v. 314, 2021.

APÊNDICE A - ROTEIRO DE AÇÃO CONVERSACIONAL

COM GESTORES DE RSS:

- Organograma do setor ou hierarquia;
- Atribuições gerais (tarefas do gestor e dos funcionários);
- Como se dá o funcionamento do setor?;
- Execução de treinamento voltados para o gerenciamento de RSS (quantidade, objetivo, carga horária, frequência dos treinamentos ofertados, impactos dessas atividades);
- Regras do setor de forma geral, e referente aos cuidados com os RSS;
- Leis e regulamentações já seguidas, novas regulamentações com a pandemia;
- Acesso Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos pela pesquisadora;
- Houve custos implementados com a covid?;
- Fluxograma geral das atividades, fluxograma com as novas adaptações (se for o caso);
- Fluxograma de cada tarefa, fluxograma das novas tarefas devido a COVID-19 (se for o caso);
- Protocolos da atividade; regras que têm que cumprir (por exemplo, uso de quais EPI's e em que momentos, identificação dos tipos de resíduos etc.)
- Houve o uso de novos EPI's, novos materiais ou novos elementos acessórios com a pandemia?
- Com a pandemia teve-se novas sinalizações nas lixeiras, pontos de armazenagem temporário ou outros?
- Empresas terceirizadas responsáveis pelo gerenciamento de RSS no hospital;

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO COM PROFISSIONAIS DIRETOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

INFORMAÇÕES SOCIODEMOGRÁFICAS

Iniciais do nome:

Idade:
( ) 18 a 24 anos
( ) 25 a 39 anos
( ) 40 a 59 anos
( ) 60 ou mais

Nível salarial:
( ) 1 –| 2 salários mínimos
( ) 2 –| 3 salários mínimos
( ) 3 –| 4 salários mínimos
( ) Acima de 4 salários mínimos

Sexo:
( ) Masculino
( ) Feminino

Férias / Décimo terceiro:

Nível de escolaridade:
( ) Sem instrução e menos de um ano de estudo
( ) Nível fundamental incompleto ou equivalente
( ) Nível fundamental completo ou equivalente
( ) Nível médio incompleto ou equivalente
( ) Nível médio completo ou equivalente
( ) Nível superior incompleto ou equivalente
( ) Nível superior completo ou equivalente
( ) Não determinado

Jornada / Pausas:

Trabalha durante sua folga? Se sim, em que?

DADOS DA FUNÇÃO

Tempo de serviço na função: _____

Tempo de serviço na empresa terceirizada:_____

Tempo de serviço no hospital estudado:_____

DADOS RELACIONADOS AOS RESÍDUOS SÓLIDOS

O que entende por gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde?

_____

_____

_____

Você conhece os riscos desses resíduos para os âmbitos social, ambiental e econômico?

Comente sobre esses riscos.

_____

_____

_____

_____

_____

Você sabe por quais etapas esses resíduos de saúde devem passar no seu gerenciamento?
( ) Sim
( ) Não

Em caso afirmativo, quais?

_____

_____

_____

Tem conhecimento sobre a existência do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRSS)? Comente sobre.

_____

_____

_____

Houve alterações nos processos que você realiza durante a pandemia?

( ) Sim
( ) Não
( ) Não se aplica.

Em caso afirmativo, quais?

_____

_____

Como você classificaria as eventuais mudanças ocorridas na pandemia sobre o gerenciamento de resíduos sólidos hospitalares?

( ) Temporárias, devem acabar após o fim da pandemia.
( ) Permanentes, devem continuar mesmo com o fim da pandemia.
( ) Algumas temporárias e outras permanentes.
( ) Não se aplica.

Que riscos você vincularia aos resíduos de saúde nesse período de pandemia? (pode marcar mais de uma alternativa)

( ) Risco social/Contágio de quem os manipula no gerenciamento.

( ) Risco ambiental/Maior contaminação ambiental.

( ) Risco econômico/Maior custos no gerenciamento.

( ) Nenhum risco adicional.

Já passou por algum tipo treinamento específico para exercer sua função?

( ) Sim
( ) Não

Em caso afirmativo:
Quantos?

_____

Quanto tempo durou?

_____

O que foi abordado?

_____

_____

Há quanto tempo foi seu último treinamento?

_____

Quais pontos positivos, em relação a sua função, no hospital em que trabalha?

_____

_____

Quais pontos negativos, em relação a sua função, no hospital em que trabalha?

_____

SUGESTÕES DE MELHORIA:

_____

_____

MUITO OBRIGADA PELA SUA PARTICIPAÇÃO!

PREENCHIMENTO POR PARTE DO APLICADOR

Turno:_____

Data:___/___/__

Hospital: _____

APÊNDICE C – PLANO DE OBSERVAÇÃO SISTEMÁTICO

Nome do hospital:	
Data:____/_____/_____	Hora de início: | Hora do fim:
Há lixeiras adequadas em todos os locais do hospital?	( ) sim ( ) não. observações: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____
Lixeiras sinalizadas adequadamente com o tipo de resíduos a ser jogado?	( ) sim ( ) não. Em quais locais: _____ _____ Como está a sinalização: _____ _____ Há alguma sinalização especial para COVID-19? _____
As cores dos sacos de resíduo estão conforme o informado no PGRSS?	( ) sim ( ) não. Observação: _____ _____ _____ _____ _____
Os RSS foram encaminhados para o armazenamento externo?	( ) sim ( ) não
Qual estado do local de armazenamento externo para resíduo comum? Seguem as normas estabelecidas?	Descrição geral:_____ _____ _____ Telas nas janelas: Pisos :

Qual estado do local de armazenamento externo para resíduo infectante? Seguem as normas estabelecidas?	Descrição geral:_____ _____ _____ Telas nas janelas: Pisos: _____ _____
Fazem a coleta interna de acordo com a frequência citada no PGRSS?	( ) sim ( ) não Observação: _____ _____ _____ _____
O tempo de armazenagem dos RSS foi cumprido? Há formas de fazer essa verificação?	( ) sim ( ) não Qual tempo: _____
Estado do veículo de transporte:	( ) Bom estado ( ) possui problemas Quais:_____ _____
O veículo de transporte passou por uma desinfecção antes do carregamento?	( ) não ( ) sim. Como:_____ _____
Há restrições físicas, temporais, posturais e/ou ambientais nos processos?	( ) não ( ) sim. Quais? ( ) falta de acessibilidade. Local:_____ Especificação:_____ ( ) problema com o layout. Local:_____ Especificação:_____ ( ) outros. Qual: _____
Houve o uso dos EPI's necessários durante todas as etapas?	( ) não ( ) sim

	Especifique: _____ _____
Ocorreu algum acidente e/ou incidente durante as operações?	( ) não ( ) sim. Quais e como procedeu: _____ _____
Todos os processos estão de acordo com o PGRSS do hospital em questão?	( ) sim ( ) não Descrever divergências: _____ _____ _____ _____ _____
Observações adicionais:	

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PARA AS EMPRESAS DE COLETAS DOS RESÍDUOS

1. Quais são a leis, regulamentações e normas seguidas pelo local? Houve novas regulamentações com a pandemia de COVID-19?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

2. Quais protocolos, internos e externos, que seguem? Houveram protocolos específicos para a COVID-19? Se sim, quais?

_____
_____
_____

3. Houve uso de novos EPI's com a pandemia de COVID-19? Quais?

_____
_____
_____
_____
_____

4. Houve um aumento na quantidade de resíduos com a pandemia de COVID-19? Se sim, quais foram as quantidades nos anos de 2019 até 2023?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

5. Houve custos implementados com a COVID-19? Quais?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

6. Buscam algum tipo de certificação ou selo ambiental?

_____
_____