

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE UM HOSPITAL PÚBLICO DE PORTO ALEGRE- RS

Rafaela Petenuzzo Xavier – Aluno do Curso de Engenharia Química
Escola Politécnica - PUCRS

Resumo

Este trabalho tem como objetivo o uso da ferramenta Produção mais Limpa (PmaisL) como estratégia para otimizar a segregação de resíduos em um hospital público localizado em Porto Alegre para redução de custos e riscos ocupacionais associados ao gerenciamento desses resíduos. A abordagem busca identificar maneiras mais eficientes de tratar os resíduos hospitalares, sem comprometer o processo de descarte correto. A PmaisL prioriza a identificação e implementação de práticas e processos que visam reduzir o desperdício, minimizar o impacto ambiental e melhorar a eficiência na gestão de resíduos. A aplicação da ferramenta envolveu a análise da situação atual, a identificação de oportunidades de melhoria e a implementação de ações específicas. Foram obtidos resultados positivos, como redução de aproximadamente 23% nos custos associados à destinação correta do resíduo sólido e uma diminuição de 32% nos custos do gerenciamento adequado do resíduo líquido.

Palavras-chave: Produção mais Limpa. Gerenciamento de resíduos hospitalares. *Housekeeping*.

Abstract

This work aims to propose the use of the Cleaner Production (PmaisL) tool as a strategy to optimize waste segregation in a public hospital located in Porto Alegre, aiming at cost reduction and occupational risks associated with waste management. The approach seeks to identify more efficient ways of treating hospital waste without compromising the proper disposal process. PmaisL prioritizes the identification and implementation of practices and processes that aim to reduce waste, minimize environmental impact, and improve waste management efficiency. The application of the tool involved the analysis of the current situation, identification of improvement opportunities, and implementation of specific actions. Positive results were obtained, including a reduction of approximately 23% in costs associated with proper disposal of solid waste and a decrease of 32% in proper management of liquid waste.

Keywords: *Cleaner Production. Hospital Waste Management. Housekeeping.*

1 Introdução

Hospitais são importantes para a saúde e bem-estar da população, mas seu funcionamento pode ter um impacto no meio ambiente devido aos procedimentos de

saúde que possuem um alto potencial poluidor. O consumo de energia, água e a produção de resíduos perigosos são alguns exemplos. Para minimizar esse impacto, os hospitais podem adotar práticas sustentáveis, que promovam a saúde e segurança dos pacientes e dos profissionais de saúde, gerando redução de custos operacionais e uma cultura de responsabilidade social e ambiental.

Pesquisas realizadas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) mostram que, em todo o Brasil, em 2019, o volume coletado de Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) foi de 253 mil toneladas. Este valor representou cerca de 3% do total geral de resíduos sólidos coletados no Brasil naquele ano (ABRELPE, 2020).

Os RSS são divididos em 5 grupos conforme seu risco. Dentre esses resíduos, os químicos representam um grande desafio para o gerenciamento eficaz em diversas áreas geradoras, incluindo os Estabelecimentos de Assistência à Saúde (EAS) pois acabam sendo os mais negligenciados, resultando em descartes incorretos e falta de medidas de prevenção. (BRASIL, 2018).

Empresas e instituições engajadas com as questões ambientais estão cada vez mais preocupadas em adotar práticas sustentáveis e cumprir com as regulamentações ambientais. Para isso, estão utilizando ferramentas que ajudam a otimizar seus processos e reduzir custos. Uma das ferramentas mais utilizadas é a Produção Mais Limpa (PmaisL), que tem como objetivo reduzir ou eliminar o impacto ambiental negativo da produção de bens e serviços, aumentando a eficiência dos processos. A abordagem ambiental e preventiva da PmaisL busca maximizar o uso de recursos naturais e minimizar a geração de resíduos e emissões.

Este trabalho propõe o uso da ferramenta Produção mais Limpa (PmaisL) para otimizar a segregação de resíduos em um hospital público de Porto Alegre, visando reduzir custos e riscos ocupacionais associados ao gerenciamento de resíduos. O objetivo é encontrar maneiras mais eficientes de tratar esses resíduos sem comprometer o processo de descarte correto.

2 Fundamentação teórica

Os Estabelecimentos de Assistência à Saúde (EAS) são essenciais em todo o mundo, pois fornecem cuidados médicos, diagnósticos e tratamentos para a população.

As atividades dos EAS incluem, entre outras, consultas médicas, exames laboratoriais, tratamentos médicos, cirurgias, fornecimento de medicamentos, vacinas, serviços de emergência, reabilitação física, mental e promoção da saúde (BRASIL, 2017).

De acordo com pesquisas realizadas pela Organização Mundial da Saúde, cerca de 80% do resíduo gerado pelos Estabelecimentos de Assistência à Saúde (EAS) são similares ao resíduo doméstico, porém 20% podem ser considerados como perigoso e é necessária uma atenção mais especial em relação ao gerenciamento (WHO, 2014).

O Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (GRSS) tem sido marcado pela carência de infraestrutura adequada, ausência de entidades públicas ou privadas responsáveis pela gestão desde a geração até a disposição final dos resíduos, falta de informações sobre os RSS e de estratégias efetivas de gerenciamento, utilização de técnicas inadequadas para a disposição final, baixa adesão a tratamentos prévios, programas de reciclagem e controle, além de altos custos financeiros (RIZZON, 2015).

Segundo Boreli (2018) em sua pesquisa realizada em uma unidade hospitalar localizada na região de Fernandópolis – SP, o Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (GRSS) apresentava falhas, uma vez que os resíduos comuns e perigosos não são segregados devidamente. Esse processo ineficiente gerou um aumento de cerca de três vezes no custo logístico para adequação à legislação ambiental e garantia do descarte adequado.

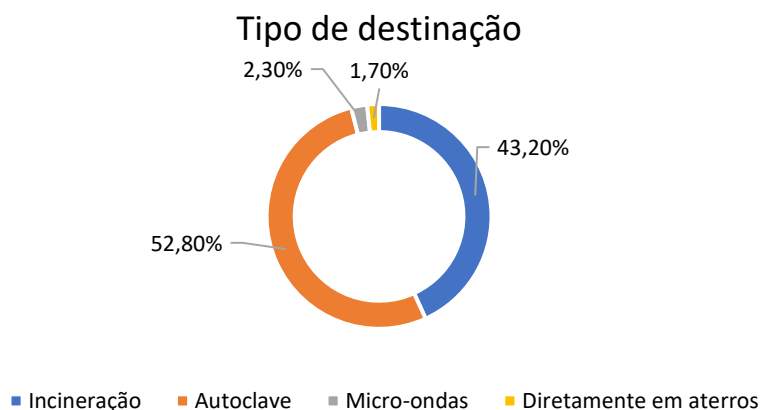
2.1 Geração de resíduos hospitalares

Segundo Luz (2013), menos de 2% dos resíduos gerados diariamente no Brasil são Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), dos quais entre 10% e 25% requerem cuidados especiais devido a cadeia de transmissão de doenças. É necessário considerar as características do agente infeccioso, como sua capacidade de sobrevivência, concentração e resistência, bem como as condições de defesa natural do receptor, especialmente no caso dos Resíduos de Serviço de Saúde de alto risco biológico.

Conforme dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em 2018, na região sul do Brasil, cerca de 92% dos municípios forneceram serviços relacionados ao gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), seja total ou parcialmente, no qual a taxa de coleta de RSS na região sul ficou estimada em 0,423 kg/hab./ano e as formas de tratamento foram divididos conforme

Figura 1. Deste total, 52,8% dos resíduos foram tratados por meio de autoclavagem, 43,2% por incineração, 2,3% por micro-ondas e 1,7% diretamente em aterros.

Figura 1: Tipos de destino dos RSS mais comuns da Região Sul do Brasil



Fonte: Adaptado de ABRELPE,2018

Segundo estudo realizado por Mathias (2021) em um hospital localizado no estado de Santa Catarina, as áreas consideradas críticas, tais como UTI, Isolamento e Centro Cirúrgico, apresentam uma taxa de geração de resíduos cerca de 30% superior às demais áreas e essa diferença é atribuída à natureza das atividades realizadas nesses setores, onde um número elevado de intervenções diárias em pacientes é realizado, envolvendo a utilização de diversos materiais descartáveis, como agulhas, bolsas de transfusão, equipamentos, seringas, fraldas, curativos, entre outros.

2.2 Legislação ambiental no tratamento de resíduos sólidos

No Brasil, a Lei nº 12.305/2010 estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Essa lei define princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos, além de estabelecer responsabilidades para geradores e poder público (RAUBER, 2011).

A PNRS estabelece o princípio da responsabilidade compartilhada, que envolve a participação conjunta de fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e serviços públicos de limpeza urbana e gerenciamento de resíduos sólidos. Essa abordagem visa reduzir a quantidade de resíduos gerados e minimizar os impactos negativos na saúde humana e no meio ambiente ao longo do ciclo de vida dos produtos. Por meio dessa responsabilidade compartilhada, busca-se promover ações que estimulem a sustentabilidade e a gestão adequada dos resíduos (PEREIRA, 2011).

No contexto dos Estabelecimentos de Assistência à Saúde (EAS) no país, existem duas resoluções principais que regulamentam o gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS). A Resolução n° 385/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n° 222/2018 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelecem requisitos semelhantes para o manejo desses resíduos. Ambas as resoluções têm uma abrangência que se aplica a todos os geradores e aos resíduos gerados nas atividades de assistência em serviços de saúde (ARAUJO, 2018).

Apesar de ambas terem características muito similares, a RDC n° 222/2018 trouxe novas definições de critérios de classificação e responsabilidades legais, bem como avanços no gerenciamento de resíduos perigosos do Grupo A, e criou possibilidades de reaproveitamento, reuso e reciclagem de diversos itens como embalagens, baterias, equipamentos eletrônicos e outros (CARNEIRO, 2022).

2.3 Classificação e técnicas de tratamento dos resíduos hospitalares

A Resolução N° 222/2018 possui em seu anexo I a classificação dos resíduos em cinco grupos distintos: A, B, C, D e E e seus respectivos destinos que está resumido no Quando 1. O grupo A engloba os resíduos com possível presença de agentes biológicos que representam risco de infecção. O grupo B abrange os resíduos químicos. Os materiais radioativos são enquadrados no grupo C. O grupo D inclui os resíduos semelhantes aos resíduos domiciliares. Já o grupo E engloba os resíduos perfurocortantes (BRASIL, 2018).

A classificação dos resíduos de serviços de saúde de acordo com a RDC n° 222/2018 facilita a separação deles, reduzindo os riscos sanitários e diminuindo os custos com o seu manuseio. A segregação adequada é um dos primeiros passos para o tratamento desses resíduos, pois a partir dela é possível alcançar os objetivos de um sistema eficiente de gestão de resíduos. Através da segregação correta, é possível garantir que cada tipo de resíduo seja manuseado, acondicionado, coletado, transportado e destinado de forma diferenciada e específica, minimizando os riscos à saúde e ao meio ambiente (FONTGALLAND, I; MEDEREIROS, F.,2022).

Quadro 1: Classificação dos resíduos e sua destinação correta

Resíduo	Classificação/Composição	Destinação adequada	Fonte
Grupo A	Resíduos Infectantes: Oriundos de cirurgia: tecidos, órgãos e fluidos corporais etc. Oriundos de análise clínica e pesquisa: agentes biológicos patogênicos	Autoclavagem e micro-ondas para remoção de patógenos e encaminhamento para Aterro Classe I	CAFURE et al., 2015 VIEIRA, 2017
Grupo B	Resíduos Químicos: produtos químicos e medicamentos fora de especificação, obsoletos ou alterados, além de produtos excedentes, vencidos ou sem previsão de utilização, resíduos de reações químicas, sobras de análises químicas, sobras da preparação de reagentes, resíduos de saneantes e desinfetantes, e resíduos contendo metais pesado	Estado sólido e com características de periculosidade devem ser considerados como rejeitos, acondicionados na unidade geradora em sacos de cor laranja com a simbologia de químicos e são destinados ao aterro de Classe I Estado líquido: acondicionados em bombonas plásticas com a correta identificação e devem passar por um tratamento adequado para se tornarem sólidos antes de serem destinados ao aterro de Classe I	BUTANTAN, 2014 BRASIL, 2018
Grupo C	São compostos principalmente de materiais contaminados com radiação, decorrentes de serviços de medicina nuclear e radioterapia. Esse tipo de resíduo hospitalar apresenta uma alta contaminação e toxicidade pois é capaz de causar graves danos à saúde humana, bem como contaminar o ar, solo, subsolo e aquíferos.	Esses resíduos ainda são um desafio no gerenciamento, a destinação adequada deles deve ser realizada em instalações próprias que garantam a segurança e evitam a liberação de substâncias radioativas ao meio ambiente até o decaimento da meia vida da radiação	SANTOS, 2021
Grupo D	Dividido em Recicláveis e Não-recicláveis. Os materiais recicláveis incluem papel, papelão, plástico, vidro e metais. Já os materiais não recicláveis incluem os restos de alimentos, tecidos não contaminados e resíduo gerado em banheiros.	Os recicláveis podem ser separados, coletados e encaminhados para reciclagem, gerando benefícios ambientais e econômicos. Os não recicláveis precisam ser destinados para tratamento e disposição final em aterros sanitários, para evitar a contaminação ambiental e proteger a saúde pública.	SILVA, 2011
Grupo E	São compostos por materiais perfurocortantes, como agulhas, lâminas de bisturi, brocas, pontas diamantadas, lancetas, tubos capilares, micropipetas, espátulas e outros utensílios de vidro quebrados	A segregação desses materiais ocorre próxima ao local de geração, imediatamente após o uso ou necessidade de descarte. São armazenados em caixas descartáveis e enviados para tratamento térmico e destinados aos aterros de Classe I	CAMARGO, 2011

2.4 Formas de tratamento preliminares dos resíduos químicos líquidos hospitalares

Para garantir o correto armazenamento e pré-tratamento de resíduos químicos, é fundamental levar em consideração a questão da incompatibilidade entre substâncias líquidas. É necessário analisar as reações químicas que podem ocorrer e observar a compatibilidade entre o resíduo que será descartado, o recipiente de acondicionamento e entre os diferentes resíduos que serão acondicionados no mesmo recipiente para prevenir

riscos à segurança, ao meio ambiente e à saúde dos indivíduos envolvidos no manuseio desses resíduos (PINHEIRO, 2017).

Existem diversos tipos de tratamento para os materiais dos resíduos hospitalares, sendo que os mais comuns são a incineração, autoclavagem e a solidificação. De acordo com Da Silva (2019) o tratamento mais comum para os resíduos químicos é a incineração que apesar de ser uma técnica de tratamento térmico que destrói agentes contaminantes, pode gerar emissão de gases tóxicos para o ambiente.

A incineração é um processo térmico-químico utilizado para a eliminação de resíduos orgânicos sólidos, no qual todas as etapas do processo devem ser controladas e monitoradas. Essa técnica apresenta algumas vantagens, como a redução do volume dos resíduos incinerados, a não necessidade de consumo de energia elétrica e a ausência de geração de efluentes líquidos. No entanto, existem também desvantagens associadas à incineração, tais como a emissão de poluentes atmosféricos (OLIVEIRA, 2002.).

Em alguns estados, como o Rio Grande do Sul (RS), a incineração de resíduos não é incentivada e a prática de incineração a céu aberto é proibida de acordo com a Lei Estadual nº 14.528, de 24 de abril de 2014, que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Essa legislação estabelece que é proibido realizar queima, incineração ou qualquer outra forma de tratamento térmico de resíduos sólidos sem controle de emissões, incluindo os resíduos de serviços de saúde, no estado do RS (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

A solidificação é um tratamento preliminar adequado para o encaminhamento de resíduos químicos líquidos a aterros de resíduos perigosos. A Estabilização por Solidificação (E/S) surge como uma alternativa viável para o tratamento e disposição desses resíduos. Esse procedimento é capaz de converter resíduos tóxicos em uma forma física e quimicamente mais estável, tornando-os menos perigosos para o meio ambiente e para a saúde humana (CHEN et al., 2008).

2.5 Produção mais limpa

A Produção Mais Limpa (PmaisL) foi proposta mundialmente pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) em 1989, por meio de sua Divisão de Tecnologia, Indústria e Economia. O UNEP define a PmaisL como a aplicação contínua de uma estratégia, também chamada de ferramenta ou tecnologia ambiental, preventiva e

integrada aos processos, produtos e serviços, com o objetivo de aumentar a eficiência global dos processos, produtos e serviços e reduzir os riscos para os seres humanos e para o meio ambiente (PEREIRA, 2012).

A abordagem da PmaisL é abrangente, considerando produtos e/ou processos e preventiva, exigindo criatividade para investigar as etapas dos processos de manufatura e o ciclo de vida dos produtos. Incentiva ações que visem a conservação de energia e matéria-prima, a eliminação de substâncias tóxicas, a redução dos resíduos e da poluição gerados pelos processos produtivos (FERNANDO, 2015).

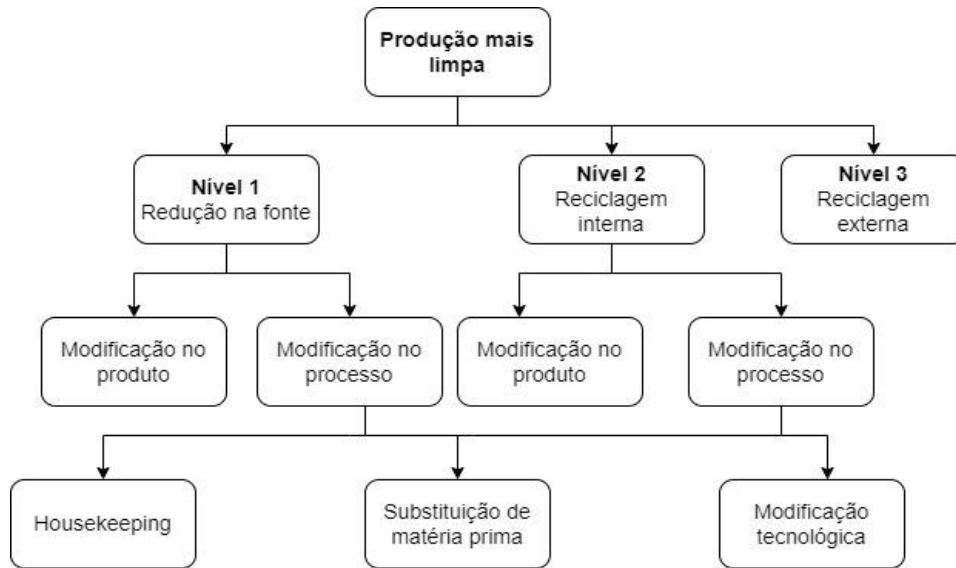
Conforme Santos (2020) o sucesso da empresa pode ser alcançado por meio da adoção de medidas simples, as quais não demandam grandes esforços ou custos elevados e para isso, a adoção da Produção mais Limpa é a ferramenta mais recomendada e deve envolver todos os membros da empresa, desde os cargos mais altos até os mais baixos, além de se estender aos consumidores e outros setores externos a empresa.

Dentro do contexto hospitalar, um estudo conduzido por Cotrim et al. (2012) constatou que a implementação da PmaisL resultou em uma otimização dos procedimentos de descarte de material biológico. A ferramenta permitiu que muitos materiais nobres, como os hemocomponentes (plasma fresco congelado e concentrado de plaquetas), que anteriormente eram descartados por terem vencido antes da utilização, fossem direcionados como matéria-prima para a fabricação de três produtos tópicos que oferecem benefícios a pacientes portadores de feridas crônicas de difícil abordagem: cola de fibrina caseira, gel de plaquetas laminar e gel misto.

A tecnologia de PmaisL é dividida em três níveis conforme Figura 2. O Nível 1 é focado na Redução na Fonte, que envolve medidas para evitar a geração de resíduos, efluentes e emissões, por meio de modificações nas operações (modificação tecnológica, substituição de materiais e boas práticas) e/ou no produto. Os resíduos que não podem ser evitados devem ser reintegrados ao processo de produção preferencialmente (Nível 2 - Reciclagem Interna). Caso essa opção não seja viável, medidas de reciclagem fora da empresa podem ser adotadas (Nível 3) (DIAS DIÓGENES, 2012).

De acordo com o Manual de Implementação de PmaisL do SENAI-RS (CNTL, 2003) a ferramenta tem cinco etapas e 13 passos, divididos desde o planejamento até a avaliação, monitoramento e continuidade do programa conforme descrito na Figura 3.

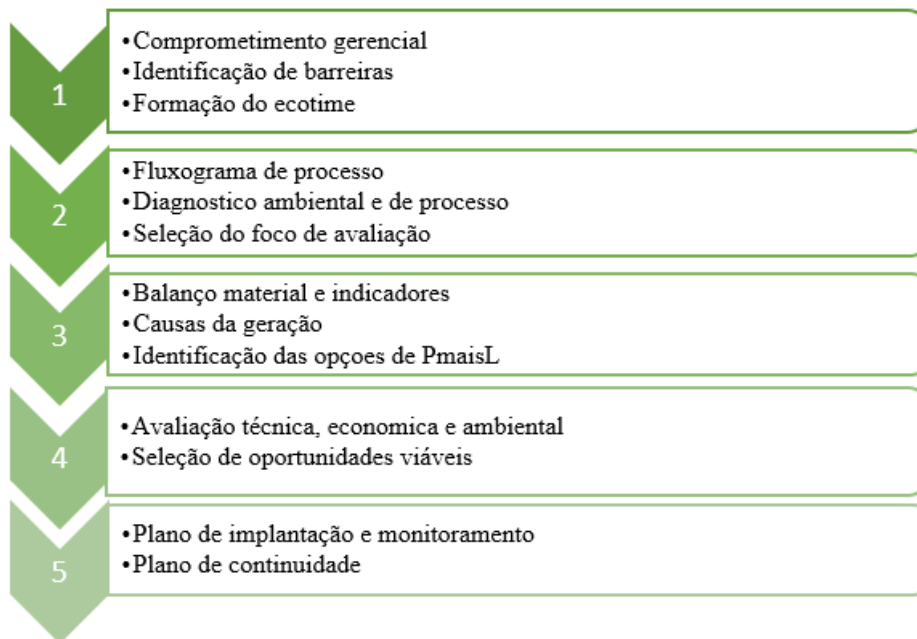
Figura 2: Níveis da Produção Mais Limpa.



Fonte: DIAS DIÓGENES, 2012.

Os passos apresentados na Figura 3 representam as etapas gerais envolvidas na implementação da ferramenta de Produção Mais Limpa. Cada empresa tem a flexibilidade de adaptar esses passos de acordo com suas necessidades e características específicas, porém, o foco central permanece o mesmo: reduzir o impacto ambiental e promover uma produção mais sustentável.

Figura 3: Etapas para implementação de um programa de PmaisL.



Fonte: Adaptado de CNTL SENAI-RS, 2003

De acordo com Tomasi et al, (2006) as finalidades de cada etapa de implementação da PmaisL estão descritas no Quadro 2:

Quadro 2: Finalidade de cada etapa da PmaisL.

Etapas	Finalidade
Primeira etapa	O planejamento e organização das atividades, o que inclui o comprometimento da alta direção e dos funcionários, bem como a formação de um grupo de trabalho dedicado
Segunda etapa	Consiste na pré-avaliação e diagnóstico, na qual são estabelecidas metas e elaborados fluxogramas que servirão de base para a implementação das ações
Terceira etapa	Ocorre uma avaliação mais detalhada dos processos produtivos, na qual são identificadas ações que podem ser implementadas a curto, médio e longo prazo para melhorar o desempenho ambiental da empresa
Quarta etapa	Envolve o estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental das ações propostas, de forma a garantir que elas sejam viáveis para a empresa.
Quinta etapa	Engloba a implementação das ações selecionadas e a elaboração de um plano de continuidade, para garantir que as melhorias ambientais sejam mantidas e aprimoradas ao longo do tempo

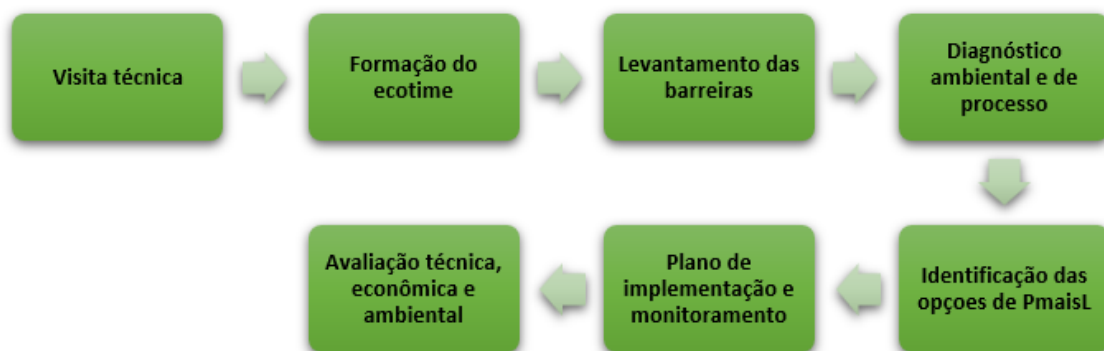
Fonte: Adaptado de TOMASI et al (2006).

3 METODOLOGIA

O estudo foi realizado em uma organização que atua na área da saúde desde 1960 na cidade de Porto Alegre - RS. O hospital pertence a União Federal, é 100% vinculada ao SUS e possui 5 hospitais, 1 Unidade de Pronto Atendimento (UPA), 12 postos de atenção básica, 3 Centros de Atenção Psicossocial (CAPS) e 1 centro de educação tecnológica e pesquisa em saúde, com cerca de 9.874 colaboradores. A organização é responsável por mais de 1 milhão de consultas e 27 mil cirurgias anuais, além de 4 milhões de exames anuais e diagnóstico de mais da metade dos casos esperados de câncer na população de Porto Alegre (GHC, 2022).

O presente estudo adotou a abordagem da Produção Mais Limpa (PmaisL) como uma ferramenta para avaliar a eficácia do gerenciamento de resíduos. A estruturação e aplicação da PmaisL seguiram sete etapas, conforme discutido no item 2.5 do referencial teórico deste trabalho. Essas etapas incluíram desde a execução de visitas técnicas até a realização de avaliações técnicas, econômicas e ambientais das otimizações implementadas. O fluxograma apresentado na Figura 4 ilustra o processo de implementação da PmaisL.

Figura 4: Fluxograma do processo de implementação da PmaisL.



3.1 Visita técnica e formação do Ecotime

A visita técnica foi a primeira etapa de implementação, onde foi conhecido o ambiente e realizada uma reunião com a finalidade de apresentar o conceito da Produção mais Limpa e os diversos benefícios que suas técnicas podem oferecer em diferentes níveis de aplicação. Além disso, foi discutido a importância da criação de um Ecotime, equipe responsável pela pesquisa e implementação da ferramenta.

A formação do Ecotime, foi definida pelo setor de gestão ambiental como uma equipe multidisciplinar composta por cinco membros com diferentes formações profissionais, incluindo técnicos de enfermagem, enfermeiros, engenheiros ambientais e engenheiros químicos. Todos os membros comprometeram-se a participar das etapas de implementação e divulgação da PmaisL.

3.2 Levantamento de barreiras, diagnóstico ambiental e de processo e seleção de técnicas

Durante a terceira fase do estudo, o Ecotime realizou o levantamento das possíveis barreiras que poderiam ser encontradas na implementação da ferramenta de Produção mais Limpa. Foram realizadas reuniões e entrevistas com os colaboradores da organização, para a coleta de informações sobre possíveis obstáculos à adoção da PmaisL.

No diagnóstico ambiental, foram identificadas as questões legais que a instituição deve atender para estar em conformidade com a legislação. Já no diagnóstico de processos, a equipe multidisciplinar levantou a classificação do resíduo gerado, o fluxo do resíduo na instituição e identificou possíveis falhas nos processos.

Com base nas informações coletadas, a equipe avançou para a fase de seleção das técnicas de Produção mais Limpa que poderiam ser aplicadas, bem como, suas oportunidades de melhoria para otimizar os processos e reduzir as falhas operacionais.

3.3 Avaliações, plano de implementação e monitoramento

Antes da fase de implementação, foi conduzida uma avaliação técnica das oportunidades de melhoria em conjunto com os setores de controle de infecção e segurança do trabalho para garantir que essas oportunidades estejam em conformidade com as questões técnicas e de saúde e segurança ocupacional.

Com as oportunidades de melhoria determinadas, foi avaliado os possíveis impactos ambientais que as alterações poderiam trazer em comparação com o que se tem nos processos atualmente, ou seja, se as alterações não iriam apresentar riscos ao meio ambiente.

Para as possibilidades de melhoria identificadas pelo Ecotime, foi elaborado um plano específico de implementação e monitoramento para cada falha encontrada. Nessa etapa, foram definidas as alternativas a serem implementadas, bem como o plano de implementação e monitoramento correspondente.

No plano de implementação do processo de gerenciamento para o resíduo químico líquido, foram realizados testes preliminares para determinar a eficiência da nova tecnologia de solidificação em todas as variações das características físicas, químicas e de reatividade que esse tipo de resíduo pode apresentar.

3.4 Avaliação dos custos com a disposição dos resíduos

Para avaliar os custos de implementação das melhorias, realizou-se um levantamento e uma comparação dos custos atuais com os custos após a implementação das melhorias e os custos futuros. No processo de gerenciamento de resíduos, ocorre variação na forma de cobrança, dependendo do tipo de resíduo. Alguns são tarifados com base no peso, enquanto outros possuem custo por unidade.

A instituição lida com quantidades variáveis de resíduos que são tratados e destinados corretamente mensalmente. No caso dos resíduos tarifados com base no peso e volume, foi realizado o cálculo da média considerando os três meses anteriores à otimização do processo e os três meses seguintes à mudança. Essa abordagem foi adotada

para obter uma precisão aprimorada nos cálculos, utilizando a Equação 1.

$$\bar{M} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{3} \quad (1)$$

Onde:

\bar{M} = Média do resíduo gerado por mês (kg ou L)

x_i = Somatório dos resíduos gerados por mês (kg/mês ou L/mês)

3 = Quantidade de meses avaliados. (mês)

O cálculo do custo médio gerado, em relação as médias de resíduos, para a instituição antes e depois das alterações nos processos, se utilizou a Equação 2:

$$Pm = \bar{M} \times C \quad (2)$$

Onde:

Pm = Custo médio mensal antes ou depois das alterações (R\$/mês)

\bar{M} = Média dos resíduos antes ou depois da implementação (kg/mês ou L/mês)

C = Custo do tratamento do resíduo. (R\$/Kg ou R\$/L)

Com a implementação da mudança na tecnologia no gerenciamento de resíduos líquidos, estima-se que haverá uma queda na geração mensal, pois apenas as áreas de grande geração, que representam cerca de 30% do resíduo total líquido gerado, ainda terão recolhimento mensal. Foi estimado que, para as demais áreas, será necessário o recolhimento após 120 dias, quando atingirem o limite de segurança de 2/3 do volume da bombona em que estão inseridas.

O custo atingirá seu ponto máximo a cada 120 dias. No entanto, para avaliar a economia a longo prazo, esse valor estimado foi distribuído entre os meses em que apenas as áreas de maior geração incorreram em custos. Esse cálculo foi realizado utilizando a Equação 3, a fim de determinar a economia total ao longo do período considerado.

$$VD = \frac{P_p}{4} \quad (3)$$

Onde:

VD = Custo distribuído por mês (R\$/mês)

P_p = Custo obtido no seu pico máximo depois das alterações (R\$)

4 = Quantidade de meses que o valor será distribuído (mês)

O cálculo do custo unitário (C_u) para os resíduos que se paga pela quantidade, o volume ou o peso são as unidades de medida para obtenção do valor unitário, no qual utilizou a Equação 4.

$$C_u = U \times R\$ \quad (4)$$

Onde:

C_u = Custo unitário (R\$/unidade)

U = Volume/peso da unidade (L ou Kg)

R\$ = Preço por volume/peso (R\$/L ou R\$/Kg)

O custo mensal da quantidade de unidades presentes na instituição foi determinado utilizando a Equação 5.

$$C_m = Q \times C_u \quad (5)$$

Onde:

C_m = Custo mensal / Custo inicial para implementação (R\$)

Q = Quantidade de unidades que a instituição possui (unidade)

C_u = Custo unitário (R\$/unidade)

O valor encontrado na utilização da Equação 3 (VD), que foi distribuído ao longo dos meses, foi somado ao valor do C_m , que corresponde à compra da nova tecnologia, para cada mês. Além disso, foi considerado o C_m mensal referente à coleta e destino do resíduo que ainda é gerado mensalmente após a implementação. Esses valores foram somados para obter o custo mensal da coleta, tratamento e destino corretos com a nova tecnologia de solidificação conforme Equação 6.

$$C_s = VD + C_m \text{ tecnologia} + C_m \text{ coleta} \quad (6)$$

Onde:

C_s = Custo mensal cobrado para coleta, tratamento e destino do resíduo (R\$/mês)

VD = Custo distribuído por mês (R\$/mês)

$C_m \text{ tecnologia}$ = Custo mensal da aquisição dos sachês solidificante (R\$/mês)

$C_m \text{ coleta}$ = Custo mensal da coleta e destino do resíduo gerado (R\$/mês)

O cálculo para a obtenção da economia mensal média da diferença dos custos antes

das implementações e depois das alterações do tratamento do resíduo foi utilizando a Equação 7:

$$E = (Pm \text{ depois ou } Cm \text{ depois}) - (Pm \text{ antes ou } Cm \text{ antes}) \quad (7)$$

Onde:

E = Economia mensal média (R\$/mês)

Pm depois = Custo médio mensal após implementação (R\$/mês)

Cm depois = Custo mensal após implementação (R\$/mês)

Pm antes = Custo médio mensal antes da implementação (R\$/mês)

Cm antes = Custo mensal antes da implementação (R\$/mês)

As economias projetadas na implementação das melhorias a longo prazo foram calculadas utilizando a Equação 8:

$$E_{projetadas} = E * t \quad (8)$$

Onde:

E_{projetadas} = Economias projetadas a longo prazo. (R\$)

E = Economia mensal média. (R\$/mês)

t = Tempo (meses)

O investimento inicial será recuperado em um determinado tempo a depender de quanto gera de economia mensalmente em comparação com o custo anterior. Para determinar o tempo para o retorno financeiro do investimento inicial (payback) foi utilizado a Equação 9.

$$payback = \frac{Cm}{E} \quad (9)$$

Onde:

Payback = tempo para o retorno financeiro (meses)

Cm = Custo inicial para implementação (R\$)

E = Economia mensal média (R\$/mês)

Para realizar uma comparação dos resultados antes e após a implementação da PmaisL, foi estabelecido que a análise seria baseada na média dos três meses anteriores à mudança e nos três meses subsequentes. O mesmo procedimento será aplicado ao resíduo líquido, utilizando projeções do que é esperado para os três meses seguintes. Dessa forma,

será possível avaliar e comparar os efeitos da mudança ao longo do tempo de maneira mais precisa e consistente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Visita técnica e formação do Ecotime

Durante a visita técnica realizada, foi constatado que a instituição é composta por diversas filiais, cada uma com suas próprias rotinas e abrigos temporários para os resíduos. No entanto, foi verificado que alguns desses abrigos apresentam condições inadequadas, evidenciando a necessidade de reformas para melhor adequação, tanto nas filiais quanto no hospital referência.

A equipe do Ecotime formada, já é responsável pelos processos de resíduos da instituição, ou seja, possui familiaridade com as atividades diárias envolvidas, mas muitas vezes deixava de lado a oportunidade de estudar e otimizar esses processos. Com a apresentação da ferramenta de Produção mais Limpa, a equipe demonstrou interesse e disponibilidade para desenvolver o cronograma a fim de implementar melhorias e aprimorar o gerenciamento dos resíduos, visando reduzir custos e riscos ocupacionais.

4.2 Levantamento de barreiras, diagnóstico ambiental e de processo e seleção de técnicas

As possíveis barreiras aos pontos de melhorias no processo que poderiam ser implementadas identificadas pelo Ecotime estão apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3: Identificação de barreiras de implementação da PmaisL

Barreiras	Categorias
Conceituais	- Falta de conhecimento sobre a PmaisL - Resistência a mudança de rotinas - Indiferença: falta de comprometimento em entender a importância da separação correta dos resíduos e o que isso pode acarretar para a instituição e para o meio ambiente.
Organizacionais	- Infraestrutura inadequada: os locais dos abrigos precisam de reformas e não estão em locais estratégicos.
Técnicas	- Dificuldades operacionais por se tratar de resíduos perigosos e requerem tratamento especial - Complexidade dos processos de atendimento ao paciente
Econômicas	- Limitações financeiras para investimentos iniciais
Políticas	- A falta de regulamentações e normas sobre como implementar a ferramenta em ambiente hospitalar

Com base nos dados apresentados no Quadro 3, as barreiras identificadas indicam que os principais desafios para implementação da ferramenta estão relacionados às rotinas consolidadas ao longo de anos pelos colaboradores e a falta de compreensão sobre a importância da correta separação de resíduos, especialmente os perigosos, em um ambiente com alta circulação de pessoas.

No que diz respeito aos requisitos legais, foi evidenciado que os diferentes empreendimentos da instituição estão em conformidade com os requisitos urbanísticos e ambientais, como por exemplo, as Licenças de Operação (LO's) dos hospitais que são renovadas anualmente pela equipe de Gestão Ambiental.

As Licenças de Operação dos hospitais do grupo não possuem validade de 5 anos como é a grande maioria dos casos, pois os hospitais não possuem o Alvará de Prevenção e Proteção de Combate a Incêndio (APPCI), mas como um hospital é considerado um serviço essencial e não pode encerrar suas atividades, essa é uma licença especial de funcionamento de caráter emergencial que tem validade de um ano e com possibilidade de renovação.

Em relação aos resíduos gerados em toda a instituição, foram identificados os 5 grupos característicos dos resíduos hospitalares (Grupo A, B, C, D e E). Durante as etapas do processo de gerenciamento, foram identificadas falhas tanto no descarte dos resíduos quanto na segurança ocupacional durante o manuseio dos resíduos nas áreas e nos abrigos temporários, como apresentado no Quadro 4.

A análise criteriosa dos processos permitiu a identificação de oportunidades de melhoria que foi apresentado no Quadro 4, levando à elaboração de um plano de ação específico para cada falha identificada. No entanto, nem todas as ações propostas foram implementadas, e não foi desenvolvido um plano de monitoramento para acompanhar o progresso dessas ações não implementadas.

A oportunidade identificada no Quadro 4 nos resíduos recicláveis não foi implementada devido às barreiras institucionais tais como: exigências burocráticas, restrições de espaço físico e altos custos de investimento necessários para a realização de um projeto de readequação.

Quadro 4: Oportunidades de melhoria das falhas dos processos

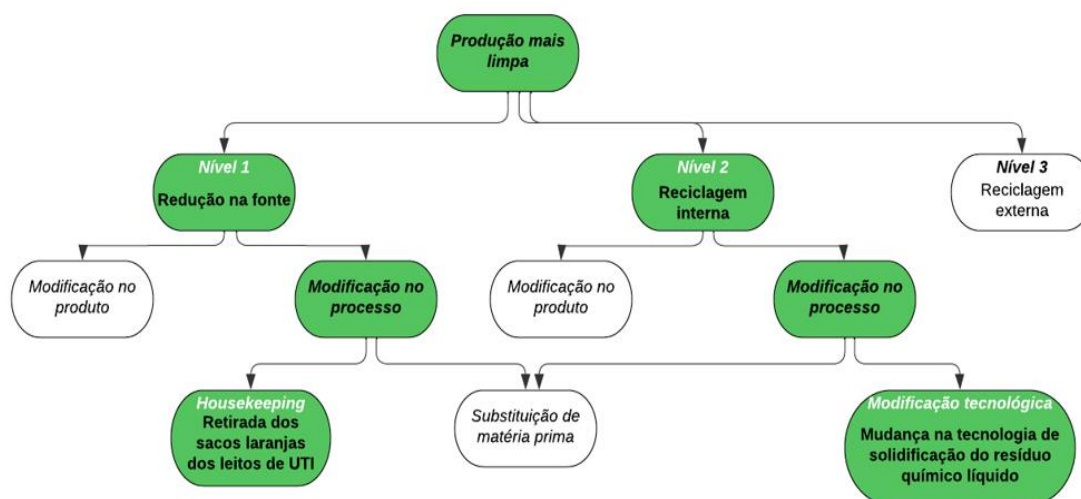
Processo	Falha identificada	Oportunidade de melhoria	Houve plano de implementação?
Resíduo reciclável	Recorrência de descartes incorretos, expondo os recicladores a resíduos muitas vezes infectantes.	Realocação do abrigo externo de resíduo reciclável para evitar o descarte incorreto de materiais recicláveis na compactadora de não recicláveis. Isso ocorre devido à proximidade desta e à necessidade de subir rampa para acessar o reciclável, o que resulta no estímulo a um hábito inadequado por parte dos colaboradores.	Não
Resíduo químico sólido	Em áreas críticas, onde é gerada uma grande quantidade de resíduos devido à complexidade dos processos de assistência ao paciente, ocorre o descarte de muitos resíduos infectantes. No entanto, esses resíduos deveriam ser colocados na lixeira de saco branco, mas são encontrados no saco de cor laranja, o que gera falhas no processo e um custo maior para a instituição.	Remoção das lixeiras contendo sacos laranjas presentes dentro dos leitos da UTI, sendo realocadas para o exterior próximo à porta de saída. Esta medida teve como finalidade evitar o descarte de resíduos não químicos nos recipientes próprios para acondicionamento de resíduos químicos. Além disso, esta ação proporcionou a redução de custos adicionais para a instituição pois o resíduo infectante (saco branco) tem um custo menor no tratamento e disposição do resíduo se comparado ao químico (saco laranja).	Sim
Resíduo químico líquido	Nos postos de saúde, é preenchida uma quantidade pequena das bombonas de 5 litros após os 30 dias, o que gera um custo desnecessário de bombonas cheias. Além disso, há um gasto extra com o deslocamento das bombonas dos postos até o hospital referencial mensalmente. Essa situação apresenta um risco para os funcionários e pacientes durante o transporte dos resíduos, podendo ocasionar acidentes. Dependendo do químico líquido presente em cada bombona, também pode haver a emissão de um odor que, em caso de inalação, pode causar problemas de saúde.	Uso de um agente solidificante em sachê para transformar o líquido em substância gelatinosa nas bombonas de 5 litros, reduzindo o odor gradualmente e permitindo o descarte desses resíduos como químicos sólidos imediatamente após serem retirados das áreas de geração. Esta ação proporcionou uma economia no valor por bombona no custo com o destino correto do resíduo.	Sim
Resíduo perfurocortante	Foi identificada uma falha na montagem das caixas para resíduos perfurocortantes (descarpac), juntamente com a recorrência de não cumprimento do enchimento até o limite de segurança. Isso resulta em caixas com excesso de resíduos, aumentando o risco ocupacional para os profissionais envolvidos. Além disso, foi observado que em diversas áreas há uma prática de envolver as caixas descarpac com fitas para lacrá-las, mesmo que isso não seja imprescindível. Essa ação aumenta o risco de perfuração da caixa e pode levar a acidentes envolvendo os funcionários responsáveis pelo processo de lacração.	A implementação de identificação nas caixas de perfurocortante permite rastrear o enchimento até o limite adequado e identificar áreas que apresentam o hábito de lacrar as caixas utilizando fita adesiva. Isso possibilita uma melhor rastreabilidade do descarte e controle do fluxo de resíduos perfurocortantes.	Não

Devido à limitação de recursos humanos e ao fato de que os outros dois processos de gestão de resíduos estavam em um estado mais crítico, a identificação das caixas de resíduos perfurocortantes não foi implementada. Embora seja uma melhoria importante a ser feita, o Ecotime optou por priorizar as outras opções, dessa forma, a identificação das caixas foi deixada como uma opção para ser implementada futuramente, após o sucesso das melhorias realizadas.

As oportunidades que foram implementadas estão relacionadas aos resíduos químicos do Grupo B, nas formas sólida e líquida, sendo sua geração mais significativa nas áreas de Unidades de Terapia Intensiva (UTI). Essa unidade foi considerada pelo Ecotime o local mais adequado para a primeira fase da implementação e para o monitoramento das ações. No hospital referência, a UTI é composta por quatro áreas distintas, denominadas área 1, área 2, área 3 e área 4, totalizando 56 leitos distribuídos entre elas.

Com base nas oportunidades de melhorias implementadas, foram identificados os níveis de atuação da tecnologia de Produção Mais Limpa, conforme ilustrado na Figura 5 representados na cor verde.

Figura 5: Níveis de produção mais limpa aplicadas as falhas dos processos



Uma das oportunidades de melhorias implementadas se enquadra no nível 1 por se tratar de uma modificação no processo que causa uma redução na fonte de forma simples, por se tratar de práticas de *housekeeping*, que envolvem treinamentos realizados no local e reorganização das lixeiras. Já o Nível 2 refere-se à implementação da

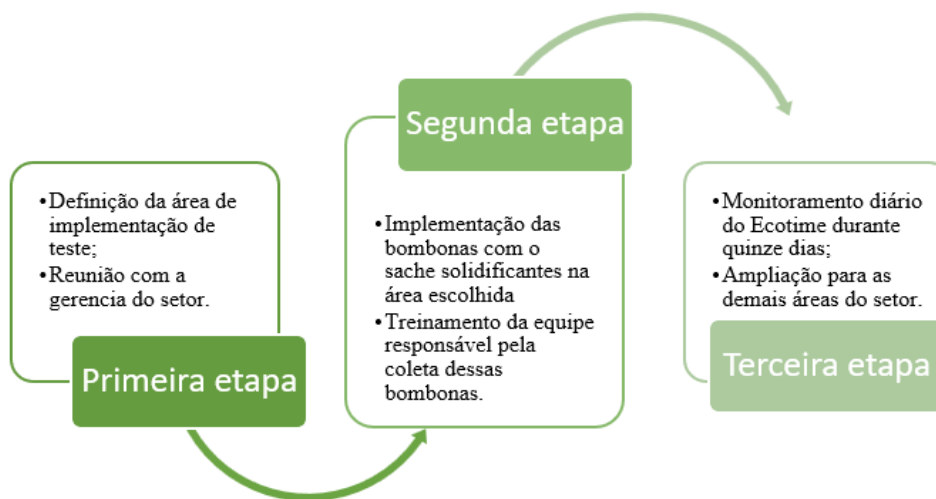
reciclagem interna, incluindo a modificação do processo para a troca de tecnologia permitindo a solidificação do químico líquido direto nas bombonas quando ainda estão sendo usadas nas áreas e não mais com uma empresa terceirizada após o recolhimento para o abrigo temporário.

4.3 Plano de implementação, monitoramento e avaliações

4.3.1 Resíduo químico líquido

O plano de implementação para os resíduos químicos líquidos estabelecido pelo Ecotime em colaboração com a gerência da UTI, escolheu a "área 1" como a primeira região para a implantação que contém 14 leitos e 3 bombonas. O fluxograma representado na Figura 6 apresenta as etapas de implementação e monitoramento do resíduo químico líquido.

Figura 6: Fluxograma do plano de implementação e monitoramento do resíduo químico líquido.



A segunda etapa do plano de implementação dos resíduos químicos líquidos envolveu a realização de treinamentos para a equipe responsável pela coleta e troca das bombonas nas áreas selecionadas. De acordo com as especificações técnicas, uma bombona de 5 litros requer o uso de 5 sachês do pó solidificante. No entanto, considerando que as bombonas serão preenchidas até 2/3 de sua capacidade, a equipe de higienização foi orientada a colocar 4 sachês em cada bombona. Além disso, a equipe da área foi treinada para se familiarizar com a nova tecnologia e compreender como lidar com as bombonas que contêm o pó solidificante no fundo.

A última parte do plano de implementação e monitoramento incluiu a rotina de auditorias internas diárias durante duas semanas para verificar a eficiência da solidificação dos químicos líquidos e conversar com a equipe de coleta e de assistência para saber se estava tudo ocorrendo como esperado. Após essas duas semanas de auditorias internas específicas para acompanhar o processo de solidificação, foi expandido para as outras três áreas da UTI para mais trinta dias de auditorias semanais internas específicas.

O cronograma de implementação e monitoramento do projeto é detalhado na Figura 7, que mostra as etapas que já foram iniciadas em 2023 e aquelas que serão realizadas até o final do ano, distribuídas ao longo dos meses.

Figura 7: Cronograma de implementação e monitoramento do químico líquido

QUÍMICO LÍQUIDO	PRIMEIRO QUARTO - 2023				SEGUNDO QUARTO - 2023				TERCEIRO QUARTO - 2023			
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Definição da área e reunião com a gerencia do setor	█	█										
Contato com o fornecedor para recebimento das amostras		█	█									
Testes preliminares de eficiência			█	█								
Implementação na primeira área				█	█	█	█					
Auditorias				█	█	█	█	█	█	█	█	█
Implementação nas outras áreas e calculo dos custos					█	█	█	█	█			

Após a conclusão das auditorias mensais em novembro e a consolidação da mudança como efetiva, o uso do sachê solidificante não será mais parte de um plano de implementação e monitoramento, passando a ser parte da rotina operacional. Portanto, a partir de dezembro, as auditorias serão conduzidas de acordo com a frequência e divisão já estabelecidas pelo Ecotime para as demais áreas da instituição, não sendo necessário realizar auditorias específicas para acompanhamento da solidificação.

Para a avaliação ambiental da modificação tecnológica do processo foi conferido com o fornecedor a Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) do sachê de solidificação. O produto em questão não apresenta eco toxicidade, não possui potencial de bioacumulação em organismos aquáticos e não são conhecidos efeitos adversos ambientais associados a ele. Ao ser colocado dentro das bombonas, o sachê

reage com o líquido químico, formando uma substância sólida que é descartada juntamente com os resíduos químicos sólidos, sem causar impacto ambiental.

Na avaliação técnica com a realização de testes preliminares a implementação, foi constatado que os sachês apresentaram alta eficiência na solidificação de medicamentos líquidos, ácidos e formol. No entanto, ao serem adicionados em bombonas com álcool, ocorreu apenas a neutralização do odor, sendo necessária a adição de uma maior proporção por litro, cerca de 1 sachê e meio, para se obter o resultado desejado da solidificação do resíduo.

Para análise dos resultados da implementação do sachê solidificante, foi realizada uma reunião entre as equipes de controle de infecção, segurança do trabalho e o Ecotime. A finalidade dessa reunião foi discutir a eficácia do sachê solidificante na transformação do resíduo líquido em uma forma sólida e avaliar seu impacto social como uma medida de redução de riscos ocupacionais.

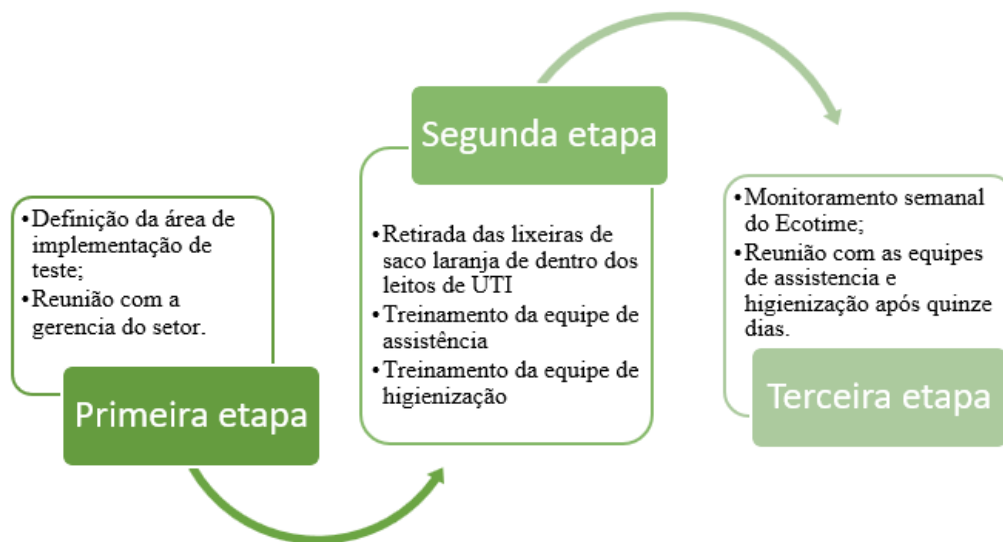
Foi verificado que a solidificação do resíduo reduz significativamente o risco de derramamento e odores tóxicos, garantindo maior segurança aos funcionários, pacientes e seus familiares que circulam pela instituição. Foi definido na reunião, portanto, que os sachês solidificantes seriam utilizados em todas as áreas da instituição, permitindo que as bombonas permanecessem até atingirem o limite de segurança, sem a necessidade de recolhê-las após 30 dias como era antes da mudança da tecnologia.

4.3.2 Resíduo químico sólido

O plano de implementação para os resíduos químicos sólidos, desenvolvido pelo Ecotime em colaboração com a gerência de UTI definiu que a implementação seria realizada em todas as quatro áreas da UTI conforme a Figura 8 que ilustra as etapas de implementação e monitoramento do resíduo químico sólido.

Na segunda etapa do plano de implementação de resíduos químicos sólidos, foram realizadas diversas mudanças visando à melhoria do processo. A primeira delas consistiu na retirada das lixeiras de saco laranja de dentro dos leitos da UTI, as quais foram deslocadas para o lado de fora das portas com o auxílio da equipe de higienização.

Figura 8: Fluxograma do plano de implementação e monitoramento do resíduo químico sólido.



Além disso, foram realizados treinamentos presenciais para as equipes de assistência em todos os turnos, com o objetivo de apresentar a nova rotina de descarte de resíduos durante a prestação de cuidados aos pacientes. A equipe de higienização do setor também recebeu treinamento para se familiarizar com o novo layout das lixeiras, embora a rotina de coleta tenha permanecido a mesma. Esses treinamentos visaram garantir que todos os profissionais envolvidos estivessem cientes das mudanças e capacitados para seguir as diretrizes de descarte adequado de resíduos.

Após a capacitação das equipes envolvidas, o Ecotime assumiu a responsabilidade de conduzir auditorias semanais para monitorar o processo de implementação durante o primeiro mês. Durante essas auditorias, foi observada uma redução significativa de descartes incorretos desse tipo de resíduo já na primeira semana, e essa melhoria foi progredindo gradualmente ao longo do primeiro mês de implementação.

Com duas semanas de implementação, uma reunião foi realizada com as equipes de assistência do setor, que apresentaram como uma desvantagem a retirada das lixeiras de saco laranja a diminuição na agilidade do atendimento aos pacientes que precisavam de intervenção emergencial. Finalizados um mês da mudança de rotina (*housekeeping*), foi realizada uma nova reunião em que a equipe relatou que já havia se adaptado com a nova configuração e não havia mais dificuldades em manter essa forma.

O cronograma de implementação e monitoramento do projeto é detalhado na Figura

9, que mostra as etapas que já foram iniciadas no ano de 2022 e aquelas que serão realizadas até a metade do ano de 2023, distribuídas ao longo dos meses.

Figura 9: Cronograma de implementação e monitoramento

QUÍMICO SÓLIDO	TERCEIRO QUARTO - 2022				PRIMEIRO QUARTO - 2023				SEGUNDO QUARTO - 2023			
	SEP	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO
Definição da área e reunião com a gerencia do setor	█	█										
Retirada das lixeiras de saco laranja dos leitos de UTI		█										
Treinamentos com a equipe de assistência e enfermagem		█										
Reuniões			█	█								
Auditorias		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Calculo dos custos			█	█	█	█	█	█	█	█		

Após a implementação da remoção das lixeiras dos leitos hospitalares, foi constatada uma redução significativa no descarte de resíduos químicos sólidos, o que contribuiu para a diminuição dos descartes inadequados. Essa mudança resultou em um impacto ambiental mais positivo do que o observado anteriormente, evidenciando os benefícios da nova abordagem de gerenciamento de resíduos.

Essa alteração na gestão de resíduos permitiu reduzir a quantidade de resíduos que não requerem o mesmo tipo de tratamento e podem ser encaminhados para destinações finais diferentes, como os aterros sanitários, resultando em uma gestão de resíduos mais eficiente. A mudança na localização das lixeiras de resíduos químicos sólidos não causou alterações significativas nos riscos ocupacionais nem na eficiência dos serviços de saúde, respeitando as normas institucionais e garantindo a adequada assistência aos pacientes.

Após a conclusão das auditorias mensais em maio, a localização das lixeiras de saco laranja foi incorporada à rotina diária, deixando de ser considerada uma modificação. As auditorias subsequentes serão conduzidas com a mesma frequência pela equipe de Gestão Ambiental, abrangendo o monitoramento dos descartes de todos os tipos de resíduos gerados nos leitos, não se limitando apenas aos resíduos químicos sólidos.

4.4 Custos

4.4.1 Resíduo químico líquido

O Quadro 5 resume os custos antes e depois da implementação da modificação na tecnologia de solidificação, bem como exibe projeções de custos e economias a longo prazo.

Quadro 5: Resumo dos custos e economias com a disposição do resíduo líquido.

Resíduos químicos líquidos					
Antes da implementação			Depois da implementação		
Descrição	Unidade	Valor	Descrição	Unidade	Valor
Valor pela coleta, tratamento e destino antes da implementação	R\$/L	1,20	Custo unitário por sachê solidificante	R\$/sachê	0,83
Valor por bombona de 5 litros antes da implementação (Cu)	R\$/bombona	6,00	Custo do químico sólido	R\$/kg	3,10
Média de químicos líquidos solidificados mensalmente dentro da instituição (\bar{M})	L/mês	2.100	Média de químicos líquidos gerado mensalmente após a implementação (\bar{M})	L	420
Gasto total mensal com a disposição correta do resíduo antes da implementação (Pm)	R\$/mês	2.520,00	Custo da bombona de 100 litros para coleta, tratamento e destino. (Cm)	R\$	62,00
Economia mensal com a implementação do sachê (E)	R\$/mês	820,00	Quantidade de bombonas recolhidas mensalmente após a implementação	Unidade/mês	9
Economia anual com a implementação do sachê (Eprojetadas)	R\$/ano	9.840,00	Investimento inicial (Cm)	R\$	1.394,40
Economia anual com a implementação do sachê	%	32	Gasto para a disposição do resíduo no seu ponto máximo (Cm)	R\$	3.130,40
Payback	meses	3	Gasto para a disposição dos resíduos das áreas de grande geração ($\sum Cm$)	R\$/mês	906,60
			Gasto total mensal com a disposição correta do resíduo depois da implementação (Cs)	R\$/mês	1.700,00
			Custo por bombona de 5 litros após a implementação (Cu)	R\$/bombona	4,04

Antes da implementação da tecnologia de solidificação, os resíduos líquidos eram cobrados com base no volume em litros, independentemente da quantidade real contida em cada bombona. Nesse caso, a empresa cobrava o preço correspondente a uma bombona cheia.

Após a introdução da nova tecnologia de solidificação, os resíduos passaram a ser tratados e descartados na forma sólida. Eles passaram a ser cobrados como resíduos químicos sólidos, cujo preço é baseado no peso em quilogramas (Kg). Além disso, todas as bombonas são recolhidas somente quando preenchidas com 2/3 do volume total, respeitando o limite de segurança estabelecido.

A empresa terceirizada responsável pela coleta, tratamento (solidificação) e destino dos resíduos químicos líquidos cobra da instituição R\$ 1,20 por litro de resíduo líquido. Considerando que cada bombona tem capacidade para 5 litros, o custo por bombona é de R\$ 6,00.

Com base nos relatórios mensais dos últimos 3 meses antes da mudança de tecnologia do processo enviados pela empresa terceirizada ao Ecotime, mostraram uma média de 2.100 litros de resíduo líquido gerado mensalmente. A instituição gastou, em média, R\$ 2.520,00 mensalmente para a solidificação desses resíduos na unidade geradora, contratando a empresa terceirizada.

Para viabilizar a transição para o processo de solidificação, a instituição adquiriu do fornecedor uma quantidade suficiente de sachês solidificantes em pó para atender à média mensal de resíduo líquido. Cada sachê teve o custo de R\$ 0,83, e embora o fornecedor tenha recomendado a utilização de 1 sachê por litro, a equipe optou por adquirir 4 sachês para cada bombona de 5 litros. Essa escolha foi feita considerando que as bombonas permanecem nas áreas apenas até atingirem o limite de segurança, gerando um volume máximo de 1.680 litros. O investimento inicial necessário totalizou R\$ 1.394,40.

O resíduo líquido solidificado será coletado por uma empresa terceirizada como resíduo sólido e armazenado em bombonas de 100 litros. Em média, uma bombona de 100 litros pode acomodar cerca de 15 bombonas de 5 litros, resultando em um peso médio de aproximadamente 20 kg. Para a coleta, tratamento e destinação adequada dos resíduos químicos sólidos, a empresa terceirizada cobra R\$ 3,10 por quilo. Isso totaliza um custo de R\$ 62,00 para cada bombona de 100 litros recolhida, juntamente com as bombonas de 5 litros contidas dentro dela.

Com a implementação da solidificação instantânea do resíduo químico líquido, apenas as áreas de grande geração, que correspondem a 420 litros, continuarão sendo

recolhidas mensalmente. Para as demais áreas, estima-se que a coleta só será necessária após 120 dias. Mensalmente, será necessário adquirir sachês solidificantes suficientes para as 126 bombonas (420 litros), resultando em um custo mensal de R\$ 348,60.

Com base na estimativa de que a cada 120 dias todas as áreas da instituição terão suas bombonas recolhidas, nesse ponto ocorrerá um gasto de R\$ 1.736,00 para a disposição do resíduo no seu ponto máximo. Além disso, será necessário adquirir sachês para os 1.680 litros (totalizando R\$ 1.394,40), resultando em um custo total de R\$ 3.130,40. Nos demais meses, o custo será composto apenas pela disposição dos 420 litros (R\$ 558) e pela compra dos sachês para as bombonas das áreas de maior geração (R\$ 348,60), totalizando um custo mensal de R\$ 906,60.

Essa diferença de valor nos meses em que houver apenas os 420 litros resultará na economia da disposição do resíduo em comparação com o valor anterior à implementação. O valor pago a cada 120 dias será distribuído nos meses em que não ocorre o ponto máximo de gasto, resultando em um valor a ser distribuído (VD) de R\$ 782,60 mensais. Com a adição do VD aos valores de C_m tecnologia e C_m tratamento mensais após a implementação, o gasto mensal com a disposição do resíduo será de aproximadamente R\$ 1.700,00, gerando uma economia mensal de R\$ 820,00 em comparação com o custo anterior à implementação.

O custo de implementação inicial (payback) será recuperado em aproximadamente 3 meses após a implementação. Além disso, o custo por bombona de 5 litros diminuirá de R\$ 6,00 para R\$ 4,04, resultando em uma expectativa de economia anual de cerca de R\$ 9.840,00. Isso representa uma redução de 32% nos custos totais relacionados à disposição adequada dos resíduos ao longo do ano.

4.4.2 Resíduo químico sólido

O Quadro 6 resume os custos antes e depois da implementação das práticas de *housekeeping*, bem como exibe projeções de custos e economias a longo prazo. No caso do resíduo sólido, não foram necessários gastos adicionais para a implementação, uma vez que se tratou de uma mudança de rotina, com retorno econômico imediato.

Com base nos relatórios enviados pela empresa terceirizada, que registram as coletas e os respectivos pesos dos resíduos coletados ao longo do mês, a instituição constatou uma média mensal de 5.480 kg de resíduos químicos sólidos nos três meses

anteriores à mudança na disposição das lixeiras.

Quadro 6: Resumo dos custos e economias com a disposição do resíduo sólido.

Resíduos químicos sólidos					
Antes da implementação			Depois da implementação		
Descrição	Unidade	Valor	Descrição	Unidade	Valor
Geração média dos resíduos sólidos antes da implementação (\bar{M})	Kg/mês	5.480,00	Geração média dos resíduos sólidos depois da implementação (\bar{M})	kg	4.200,00
Valor pela coleta, tratamento e destino antes da implementação	R\$/kg	3,10	Valor pela coleta, tratamento e destino depois da implementação	R\$/kg	3,10
Gasto total mensal com a disposição correta do resíduo antes da implementação (Cm)	R\$/mês	17.000,00	Gasto total mensal com a disposição correta do resíduo depois da implementação (Cm)	R\$/mês	13.000,00
Economia mensal com a alteração na rotina (E)	mês	4.000	Investimento inicial	R\$	0
Economia anual com a alteração de rotina (Eprojetadas)	RS/ano	48.000	Economia anual com a alteração de rotina	%	23

A empresa terceirizada cobra um valor de R\$ 3,10 por quilo para recolher, tratar (autoclavar) e destinar corretamente esses resíduos, resultando em um custo mensal aproximado de R\$ 17.000,00. Após três meses de implementação, com a remoção das lixeiras de saco laranja dos leitos da UTI, o resíduo sólido tratado pela empresa reduziu para 4.200 kg mensais.

A diminuição na geração de resíduos evidenciada nos relatórios trimestrais subsequentes à implementação pode ser atribuída à realocação estratégica das lixeiras, afastando-as dos leitos e tornando-as menos visíveis. Paralelamente, durante as auditorias do plano de monitoramento, constatou-se uma redução significativa nas incidências de descarte inadequado de outros tipos de resíduos nos sacos identificados pela cor laranja.

Essa redução mensal no descarte de resíduos químicos sólidos resultou em uma economia de aproximadamente R\$ 4.000,00 mensais para a instituição. Mantendo essa economia média ao longo do ano, espera-se obter uma economia total anual de R\$ 48.000,00 (cerca de 23%) no tratamento e destinação adequada dos resíduos do Grupo B sólidos.

A implementação da ferramenta de produção mais limpa mostrou-se eficiente, conforme evidenciado pelos resultados obtidos, resultando em reduções significativas nos custos a longo prazo. Essa eficiência foi alcançada por meio da mudança de hábitos, treinamentos realizados no local e aumento do tempo de armazenamento das bombonas nas áreas designadas. Além disso, o uso de sachês para a solidificação apresenta um custo menor em comparação à contratação de uma empresa terceirizada para realizar o mesmo processo. A diminuição no descarte incorreto no saco laranja também contribuiu para a redução dos custos com o tratamento dos resíduos.

No mês de maio de 2023, o novo conselho diretivo da instituição concedeu plena autoridade ao Ecotime para realizar projetos e implementar as melhorias identificadas durante o estudo, que encontraram obstáculos econômicos durante a sua execução.

5 CONCLUSÃO

As otimizações dos processos realizadas por meio da ferramenta de PmaisL proporcionaram impactos sociais refletindo em um ambiente de trabalho mais seguro e na melhoria da qualidade da assistência ao paciente. A redução dos riscos ocupacionais contribuiu para um ambiente laboral mais protegido, enquanto os treinamentos realizados fortaleceram a conscientização sobre a gestão adequada de resíduos, resultando em uma maior proteção ao meio ambiente.

Ao promover práticas mais seguras e sustentáveis, o trabalho contribuiu para a construção de um ambiente hospitalar mais saudável e resiliente. Com base no que foi alcançado nesse trabalho, é recomendado que outras instituições de saúde considerem a implementação de abordagens semelhantes visando melhorias na gestão de resíduos e no cuidado com a saúde e o bem-estar de seus profissionais e pacientes.

A implementação da ferramenta de Produção mais Limpa na empresa demonstrou que mudanças simples podem gerar resultados satisfatórios, sem grandes investimentos ou mudanças de rotina. Isso reforça a importância de ter uma equipe responsável e uma empresa comprometida em implementar as melhorias, visando a eficiência e a sustentabilidade.

O sucesso desse projeto também ressalta que a adoção de práticas sustentáveis pode ser uma estratégia vantajosa para empresas, melhorando seu desempenho econômico, social e ambiental. O acompanhamento e a análise dos resultados decorrentes das futuras

implementações de melhorias ficam como recomendação para trabalhos subsequentes.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer às pessoas que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, em especial à minha orientadora, cuja disponibilidade e prontidão em me auxiliar foram inestimáveis. Também gostaria de agradecer à equipe de Gestão Ambiental do Grupo Hospitalar Conceição, que me acolheu calorosamente durante meu tempo de estágio com eles e toda ajuda e disposição em abraçar essa ideia, mesmo após eu não estar mais presente diariamente.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>> Acesso em 15 mar. 2023

ABRELPE. **National panorama of solid waste 2018-2019**. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>> Acesso em 23 mar. 2023

ARAUJO, Elizabeth. **Avaliação da Gestão de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde em Hospitais do Município de João Pessoa -PB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Acesso em 15 mar. 2023

BORELI, Daniela. et al. **Gestão de resíduos sólidos infectantes em uma unidade hospitalar**. Universidade Brasil, Nucleus, v..15, n.1, abr.2018

BRASIL. **Portaria N° 2.022, de 7 de agosto de 2017**. Disponível em: <<https://encurtador.com.br/auBQ4>> Acesso em 15 mar. 2023

BRASIL. **RDC N° 222/2018 Comentada**. 2018 Disponível em: <<https://encurtador.com.br/bqtyH>> Acesso em 11 mar. 2023

BUTANTAN. **Guia prático de descarte de resíduos**. Disponível em: <https://gestaoderesiduos.ufsc.br/files/2016/02/Butantan_guia_pratico.pdf> Acesso em 17 mar. 2023.

CAFURE, Vera.; PATRIARCHA-GRACIOLLI, Suelen. **Os resíduos de serviço de saúde e seus impactos ambientais: uma revisão bibliográfica**. Interações (Campo Grande), v. 16, n. 2, p. 301–314, jul. 2015.

CAMARGO, M. E.; MOTTA, M. E. V.; LUNELLI, M. O.; SEVERO, E. A. **Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde: Um Estudo Sobre o Gerenciamento**. Scientia Plena, [S. l.], v. 5, n. 7, 2011. Disponível em: <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/637>. Acesso em: 7 maio. 2023.

CARNEIRO, Lucas. **RESIDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE: O QUE MUDOU NA LEGISLAÇÃO?** Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 43, n. 1, p. 15-26, jan./jun. 2022

CNTL. **Implementação de programas de produção mais limpa**. Disponível em: < <https://encurtador.com.br/mot29> > Acesso em 25 mar. 2023

COTRIM, Ondina; SLOB, Edna; DEFFUNE, Elenice. **Importância da segregação de materiais no gerenciamento de lixo hospitalar na área de hemoterapia**. Caderno Saúde e Desenvolvimento, v. 1, n. 1, p. 59-73, 2012.

DA SILVA, Rilton Bruno Lima; SANTOS, Gemelle Oliveira. **Caracterização Físico-Química Preliminar dos Efluentes da Incineração de Resíduos Perigosos de Fortaleza-CE**. Conexões - Ciência e Tecnologia, [S.l.], v. 13, n. 3, p. 61-71, dec. 2019.

DIAS DIÓGENES, V.H.; FIGUEIREDO, L.; DIAS PIMENTA, H.C. **Aplicação da Produção mais Limpa no setor de turismo: um estudo de caso em um hotel de Natal/RN**. Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, v. 7, n. 1, p. 141, 2012.

FERNANDO, Andre. **Produção mais limpa como ferramenta de sustentabilidade numa fábrica de rações**. Especialização em Produção e Qualidade. Programa de Pós-graduação, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Cunha Porã, 2015.

FONTGALLAND, Isabel; MEDEREIROS, Fayrusse. **Gerenciamento de resíduos hospitalares a partir: uma revisão da literatura**. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, v.5, n.4, p. 4199-4209, out./dez., 2022.

GHC, Grupo Hospitalar Conceição. **Quem somos**. Disponível em: < <https://www.ghc.com.br/default.asp?idMenu=institucional&idSubMenu=1> >. Acesso em 07 mai. 2023

LUZ, Edinéia. **Gerenciamento de Resíduos em Serviços de Saúde: Um desafio para a estratégia saúde da família zenilca ramos figueiredo no município de Medina- MG**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Especialização em Atenção Básica em Saúde da Família. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013.

OLIVEIRA, Joseane. **Análise do Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde nos Hospitais de Porto Alegre**. Dissertação de mestrado. Programa de Mestrado em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2002.

PEREIRA, G. R.; SANT'ANNA, F. S. P. **Uma análise da produção mais limpa no Brasil**. Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB), Rio de Janeiro, n. 24, p. 17-26, 2012.

PEREIRA, Tatiana. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: nova regulamentação para um velho problema**. Direito e Justiça. v.11. n.17, 2011.

PINHEIRO, Lucimar Antunes. **Gerenciamento de Resíduos Químicos: estudo de caso em Hospital de Ensino localizado no município do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

RAUBER, Marcos. **Apontamentos sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída pela Lei Federal 12.305, de 02/08/2010**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. Vol 4, n°4, p. 01 - 24, 2011.

RIO GRANDE DO SUL. **LEI N° 14.528, DE 16 DE ABRIL DE 2014**. Disponível em:

< <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/replegis/arquivos/lei%2014.528.pdf> > Acesso em 16 mar. 2023

RIZZON, Fernanda. et al. **Desafio no gerenciamento de resíduos em serviços públicos de saúde**. Revista de Gestão em Sistemas de Saúde–RGSS.Vol. 4, N. 1. janeiro/Junho. 2015.

SANTOS, P. V. S.; ARAÚJO, M. A. de. **A METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L): UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE CURTUME**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 524–547, 2020. Disponível em: <https://encurtador.com.br/mzEFP>. Acesso em: 8 jun. 2023.

SANTOS, Ronaldo. **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS HOSPITALARES: análise do manejo e destinação de resíduos hospitalares provenientes de sete UBS's do município de Picos-PI**. Trabalho de Conclusão de Curso. Licenciatura em Química – Curso de Graduação em Química. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Campos de Pico, 2021.

SILVA, Natalina. **Segregação dos resíduos sólidos hospitalares**. Monografia de especialização. Especialista em educação ambiental – Curso de especialização do programa de pós-graduação em Educação Ambiental á Distância. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2011.

TOMASI, R. DALLA, V. **Sustentabilidade ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela avaliação do ciclo de vida**. Estudos tecnológicos. Vol. 2, nº 2:91-98. 2006.

VIEIRA, Denise Cristiane Ferreira. **Proposta de adequação da gestão dos resíduos de serviços de saúde e diagnóstico das condições de saúde ocupacional**. Mestrado em Tecnologia ambiental. Programa de pós-graduação em tecnologia ambiental. Universidade de Ribeirão Preto. São Paulo, 2017.

WORLD ORGANIZATION HEALTH (WHO). **Safe management of wastes from health-care activities**. 2014. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789241548564>> Acesso em 09 mar. 2023

