UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE
CURSO BACHARELADO EM FARMÁCIA

MARIA VÍVIA CASADO MARQUES

FÁRMACO-CONTAMINAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE PLANETÁRIA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

CUITÉ – PB
2023

MARIA VÍVIA CASADO MARQUES

FÁRMACO-CONTAMINAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE PLANETÁRIA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Farmácia do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Cuité, como requisito indispensável para obtenção do título de bacharel em Farmácia

Orientadora: Profa. Dra. Francinalva Dantas de Medeiros

CUITÉ-PB

2023

M357f Marques, Maria Vívia Casado.

Fármaco-contaminação e sua relação com a saúde planetária: uma revisão da literatura. / Maria Vívia Casado Marques. - Cuité, 2023.
40 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2023.
"Orientação: Profa. Dra. Francinalva Dantas de Medeiros".

Referências.
1. Medicamentos. 2. Consumo de medicamentos. 3. Fármaco-contaminação. 4. Medicamentos - descarte inadequado. 5. Fármacos - contaminação ambiental. I. Medeiros, Francinalva Dantas de. II. Título.
CDU 615.4(043)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO BIBLIOTECÁRIO Msc. Jesiel Ferreira Gomes - CRB-15/256

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
UNIDADE ACADEMICA DE SAUDE - CES
Sítio Olho D'água da Bica, - Bairro Zona Rural, Cuité/PB, CEP 58175-000
Telefone: (83) 3372-1900 - Email: uas.ces@setor.ufcg.edu.br

REGISTRO DE PRESENÇA E ASSINATURAS

MARIA VÍVIA CASADO MARQUES

Fármaco-contaminação e sua relação com a saúde planetária

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Farmácia da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

Aprovado em: 20/11/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra Francinalva Dantas de Medeiros

Orientador(a)

Prof Dr Toshiyuki Nagashima Junior

Avaliador(a)

Me. Maria da Glória Batista de Azevedo

Avaliador(a)

Documento assinado eletronicamente por **FRANCINALVA DANTAS DE MEDEIROS**, **PROFESSOR 3 GRAU**, em 20/11/2023, às 15:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018.

Documento assinado eletronicamente por **TOSHIYUKI NAGASHIMA JUNIOR**, **PROFESSOR 3 GRAU**, em 20/11/2023, às 15:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018.

Documento assinado eletronicamente por **MARIA DA GLORIA BATISTA DE AZEVEDO**, **FARMACEUTICO-HABILITACAO**, em 20/11/2023, às 16:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade, informando o código verificador **3988909** e o código CRC **32EBCAEE**.

Dedico esse trabalho a todos que me deram forças e acreditaram em mim. Cada um de vocês estão guardados no meu coração.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente quero agradecer a Deus por permitir que esse momento se concretize.

Agradeço aos meus pais Maria da Vitória e Valdener Mendes por todo amor e dedicação para que esse momento fosse possível e irmãos José Vinicius, Maria Vanessa e em especial ao meu milagre, minha irmã Maria Viviane que no início desse ano nos deu um grande susto, mas que Deus nos permitiu o encerramento desse ciclo com você presente. Sei que vocês são meus maiores fãs e estão torcendo para esse novo início que me aguarda.

Quero agradecer aos meus amigos Felipe Lins, Felipe Melo, Francisca Benedito, Graciele Oliveira, Gustavo Ânderson, Júlio José, Thalita Dantas, Gessymara Cainã, Maria da Vitória, Silvana Narielly, Janaína Cardoso, Vinícius Santos, Sarah Karley, Wanessa Souto, Horrana Laís, Cleithiano Freitas, Manuela Dantas e Brenna Torres e os demais, por mesmo longe se fizeram presente em minha vida e me dando apoio, cuidado, colo e me lembrando de todo meu potencial, a sensação que se tem ao saber que possui bons amigos para a vida é de uma riqueza imensurável.

Agradeço a Janaína Lima e Isabelly Renalli por todo cuidado e amizade todos esses anos, vocês são a segunda família que fiz em Cuité e em especial ao meu namorado e amigo Igor Venâncio por toda paciência, amor e companheirismo compartilhados.

Agradeço aos meus Professores: Thoshiyuki Nagashima, Camila Montenegro, Júlia Beatriz, Deborah Dornellas e os demais, que com maestria lecionam e nos ensinam muito mais que o previsto em aula, sobre a vida e como ser um grande profissional.

Agradeço em especial a minha orientadora e professora Francinalva Dantas de Medeiros por todos os momentos compartilhados até aqui, a senhora foi essencial para esse momento, sua perseverança e estímulo reacendeu toda minha esperança em mim mesma. És uma excelente profissional, mas vai além como humana. Desejo muita luz no seu caminho.

“É necessário se espantar, se indignar e se contagiar, só assim é possível mudar a realidade”

Nise da Silveira

RESUMO

O aumento global no consumo de medicamentos representa um desafio significativo, resultando em dois principais obstáculos: o aumento de micropoluentes químicos no meio ambiente devido às indústrias e o descarte inadequado de medicamentos pela ação humana. Assim, esse trabalho se propõe a realizar uma revisão narrativa da literatura sobre os riscos de contaminação ambiental por fármacos. Foi abordada a problemática sob a perspectiva da saúde planetária, examinando as interações entre seres humanos e meio ambiente, assim como os impactos na saúde do meio ambiente e dos seres vivos. Uma lacuna observada foi a ausência de legislações que estabeleçam limites para a presença de resíduos de fármacos no meio ambiente. A falta de parâmetros regulatórios específicos dificulta a medição e controle adequados da contaminação, representando um desafio significativo para a preservação ambiental e saúde pública. A inexistência de diretrizes claras contribui para práticas inadequadas de descarte, colocando ecossistemas e saúde humana em risco. O manejo adequado de resíduos medicamentosos exige uma abordagem coletiva, envolvendo fabricantes e responsáveis pela coleta, sendo a implementação de atividades de educação ambiental crucial para instruir comunidades sobre procedimentos apropriados, abrangendo não apenas resíduos de medicamentos, mas todos os detritos gerados. Iniciativas de divulgação por meio de redes sociais, mídia e estabelecimentos de saúde, incluindo seminários em instituições de ensino, são fundamentais para enfatizar a importância de evitar o uso irracional de fármacos e orientar sobre a correta disposição dos medicamentos excedentes. A imposição de metas globais é destacada como necessária para mitigar as mudanças climáticas.

Palavras-chave: Fármacos contaminantes; meio ambiente; saúde planetária.

ABSTRACT

The global increase in medication consumption poses a significant challenge, resulting in two primary obstacles: the rise of chemical micropollutants in the environment due to industrial activities and the improper disposal of medications by human actions. Thus, this work aims to conduct a narrative literature review on the risks of environmental contamination by pharmaceuticals. The issue was approached from the perspective of planetary health, examining the interactions between humans and the environment, as well as the impacts on environmental and living organisms' health. An identified gap was the absence of legislation establishing limits for the presence of pharmaceutical residues in the environment. The lack of specific regulatory parameters hinders adequate measurement and control of contamination, presenting a significant challenge to environmental preservation and public health. The absence of clear guidelines contributes to improper disposal practices, jeopardizing ecosystems and human health. Proper management of pharmaceutical waste requires a collective approach involving manufacturers and those responsible for collection. The implementation of environmental education activities is crucial to instruct communities on appropriate procedures, addressing not only pharmaceutical waste but all generated debris. Outreach initiatives through social media, media outlets, and healthcare establishments, including seminars at educational institutions, are essential to emphasize the importance of avoiding irrational drug use and provide guidance on the proper disposal of surplus medications. The imposition of global goals is highlighted as necessary to mitigate climate change.

Keywords: Contaminating drugs; environment; planetary health

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cadeia não-ecológica de medicamentos descartados. 19
Figura 2 - Possíveis rotas de fármacos no meio ambiente 26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Tipos de exposição ao agente tóxico (ag) 18
Quadro 2- Classificação dos resíduos sólidos 22
Quadro 3 - Fármacos encontra na ETAR e seu risco ambiental 28
Quadro 4 - Principais legislações regulamentadas no Brasil para gerenciamento de resíduos. 30
Quadro 5 - Comparação de vantagens e desvantagens dos fatores da logística reversa. 31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indice da cobertura de coleta dos RSU no Brasil e regiões por tipo de destinação (t/ano e %) 2022. 20
Tabela 2 - Disposição final de RSU no Brasil e regiões por tipo de destinação (t/ano e %) 2022. 20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AG	Agente tóxico
ANVISA	Agência Nacional de vigilância Sanitária
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EDCs	Desreguladores endócrinos
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
IFAs	Insumos farmacêuticos ativos
LR	Logística Reversa
PGRSS	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde
PNM	Política Nacional de Medicamentos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPCPs	Produtos de Cuidado Pessoal e Farmacêuticos
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
ETAR	Estações de Tratamento de Águas Residuais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 OBJETIVOS 15
2.1 Objetivo geral 15
2.2 Objetivos específicos 15
3 REFERENCIAL TEÓRICO 16
3.1 Medicamentos 16
3.1.1 Fármacos como contaminantes 16
3.2 Ecotoxicologa 17
3.3 Descarte de medicamentos 18
4 METODOLOGIA 24
5 REVISÃO DA LITERATURA 25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 33
REFERÊNCIAS 35

1 INTRODUÇÃO

O avanço do século tem possibilitado o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de novas indústrias. A indústria farmacêutica, por sua vez, foi propulsora no avanço em pesquisa e síntese de novos compostos (Batista et al., 2021). Entretanto, essa expansão traz consigo uma série de questões que demandam uma atenção especial.

O Brasil ocupa a décima posição entre os maiores consumidores de medicamentos, e cerca de 20% desses produtos são descartados no lixo comum ou na rede de esgoto sem qualquer orientação específica, o que gera uma preocupação significativa sobre o impacto ambiental decorrente do descarte inadequado desses produtos (Falqueto, 2012; Alvarenga, Nicoletti, 2010).

O uso irracional de medicamentos é uma grande preocupação nos dias atuais. A mídia desempenha um papel importante ao incentivar a automedicação e a compra excessiva de medicamentos. Além disso, a falta de vendas fracionadas e a distribuição de amostras grátis pelos laboratórios também contribuem para esse cenário. Essas práticas têm contribuído para o acúmulo significativo de medicamentos sem utilidade nos domicílios, resultando em descartes inadequados, que se agravado com a falta de sistemas de coleta domiciliar para medicamentos vencidos no Brasil. (Ramos *et al*, 2017).

Nesse contexto, existe uma interseção crucial entre a saúde pública e as preocupações ambientais. Essa problemática se entrelaça ainda mais com a crescente complexidade das mudanças climáticas, as quais se tornaram uma das principais ameaças à segurança da saúde, pois afetam os determinantes sociais e ambientais da saúde (Barros-platiau; Schleicher, 2023).

A saúde planetária é um movimento que enfrenta os desafios ambientais decorrentes das mudanças climáticas, visando soluções embasadas em estudos científicos para minimizar esses impactos. Essa abordagem abarca diversas áreas de pesquisa, integrando-as de forma transdisciplinar e global. Tem por objetivo explorar novas perspectivas que considerem fatores ambientais, sociais, econômicos e políticos, destacando a interdependência entre a saúde dos ecossistemas e a saúde humana. Essa interligação entre saúde ambiental, coletiva e individual tem o potencial de determinar a saúde do planeta ou conduzir à degradação ambiental, afetando, consequentemente, a saúde em larga escala. (Souza; Silva; Carvalho, 2010; De Morais; De Paiva, 2022; Pongsiri *et al*., 2017).

Nessa direção, esse trabalho busca realizar uma revisão narrativa da literatura abordando aos riscos de contaminação ambiental causados pelos fármacos e os impactos na saúde planetária.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão narrativa da literatura sobre os riscos de contaminação ambiental causados pelos fármacos.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar o impacto dos resíduos farmoquímicos no meio ambiente;
- Evidenciar os riscos e possíveis complicações ao ser humano;
- Avaliar as medidas implementadas em relação ao controle de resíduos nas organizações de saúde.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A farmacologia é um ramo da ciência que unifica diversas áreas das ciências farmacêuticas e biológicas. Tem o intuito de estudar as interações de substâncias nos seres vivos por meio de processos químicos, principalmente por moléculas que podem ser reguladoras, de ativação ou inibição de processos corporais normais. Essas substâncias podem se tornar fármacos e posteriormente medicamentos que por meio das suas ações terapêuticas, promovem a cura, alívio ou controle de doenças no indivíduo (Katzung, 2017).

3.1 Medicamentos

Os medicamentos são produtos utilizados para o controle de doenças e sua aquisição e utilização devem garantir sua disponibilidade e administração em tempo hábil. No entanto, estas substâncias podem causar danos ao ambiente e à saúde humana se os pacientes adquirirem mais medicamentos do que os disponíveis para uma utilização eficaz, resultando em medicamentos excedentários que muitas vezes são eliminados de forma inadequada. (Oliveira, 2019).

No Brasil, está em vigor a Política Nacional de Medicamentos - PNM (2001), cujo propósito é assegurar o acesso da população a medicamentos essenciais de qualidade, promovendo o seu uso de maneira racional. Para regulamentar critérios relacionados à prescrição, dispensação, controle, embalagem e rotulagem de medicamentos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, estabeleceu as resoluções RDC Nº 20/2011 e RDC 68/2014. Apesar dessas normativas visando o uso racional, controle e dispensação de medicamentos, a acumulação indevida e o descarte inadequado ainda suscitam preocupações significativas para a saúde pública e ambiental. Estudos nacionais e internacionais têm evidenciado a presença de fármacos e princípios ativos contaminando solos e corpos d'água (Constantino *et al*., 2020).

3.1.1 Fármacos como contaminantes

Os fármacos utilizados para fins terapêuticos, ao exercerem sua função no organismo e passarem pelo processo de metabolismo, podem ser excretados como metabólitos, hidrolisados ou na forma original. O metabolismo promove a eliminação de moléculas de droga excedentes, bem como de outros compostos tóxicos, por meio de diversas biotransformações enzimáticas, convertendo-os em compostos mais polares e hidrofílicos. A excreção pode ocorrer na forma de conjugados com moléculas polares, como glicuronídeos, mas esses conjugados são

facilmente clivados, liberando substâncias farmacologicamente ativas nos esgotos domésticos. A preocupação central durante o desenvolvimento de fármacos reside na estabilidade farmacológica; no entanto, quando esses medicamentos são degradados e liberados no meio ambiente, eles se combinam com outros compostos, gerando moléculas instáveis que são tóxicas tanto para o meio biótico quanto abiótico. Estudos demonstram que muitos fármacos persistem no meio ambiente, resistindo à remoção completa nas estações de tratamento de esgoto, representando riscos significativos para a saúde pública e o meio ambiente. A produção industrial, frequentemente voltada para a minimização de custos, resulta em princípios ativos com características de estabilidade e resistência a fatores externos, como pH, temperatura e umidade, fundamentais para sua função no organismo e na manutenção da atividade no meio ambiente. (DUARTE; AQUINO; LIMA, 2017).

De acordo Rodrigues *et al.* (2020), os medicamentos consistem em estruturas moleculares complexas, apresentando propriedades físico-químicas e biológicas. Estes elementos, chamados de micropoluentes, são comumente detectados em ambientes aquáticos em concentrações medidas em microgramas por litro (µg/L) ou nanogramas por litro (ng/L).

Nesse contexto, os fármacos se categorizam como micropoluentes emergentes, suscitando inquietações consideráveis acerca dos potenciais repercussões a longo prazo para a saúde humana. (López-pacheco *et al*., 2019)

Segundo Rodrigues (2009), a predominância dos resíduos medicamentosos é direcionada para o sistema de esgoto bruto, onde o processo convencional de tratamento nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) demonstra limitada eficácia na eliminação completa desses resíduos farmacêuticos. Tal limitação é atribuída à complexidade das estruturas químicas dessas substâncias, as quais apresentam desafios significativos em termos de degradação

3.2 Ecotoxicologa

A ecotoxicologia analisa a interação entre poluentes químicos, o ambiente de sua liberação e a biota presente nesse ambiente. É essencial realizar estudos aprofundados sobre essas substâncias para uma definição precisa de seus riscos potenciais. Medidas eficazes para mitigar impactos devem ser estabelecidas por meio de abordagens regulatórias e técnicas bem delineadas. A toxicidade de um composto químico está intrinsecamente relacionada à exposição, à suscetibilidade do organismo, às propriedades químicas do agente e a fatores ambientais. As espécies apresentam variadas suscetibilidades devido a características como o aparato metabólico, hábitos alimentares, comportamento e fase de desenvolvimento, tornando-as

passíveis de exposições agudas e/ou crônicas, como observado no quadro 1 (Carvalho; Pivoto, 2011).

Quadro 1- Tipos de exposição ao agente tóxico (ag)

Efeitos a exposição	Características	
Exposição aguda	Única exposição ou repetidamente em um curto período ao agente tóxico	Sintomas imediatos
Exposição crônica	Exposição contínua ao agente tóxico, mas em baixas concentrações (semanas, meses, ano)	Sintomas que podem ser imediatos, mas geralmente evoluem lentamente

Fonte: Carvalho; Pivoto, 2011

3.3 Descarte de medicamentos

De acordo com a Fiocruz (2016), o Brasil é o sétimo país do mundo em venda de medicamentos, com cerca de 70,4 mil farmácias. Mesmo assim, não existe lei federal específica que regulamenta o descarte de medicamentos vencidos ou sem uso pelo consumidor doméstico (Carvalho *et al*., 2021).

A prática de armazenar e utilizar medicamentos em domicílios é amplamente difundida, abrangendo desde a prevenção e tratamento de enfermidades até terapias crônicas. No entanto, essa prática pode representar um significativo desafio para a saúde pública, acarretando consequências como o descarte inadequado (Michelon *et al*., 2019; Daniel; Mol, 2020).

A seriedade associada ao descarte inadequado de medicamentos reside no fato de que as estações de tratamento de esgoto frequentemente carecem da capacidade necessária para eliminar todos os princípios ativos presentes (Figura 1). Dessa maneira, há um risco significativo de contaminação da água potável. O aspecto mais alarmante é a ausência de estudos abrangentes que esclareçam de maneira suficiente os riscos dos efeitos ecotoxicológicos dos medicamentos, tanto em animais quanto, de forma ainda mais escassa, em seres humanos. Os fármacos com baixa solubilidade manifestam uma notável propensão à retenção em organismos, tornando-se bioacumulativos. Isso evidencia uma considerável

capacidade de causar contaminação ambiental, especialmente em organismos aquáticos (Rodrigues *et al*., 2020)

Figura 1 - Cadeia não-ecológica de medicamentos descartados.

Fonte: Programa Descarte Consciente (2011)

Segundo a Abrelpe (2018), a coleta e o transporte de resíduos têm sido o principal alvo de investimento dos gestores públicos, especialmente em áreas urbanas. Para tanto, basta analisar os valores relacionados a cobertura de coleta que se estende a mais de 90% da população brasileira, enquanto a destinação final ambiental adequada atinge 59,1% dos resíduos.

Em outros países o descarte inadequado vem sendo um obstáculo em nações como Reino Unido, Sérvia, Bangladesh, Malta, entre outras, nas quais, as sobras e os medicamentos vencidos são descartados como resíduos comuns domiciliares. Em Hong Kong, na China, aproximadamente 53,9% da população descarta medicamentos indesejados juntamente com os resíduos sólidos domésticos, totalizando cerca de 0,6 milhões de toneladas de fármacos descartados de maneira inadequada. Esta prática, associada à carência de educação pública sobre o descarte apropriado de medicamentos e à ausência de uma gestão sistemática para o manejo de resíduos farmacêuticos, representa uma ameaça potencial à contaminação ambiental (Rausch; Agostinetto; Siegloch, 2023).

De acordo Toscano e Nóbrega (2021), a ausência de informações acessíveis aos usuários gera uma carência de informativa, juntamente com a falta de conformidade com as legislações pertinentes relacionadas à divulgação para o descarte apropriado de medicamentos destacam-se como desafios significativos. Para uma abordagem mais eficaz na mitigação dos impactos, é imperativo estabelecer regulamentações mais rigorosas no que diz respeito à publicidade de medicamentos. A participação ativa dos profissionais farmacêuticos desempenha um papel crucial no controle da dispensação de medicamentos em estabelecimentos, sejam públicos ou

privados. Esses profissionais têm a capacidade de fornecer informações essenciais aos usuários, abordando os riscos associados à automedicação e conscientizando sobre o potencial impacto ambiental dos medicamentos.

De acordo com o último levantamento da Abelpre (2022), foram coletadas 76,1 milhões de toneladas de resíduos, representando uma cobertura de 93% em todo o país. É importante destacar que as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste já alcançaram uma taxa de coleta superior à média nacional. Entretanto, as regiões Norte e Nordeste ainda registram índices em torno de 83%, deixando uma parcela significativa da população sem acesso aos serviços regulares de coleta de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) nessas áreas, conforme dados expostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Indice da cobertura de coleta dos RSU no Brasil e regiões por tipo de destinação (t/ano e %) 2022.

2022		
Região	Indice de cobertura de coleta de RSU	
	t/ano	%
Norte	5.110.575	82,78%
Nordeste	16.705.718	82,70%
Centro-oeste	5.821.043	95,00%
Sudeste	40.072.190	98,60%
Sul	8.408.791	97,00%
Brasil	76.118.317	93,04%

Fonte: Abelpre, 2022.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) prevê a destinação adequada desses resíduos para evitar riscos à saúde pública, garantir a segurança e minimizar impactos ambientais adversos. De acordo com a Abelpre (2022), a maior parte dos resíduos coletados (61%) é direcionada para aterros sanitários, totalizando 46,4 milhões de toneladas em 2022. Entretanto, áreas de disposição inadequada, como lixões e aterros controlados, ainda operam em todas as regiões do país, recebendo 39% do total de resíduos coletados (29,7 milhões de toneladas), conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Disposição final de RSU no Brasil e regiões por tipo de destinação (t/ano e %) 2022.

2022

Região	Disposição adequada		Disposição Inadequada	
	t/ano	%	t/ano	%
Norte	1.870.470	36,6%	3.240.105	63,4%
Nordeste	6.214.527	37,2%	10.491.191	62,8%
Centro-oeste	2.532.762	43,5%	3.288.281	56,5%
Sudeste	29.773.638	74,3%	10.298.552	25,7%
Sul	6.020.694	71,6%	2.388.097	28,4%
Brasil	46.412.091	61,0%	29.706.226	39,0%

Fonte: Adaptado Abelpre, 2022.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabelece o conceito de resíduos sólidos por meio da NBR 10.004 (ABNT, 2004):

> Os resíduos sólidos são definidos como resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

Os critérios primordiais para a categorização dos resíduos são fundamentados em sua origem e periculosidade. Este mapeamento desempenha um papel crucial, permitindo a identificação de estratégias mitigadoras destinadas à minimização dos impactos ambientais e à otimização do aproveitamento dos resíduos identificados. Tal abordagem contribui para a prevenção de incidentes, contaminação e prejuízos econômicos durante as fases operacionais de separação, acondicionamento, armazenamento, transporte e disposição, cenários que podem ocorrer devido à falta de expertise técnica na gestão dos materiais gerados (Barbosa; Ibrahin, 2014).

De acordo com a PNRS, as etapas para o gerenciamento dos resíduos sólidos são: coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, além da disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A Lei N º 12.305 (2010) estabelece pelo Capítulo II, Art.3º as seguintes definições:

> IV - Ciclo de vida do produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;
>
> V - Coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;
>
> VI - Controle social: conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos;
>
> VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;
>
> VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

A referida lei institui a classificação dos resíduos sólidos de acordo com a origem e o grau de periculosidade, conforme demonstrado no quadro 2.

Quadro 2- Classificação dos resíduos sólidos

Classificação dos resíduos sólidos:	
Origem	a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas; b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana; c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”; d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”; e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”; f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais; g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

	h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis; i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades; j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira; k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;
Periculosidade	a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica; b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea "a"

Fonte: Brasil, 2010

Os produtos farmacêuticos são categorizados como resíduos da Classe B, abrangendo produtos químicos que podem representar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. O descarte inadequado desses medicamentos possibilita que catadores de materiais recicláveis consumam de maneira imprópria tais resíduos ou os descartem diretamente no solo, contribuindo para a reutilização inadequada das embalagens. As propriedades químicas dos fármacos demonstram resistência aos tratamentos de água convencionais, exibindo elevada capacidade de bioacumulação e baixa biodegradabilidade. Consequentemente, não existe método sanitário que os torne totalmente inativos na água, mesmo quando submetidos a sistemas de tratamento de esgoto (Pinto *et al*., 2014).

4 METODOLOGIA

Esta investigação foi caracterizada como uma revisão narrativa da literatura com o objetivo de responder a seguinte questão norteadora: Qual impacto da presença de resíduos de fármacos ao meio ambiente?

Esse tipo de revisão não utiliza critérios explícitos e sistemáticos para a busca e análise crítica da literatura, não havendo esgotamento das fontes de informações. Não há a aplicação de estratégias de busca sofisticadas, com a seleção e interpretação dos estudos sujeitas à subjetividade dos autores. (Mattos, 2015)

Após definir a questão norteadora houve a definição dos descritores. Os descritores usados na busca foram: “fármacos”, “contaminantes”, “meio ambiente”, “saúde planetária”, obtidos por consulta nos Descritores de Ciências em Saúde (DeCS).

A pesquisa ocorreu nos meses de agosto a outubro de 2023, e utilizou as seguintes bases de dados nacionais e internacionais: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Google Acadêmico, Periódicos CAPES e *Science Direct*.

Utilizaram-se como critérios de inclusão: artigos com texto completo, publicados em português, inglês e espanhol, nos últimos 13 anos e com foco exclusivo ao tema. Foram excluídos artigos duplicados e que não eram pertinentes ao interesse da pesquisa.

Para avaliação inicial foi realizada leitura dos resumos, com finalidade de selecionar aqueles que se adequaram aos objetivos da pesquisa.

5 REVISÃO DA LITERATURA

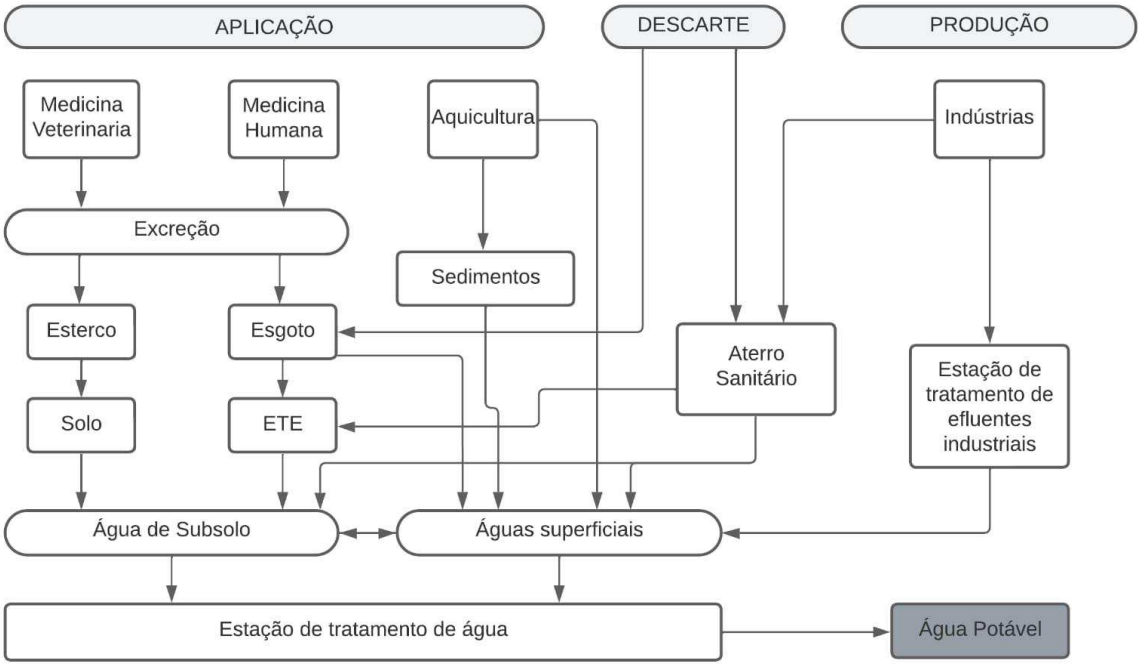
Uma das maiores apreensões no âmbito ambiental e de saúde pública relaciona-se à presença de insumos farmacêuticos ativos (IFAs) e medicamentos descartados em corpos hídricos. Esta preocupação advém da capacidade dessas substâncias de manifestarem efeitos deletérios, mesmo em concentrações que não seguem uma típica curva dose-resposta de toxicidade. Esse fenômeno é notadamente observado em produtos químicos desreguladores endócrinos (EDCs), os quais, mesmo em mínimas concentrações, demonstram ser prejudiciais à fauna e à flora, incluindo seres humanos (Freitas *et al*., 2018).

Outros fatores que acentuam as inquietações de ambientalistas e cientistas são a possível persistência dos IFAs no meio ambiente e seu metabolismo, que ocorre por meio de biotransformação, podendo intensificar e prolongar os efeitos adversos dessas substâncias no ecossistema. Até o presente momento, a liberação de IFAs e Produtos de Cuidado Pessoal e Farmacêuticos (PPCPs) como poluentes ambientais é uma questão crítica que demanda avaliação e discussão aprofundadas, dada sua relevância intrínseca em níveis local e global. É notável que essa problemática muitas vezes é negligenciada, uma vez que a atenção costuma estar concentrada em fontes mais evidentes de poluição, como resíduos industriais e produtos finais, como plásticos, em detrimento dos IFAs (Freitas *et al*., 2018).

O crescimento do setor de saúde está diretamente correlacionado ao aumento correspondente na geração de resíduos farmacêuticos, impulsionado pelo incremento no número de consumidores, tanto de medicamentos vendidos sem prescrição quanto prescritos, e pela produção excessiva de fármacos. Além disso, a expansão na produção, diversificação e consumo de PPCPs, como cremes faciais, protetores solares, repelentes e fragrâncias, contribui para a preocupação global e sobrecarga de IFAs/PPCPs no meio ambiente, culminando em potencial contaminação e poluição por essas substâncias farmacologicamente ativas (Freitas *et al*., 2018).

De acordo Ramos *et al.* (2017), a disposição inadequada de medicamentos, especialmente no lixo comum ou na rede de esgoto, aumenta substancialmente o risco de contaminação do solo e dos corpos d'água. Sob diversas condições ambientais, como umidade, temperatura e luz, os componentes químicos presentes nos fármacos têm o potencial de se transformar em substâncias tóxicas, exercendo impactos adversos no meio ambiente. Na figura 2 observa-se a possível rota de fármacos no meio ambiente.

Figura 2 - Possíveis rotas de fármacos no meio ambiente



Fonte: Adaptado Bila; Dezotti, 2003

Tomando como exemplo os antibióticos, seu descarte inadequado propicia o desenvolvimento de bactérias resistentes, enquanto hormônios, presentes em terapias de reposição ou anticoncepcionais, afetam o sistema reprodutivo de organismos aquáticos, manifestando fenômenos como a feminização de peixes machos. Importante ressaltar que a contaminação não se limita apenas ao descarte impróprio, uma vez que parte significativa desses compostos é excretada por meio da urina e fezes, persistindo no ambiente, sem sofrer modificações, em percentuais que variam entre 50% e 90% da dosagem original.

A pesquisa conduzida por Batista *et al.* (2021) utilizou cromatografia líquida para analisar os máximos de absorção da cafeína, ciprofloxacino e sulfametoxazol em amostras de água, cujos resultados indicaram a presença desses compostos em todas as amostras examinadas. Em consonância com esses resultados, pesquisas realizadas em amostras de águas rasas nos Estados Unidos detectaram antibióticos como tetraciclinas (oxitetraciclina, tetraciclina e clorotetraciclina), sulfonamidas (sulfadimetoxina, sulfametazina e sulfametoxazol), macrolídeos (roxitromicina, claritromicina), fluoroquinolonas (ciprofloxacina, norfloxacina), lincomicina, trimetoprim e tilosina.

A contaminação dos solos resulta geralmente da aplicação de estrume contaminado utilizado como fertilizante. No estudo de Hamscher *et al.* (2002), foi identificada a presença persistente de tetraciclinas (antibióticos) em solos fertilizados com estrume líquido. De modo

geral, os autores observaram níveis significativos de tetraciclina e clortetraciclina no solo, registrando concentrações mais elevadas nas camadas de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade do solo para a tetraciclina e valores de 4,6 a 7,3 μg Kg^{-1} nas três camadas para a clortetraciclina. Esses resultados sugerem que as tetraciclinas adentram o ambiente por meio de fertilizações consecutivas com estrume líquido contaminado, proveniente de fezes de animais medicados com esses agentes. Após sua aplicação no solo, as tetraciclinas assumem a forma de compostos persistentes, acumulando-se e apresentando potencial risco ambiental. A transferência desses agentes do solo para a água pode ocorrer por meio de processos como lixiviação e contaminação do aquífero (Nunes, 2020).

Os antibióticos e estrogênios demandam consideração especial devido às suas implicações substanciais. No que diz respeito aos antibióticos, destaca-se a preocupação com a emergência de bactérias resistentes, comprometendo assim a eficácia desses agentes medicamentosos. No âmbito dos estrogênios, a ênfase concentra-se no potencial impacto adverso no sistema reprodutivo de organismos aquáticos, manifestando-se através do fenômeno de "feminização" em peixes do sexo masculino (Duarte; Aquino; Lima, 2017).

Os antibióticos sofrem metabolização no organismo, contudo, pequenas quantidades são excretadas e conduzidas até o ETE. Ao se alimentarem deles, as bactérias começam a expressar genes de resistência, desencadeando mutações em seu código genético. Esses genes, potencialmente prejudiciais e perigosos nos processos de tratamento de efluentes, são transmitidos para novas linhagens bacterianas e entre bactérias locais por meio de um fenômeno denominado transferência horizontal. À medida que as bactérias se alimentam, reproduzem e proliferam, acumula-se um excedente denominado biomassa, gerando diariamente toneladas de biomassa em uma estação de tratamento de efluentes típica. A biomassa resultante das bactérias é empregada como fertilizante nas atividades agrícolas e pecuárias (USC Viterbi, 2019).

Dentre as sérias consequências da presença dos metabólitos de fármacos na água e no solo estão a intoxicação acidental de crianças e adultos, o uso inadequado por parte da população menos favorecida e repercussões na qualidade da água. Inicialmente, o solo, e por conseguinte a água, são contaminados, gerando impactos adicionais, direta e indiretamente, sobre a vida aquática e toda a comunidade (Carvalho *et al.,* 2017).

Estudos com animais indicam que a exposição a hormônios ativos, durante o período pré-natal ou na idade adulta, aumenta a vulnerabilidade a tipos de câncer sensíveis aos hormônios, como os tumores na mama, próstata, ovários e útero. Entre os efeitos dos disruptores endócrinos está o aumento dos casos de câncer de testículo e de endometriose. (Borrely *et al*., 2012).

Segundo Aragão *et al.* (2020), dipirona, paracetamol e ibuprofeno são medicamentos altamente consumidos no Brasil e que possuem, metabólitos facilmente encontrados em estações de tratamento de águas residuais (ETAR) de muitas cidades (Quadro 3).

Quadro 3 - Fármacos encontra na ETAR e seu risco ambiental

Fármacos	Risco ambiental	Efeitos
Dipirona	Em ambientes aquáticos baixa toxicidade e alto potencial de exposição	Seus metabólitos podem causar efeitos tóxicos em peixes, danos ao DNA, atingindo o nível de concentrações a partir de 50ng.L
Paracetamol	Classificado em posições intermediárias nas listas de monitoramento ambiental	Metabólito ativo N-acetil-p-benzoquinona imina é considerado potencialmente tóxico para o fígado e os rins
Ibuprofeno	Presença em efluentes de ETAR representa um elevado potencial de risco ambiental	Pode causar efeitos adversos em alguns organismos

Fonte: Aragão *et al.* (2020).

No Brasil, está em vigor a Política Nacional de Medicamentos (PNM) 2001, cujo propósito é assegurar o acesso da população a medicamentos essenciais de qualidade, promovendo o seu uso de maneira racional. Para regulamentar critérios relacionados à prescrição, dispensação, controle, embalagem e rotulagem de medicamentos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabeleceu as resoluções RDC Nº 20/2011 e RDC 68/2014. Apesar dessas normativas visando o uso racional, controle e dispensação de medicamentos, a acumulação indevida e o descarte inadequado ainda suscitam preocupações significativas para a saúde pública e ambiental. Estudos nacionais e internacionais têm evidenciado a presença de fármacos e princípios ativos contaminando solos e corpos d'água (Constantino *et al*., 2020).

O Brasil dispõe de legislações específicas que regulam a qualidade da água, delineando responsabilidades atribuídas a diferentes setores.

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005 (padrões de classificação de corpos de água) que abordam questões sobre manejo, tratamento e disposição final desses resíduos, compreendendo somente estabelecimentos com fins comerciais, de saúde e pesquisa.

A Resolução nº 396/2008 estabelece diretrizes e classificação ambiental para águas subterrâneas, com o propósito de promover o enquadramento adequado, prevenir a poluição e controlar os impactos nesse recurso hídrico. Essa normativa estipula critérios e parâmetros, visando assegurar a preservação e o uso sustentável das águas subterrâneas, contribuindo para a proteção ambiental e a promoção da qualidade hídrica subterrânea em território nacional.

A Resolução CONAMA nº 430/2011 estabelece critérios e padrões para o lançamento de efluentes líquidos em corpos d'água, com o objetivo de preservar e recuperar a qualidade ambiental. Ela abrange parâmetros relacionados a diversos poluentes, como carga orgânica, metais e substâncias tóxicas, visando mitigar os impactos ambientais causados por atividades humanas. No entanto, essa resolução não estabelece valores limites para os compostos farmacológicos (Brasil, 2005; 2008; 2011).

Para minimizar os efeitos do descarte inadequado dos resíduos sólidos, a Resolução Nº 222/2018 estabelece que o gerenciamento dos resíduos sólidos de saúde (RSS) deve abranger todas as etapas de planejamento dos recursos físicos, dos recursos materiais e da capacitação dos recursos humanos envolvidos. Todo serviço gerador deve dispor de um Plano de Gerenciamento de RSS (PGRSS), observando as regulamentações federais, estaduais, municipais ou do Distrito Federal. O PGRSS deve ser monitorado e mantido atualizado, conforme periodicidade definida pelo responsável por sua elaboração e implantação. O serviço gerador de RSS é responsável pela elaboração, implantação, implementação e monitoramento do PGRSS (Brasil, 2018).

No entanto, a divulgação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) deve ser mais abrangente para garantir o conhecimento de todos os envolvidos. Nesse sentido, o estudo realizado por Amarante *et al.* (2017) constatou que 65% dos trabalhadores nas unidades de saúde não tinham conhecimento da existência do PGRSS, enquanto no hospital, 61% dos profissionais afirmaram que o local possuía o PGRSS. Em relação às diretrizes contidas no PGRSS, 75% dos participantes das unidades de saúde afirmaram desconhecimento, corroborado pela observação de campo. No hospital, 58% dos participantes alegaram ter conhecimento do plano. O principal obstáculo para o gerenciamento adequado dos RSS nas unidades de saúde foi o desconhecimento das etapas do gerenciamento, mencionado por 35,5% dos participantes. No hospital, 31,6% dos funcionários relataram não enfrentar dificuldades

nesse aspecto. Entretanto, 66% dos participantes das unidades de saúde e 61% do hospital desconheciam o destino dos RSS. A maioria, representada por 56% das unidades de saúde e 58% do hospital, considerou bom o gerenciamento de resíduos em suas instituições.

No Brasil, não há registros de programas oficiais voltados para a problemática dos fármacos como contaminantes. Pesquisas têm contribuído fornecendo subsídios para tomadas de decisões e despertando o interesse de empresas de saneamento, órgãos governamentais e a população em geral. O mais preocupante é que não há uma legislação que determina limites de lançamento de fármacos no meio ambiente. As principais legislações que regulamentam o gerenciamento de resíduos sólidos estão resumidas no Quadro 4.

Quadro 4 - Principais legislações regulamentadas no Brasil para gerenciamento de resíduos.

Resolução CONAMA nº 358/2005	Regulamenta o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde
RDC 44/2009 (ANVISA)	Estabelece as Boas Práticas Farmacêuticas, incluindo normas para o gerenciamento de resíduos, o que impacta diretamente no descarte adequado de medicamentos nas farmácias e drogarias.
Resolução CONAMA nº 358/2005	Regulamenta o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde
Lei 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos)	Define princípios, objetivos e instrumentos para a gestão integrada de resíduos sólidos, promovendo a responsabilidade compartilhada entre o setor público, o setor privado e a sociedade.
RDC 222/2018 (ANVISA)	Essa Resolução estabelece regras para o descarte de medicamentos passíveis de retorno à farmácia, drogaria ou unidade de saúde para a devida destinação ambientalmente adequada
Instrução Normativa Conjunta 1/2018 (ANVISA, Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Saúde)	Estabelece orientações para a implementação de ações de responsabilidade compartilhada na destinação ambientalmente adequada de medicamentos vencidos ou em desuso

RDC 328/2019 (ANVISA)	Define os critérios para o descarte de medicamentos vencidos ou impróprios para consumo, reforçando a responsabilidade compartilhada entre a indústria farmacêutica, distribuidores, varejistas e consumidores na gestão adequada desses resíduos

Fonte: Dados da pesquisa

Como alternativa para mitigar os impactos ambientais e de saúde decorrentes do descarte inadequado de medicamentos, foi publicado o Decreto nº 10.388 em 5 de junho de 2020, que institui o sistema de Logística Reversa (LR) de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso. O documento prevê pontos de coleta em drogarias e farmácias para o descarte de tais medicamentos, que são considerados o armazenamento primário desses resíduos. A partir de então, os distribuidores deveriam transportar os resíduos para um armazenamento secundário, até que fossem encaminhados aos fabricantes e importadores, responsáveis pela destinação final ambientalmente adequada dos resíduos (Brasil, 2020).

A LR é um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizada por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a facilitar a coleta e a devolução dos resíduos sólidos ao setor empresarial (Campanher 2016; Brasil *et al*., 2018). As vantagens e desvantagens desse sistema estão expostas no quadro 5.

Quadro 5 - Comparação de vantagens e desvantagens dos fatores da logística reversa.

Fatores da Logística reversa	Vantagens	Desvantagens
Atingir padrões internacionais de qualidade ambiental	Estar de acordo com padrões internacionais de qualidade ambiental, podem atrair clientes, fornecedores e novas parcerias organizacionais.	Nenhuma
Reduzir impactos ambientais	Redução de resíduos gerados tanto no processo produtivo, como no pós-venda e pós-consumo. Conscientização Ambiental	Nenhuma

Demonstrar responsabilidade empresarial, estabelecer princípios de sustentabilidade ambiental	Atrai clientes com consciência ambiental resulta em diferencial competitivo. Desenvolvimento sustentável	Nenhuma
Rede Logística Planejada	Controle sobre produtos. Rastreamento dos produtos do início até o destino final. Gera redes de distribuição reversa competitivas. Gerir bons controles de entrada. Processos padronizados e mapeados.	Dificuldade de realização e se mau planejado gera prejuízos à organização
Relações colaborativas entre organização e clientes	Aumenta a interação entre a organização e os clientes, podendo criar uma fidelização destes.	Nenhuma
Reduzir custos internos e desperdícios	Retorno de material reduz custos com matéria-prima. Eliminação de resíduos reduz custos de fabricação	Dificuldade na realização do controle e retorno de materiais, podendo gerar grandes estoques e custos adicionais
Exigências legais	Estar de acordo com as legislações vigentes, além da possibilidade de antecipação à legislações futuras.	Nenhuma
Fluxos de movimentação e transporte interno e externo de materiais	Nenhuma	Retorno de materiais causa aumento de custo por motivos de logística e transporte
Novos nichos de mercado	Novos produtos podem ser feitos a partir de resíduos realimentados na cadeia produtiva além de	Necessita de grandes investimentos

	facilitar o ciclo reverso do pós-consumo	
Investimento inicial em logística reversa	Retorno financeiro a longo prazo. Os custos são reduzidos com aquisição de matéria-prima e eliminação de resíduos nos processos produtivos	Alto investimento inicial. Necessita de grande planejamento, com controle total do ciclo de vida do produto, equipes e parceiros envolvidos, dificultando a aplicação desta atividade

Fonte: Adaptado Maahs *et al*, 2016.

Nesse contexto, a gestão eficaz e o manejo adequado de resíduos representam ferramentas cruciais para a significativa redução da quantidade de resíduos gerados nessas instâncias, incluindo aquelas com atividades de manipulação. Tal abordagem visa otimizar o encaminhamento seguro e eficiente desses resíduos, preservando a integridade dos trabalhadores, promovendo a saúde pública, e simultaneamente considerando a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente, como preconizado no Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) (Melo, 2009).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ausência de uma legislação que estabeleça limites quantitativos para a presença de resíduos de fármacos no meio ambiente é uma lacuna preocupante no contexto atual. A falta de

parâmetros regulatórios específicos dificulta a mensuração e controle adequados dos níveis de contaminação, representando um desafio significativo para a preservação ambiental e a saúde pública. A inexistência de diretrizes claras quanto aos limites aceitáveis de lançamento de fármacos no meio ambiente contribui para a perpetuação de práticas inadequadas de descarte e tratamento desses resíduos, comprometendo a capacidade de fiscalização e implementação de medidas preventivas, o que coloca em risco ecossistemas aquáticos e terrestres, além de potencialmente afetar a saúde humana.

O manejo adequado de resíduos medicamentosos exige uma abordagem coletiva, englobando ação desde os fabricantes até os responsáveis pela coleta. A implementação de atividades de educação ambiental torna-se imperativa para instruir as comunidades sobre procedimentos apropriados, abrangendo não apenas resíduos de medicamentos, mas também todos os demais detritos gerados. Nesse contexto, é crucial impulsionar iniciativas de divulgação por meio de redes sociais, mídias, estabelecimentos farmacêuticos, e demais estabelecimento de saúde, inclusive, por meio de seminários em instituições de ensino superior e escolas. Estas ações visam enfatizar a relevância de evitar o uso irracional de fármacos, bem como a automedicação, enquanto orientam sobre a correta disposição dos excedentes de medicamentos.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017. 2018. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/ Panorama/panorama2017.pdf Acesso em: 2 nov. 2023.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019. São Paulo, São Paulo (SP). 2019. Disponível em: https://abrelpe.org.br/ Acesso em: 23 out. 2023

ALVARENGA, L. S. V.; NICOLETTI, M. A. Descarte doméstico de medicamentos e algumas considerações sobre o impacto ambiental decorrente. **Revista Saúde-UNG-Ser**, v. 4, n. 3, p. 34-39, 2011.

AMARANTE, J.S.; RECH, T. D.; SIEGLOCH, A. E. Avaliação do gerenciamento dos resíduos de medicamentos e demais resíduos de serviços de saúde na Região Serrana de Santa Catarina. Eng Sanit Ambient, v.22, n.2, P. 317-326, 2017

ARAGÃO, R. B. de A. et al. Pharmaceutical market, environmental public policies and water quality: the case of the São Paulo Metropolitan Region, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, p. e00192319, 2020.

BARCELOS, V. M.; OLIVEIRA, A. C S.; TEIXEIRA, E. R.; SANTANA, P. P. C. Saúde Mental de Enfermeiros de Centro Cirúrgico: uma revisão integrativa. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 10, n. 9, p. 1-8, 2021.

BARROS-PLATIAU, A.F.; SCHLEICHER, R. T. Saúde Planetária: os nexos entre saúde, clima e segurança. **CEP**, v. 71, p. 50, 2023.

BATISTA, A. P. et al. Avaliação da presença de Ciprofloxacino, Sulfametoxazol e Cafeína em água de esgoto de Foz do Iguaçu e Matelândia-PR. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 21374-21385, 2021.

BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Fármacos no meio ambiente. **Química nova**, v. 26, p. 523-530, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000400015 Acesso:3 nov. 2023

BRASIL - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 222, de 28 de março de 2018. Dispõe sobre o descarte de medicamentos e seus resíduos no âmbito domiciliar e em serviços de saúde e revoga a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 44, de 17 de agosto de 2009. Brasília, DF. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf. Acesso em: 10 out. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2008. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562. Acesso em: 10 out. 2023.

BRASIL. Decreto nº 10.388, de 05 de junho de 2020, institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso, humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens após descarte pelos consumidores. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10388.htm> Acesso em: 10 de outubro de 2023

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada –RDC n° 306, de 7 de dezembro de 2004. Diário Oficial da União, 10 de dezembro de 2004.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de marco de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2005. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf . Acesso em: 15 out. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, 2011. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646 . Acesso em: 10 out. 2023

BRASIL. Decreto nº 10.388. Regulamento do § 1º do caput do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores. Diário Oficial da União 2020; 5 de junho. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 9 de out. 2023

BORRELY, S. I. et al. Contaminação das águas por resíduos de medicamentos: ênfase ao cloridrato de fluoxetina. **O mundo da saúde**, v. 36, n. 4, p. 556-563, 2012.

CAMPANHER, R. Descarte adequado de medicamentos: percepção socioambiental do empresário de drogarias frente à logística reversa. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Interdisciplinar Desenvolvimento Humano em Sociedades Complexas. Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino, 2016.

CARVALHO, E. A. R. et al. Descarte de resíduos de medicamentos: consciência ambiental na cidade de Catalão/GO/Drug waste disposal: environmental awareness in the city of Catalan/GO. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 12704-12714, 2021.

CARVALHO, N. L.; PIVOTO, T. S. Ecotoxicologia: conceitos, abrangência e importância agronômica. **Revista Monografias Ambientais**, p. 176-192, 2011.

CONSTANTINO, V. M. et al. Estoque e descarte de medicamentos no domicílio: uma revisão sistemática. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 585-594, 2020.

DA SILVA, M. A. et al. A problemática ambiental da contaminação dos recursos hídricos por fármacos. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)**, n. 51, p. 141-148, 2019.

MORAES F., I. M.; TAVARES, G. G. Aprimorando a saúde planetária através da Atenção Primária à Saúde: Possibilidades de implementação. **Revista de Divulgação Científica Sena Aires**, v. 12, n. 3, p. 439-442, 2023.

MORAIS, J. P.; DE PAIVA, Y. G. A interferência humana no meio ambiente e sua interface com a educação ambiental crítica como ferramenta na contribuição da saúde planetária e mitigação da crise socioambiental. **Educação Ambiental–atitudes e ações resilientes para o equilibrio do planeta**, p. 64, 2022.

OLIVEIRA, N. R. et al. Review of national and international legal and regulatory mechanisms on the management of drugs and the residues thereof/Revisao dos dispositivos legais e normativos internacionais e nacionais sobre gestao de medicamentos e de seus residuos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 8, p. 2939-2951, 2019.

DUARTE, E. S.; AQUINO, G. C. S.; LIMA, R. G. Degradação de Fármacos e Impacto Ambiental. Revista Processos Químicos, Goiás, p. 83-90, 2017. Disponível em https://doi.org/10.19142/rpq.v11i21.397 Acesso em: 02 nov.2023

ERCOLE, F. F.; MELO, Laís Samara de; ALCOFORADO, Carla Lúcia Goulart Constant. Revisão integrativa versus revisão sistemática. **Reme: Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 09-11, 2014.

FALQUETO E, KLIGERMAN DC. Análise normativa para descarte de resíduos de medicamentos – estudo de caso da região Sudeste do Brasil. Rev DiSan. 2012;13(2):10-23. DOI: 10.11606/issn.2316-9044.v13i2p10-23

FALQUETO, E.; KLIGERMAN, D. C.; ASSUMPCAO, R.F. Como realizar o correto descarte de resíduos de medicamentos? Ciência & Saúde Coletiva, Belo Horizonte, v. 15, n. 2 (supl.), p. 3283-3293, 2010. Disponível em: Acesso em: 10 ago. 2023

FERREIRA, L. et al. Educação Permanente em Saúde na atenção primária: uma revisão integrativa da literatura. Saúde em Debate, v. 43, p. 223-239, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/0103-1104201912017

FREITAS, L. A. A.; RADIS-BAPTISTA, G. Poluição farmacêutica e descarte de medicamentos vencidos, não utilizados e indesejados no contexto brasileiro. **Revista de xenobióticos**, v. 11, n. 2, pág. 61-76, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/jox11020005

HAMSCHER, G.; SCZESNY, S.; HÖPER, H.; NAU, H. Determination of Persistent Tetracycline Residues in Soil Fertilized with Liquid Manure by High-Performance Liquid Chromatography with Electrospray Ionization Tandem Mass Spectrometry. **Analytical Chemistry**74: 1509 -1518, 2002.

KATZUNG, B. G. Farmacologia básica e clínica. Introdução: natureza, desenvolvimento e regulação de fármacos. 13 Edição. Local: AMGH editora Ltda, 2017.

LÓPEZ-PACHECO, I.Y. et al. Anthropogenic contaminants of high concern: existence in water resources and their adverse effects. Science of The Total Environment, Monterrey, v. 690, p.

1068-1088, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.052. Acesso em: 03 nov. 2023

MAAHS, T. R. et al. Logística Reversa: Uma Alternativa para Redução de Custos e Impactos Ambientais das Organizações. **Revista ESPACIOS| Vol. 37 (Nº 27) Ano 2016**, 2016.

MATTOS, P. C. Faculdade de ciências agronômicas UNESP. **Tipos de revisão de literatura. Botucatu**, 2015.

MELO, S. A. S. et al. Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados. Química Nova, São Paulo, v. 32, n.1, p. 188-197, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000100034 Acesso em: 03 nov. 2023

MIKITISH, J. P. Achieving sustainability through existing environmental regulations. **Ariz. St. LJ**, v. 43, p. 835, 2011.
PIAZZA, G.A.; PINHEIRO, I.G. logística reversa e sua aplicação na gestão dos resíduos de medicamentos domiciliares. Revista de estudos ambientais, v.16, n. 2, p. 48-56, 2014.

NUNES, B. Fármacos no ambiente: implicações ecotoxicológicas. **Revista Captar: Ciência e Ambiente para Todos**, v. 2, n. 1, p. 9-20, 2010.

PINTO G. M. F.; SILVA K. R.; PEREIRA. R. F. A. B; SAMPAIO S. R. Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos na região da Paulínia (SP), Brasil; Rev. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.19, n.3, pp. 219-224, 2014.

PONGSIRI, M. J. et al. The need for a systems approach to planetary health. **The lancet Planetary health**, v. 1, n. 7, p. e257-e259, 2017.

Programa Descarte Consciente. Brasil Health Service – BHS. São Paulo, SP, 2011.Disponível em:www.bhsbrasil.com.br/servicos_residuos_saude.html Acesso em: 23 out. 2023.

RAMOS, H. M. P. et al. Descarte de medicamentos: uma reflexão sobre os possíveis riscos sanitários e ambientais. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, p. 145-168, 2017.

RAUSCH, P. C.; A. L; SIEGLOCH, A. E. Descarte de resíduos de medicamentos pela população rural. **Ambiente & Sociedade**, v. 26, p. e00441, 2023.

RODRIGUES, C. R. B. Aspectos legais e ambientais do descarte de resíduos de medicamentos. 2009. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2009. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3653. Acesso em: 03 nov. 2023

RODRIGUES, I. C. G. et al. Contaminação ambiental decorrente do descarte de medicamentos: participação da sociedade nesse processo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 86701-86714, 2020.

SOARES, A. F. S. et al. Contaminação das águas de abastecimento público por poluentes emergentes e o direito à saúde. **Revista De Direito Sanitário**, v. 20, n. 2, p. 100-133, 2020.

SOUZA, B. L. et al. Logística reversa de medicamentos no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 21224-21234, 2021.
SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein. 2010; 8(1 Pt 1):102-6. DOI: https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134

TOSCANO, I. G.; NÓBREGA, C. C. Logística reversa de medicamentos vencidos e em desuso em um país em desenvolvimento. Estudo de caso: João Pessoa– 37 Paraíba/Brasil. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica, v. 14, n. 3, p. 997-1012, 2021.

USC VITERBI - University of Southern California Viterbi School of Engineering. Adaptado por Portal Tratamento de Água. Traduzido por Gheorge Patrick Iwaki. [Internet], publicado em 09 jul 2019. Disponível em: https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-daagua. Acesso em: 10 out 2023