

DESCARTE DE CANETAS DE INSULINA NO BRASIL: UM DESAFIO OCULTO NA GESTÃO DE RESÍDUOS DE SAÚDE¹

Bruna Bottega²

RESUMO

O diabetes mellitus é uma doença crônica que exige, em muitos casos, o uso contínuo de insulina. Entre os dispositivos disponíveis para administração, destacam-se as canetas descartáveis, que, após o uso, tornam-se resíduos sólidos de saúde. Considerando isso, apresenta-se neste artigo uma investigação sobre o uso e o descarte das canetas injetoras de insulina no Brasil, com a finalidade de caracterizar sua composição, estimar o volume de consumo e descarte anual e analisar os impactos ambientais decorrentes, além de discutir soluções sustentáveis. A pesquisa tem caráter exploratório e documental, apoiando-se em levantamento bibliográfico, análise de dados oficiais e estudo experimental de duas canetas, cujas partes foram mensuradas quanto à massa e à composição. Os resultados estimados indicam que, no Brasil, são descartadas anualmente cerca de 89,1 milhões de canetas, representando mais de 1,6 mil toneladas de plásticos nobres, especialmente polipropileno, com potencial econômico superior a R\$ 12 milhões caso fossem reciclados. Constatou-se, contudo, que a destinação predominante é inadequada, ocorrendo em aterros, lixões ou incineração. Conclui-se que o problema demanda corresponsabilidade entre indústria, paciente e poder público, com fortalecimento da logística reversa, ampliação de pontos de coleta e incentivo à economia circular. Tais medidas podem transformar um resíduo de risco em oportunidade socioambiental, alinhando saúde, sustentabilidade e desenvolvimento.

Palavras-chave: canetas de insulina; gestão de resíduo sólido de saúde; diabetes; propostas sustentáveis.

ABSTRACT

Diabetes mellitus is a chronic disease that often requires the continuous use of insulin. Among the available devices for administration, disposable pens stand out, which, after use, become healthcare solid waste. Considering this, this article presents an investigation on the use and disposal of insulin injection pens in Brazil, aiming to characterize their composition, estimate the annual consumption and disposal volume, and analyze the resulting environmental impacts, in addition to discussing sustainable solutions. The research is exploratory and documentary, supported by a bibliographic survey, analysis of official data, and an experimental study of two pens, whose parts were measured regarding mass and composition. The estimated results indicate that approximately 89.1 million pens are discarded annually in Brazil, representing more than 1.6 thousand tons of high-value plastics, especially polypropylene, with an economic potential exceeding R\$ 12 million if recycled. However, it was found that the predominant destination is inappropriate, occurring in landfills, dumps, or incineration. It is concluded that the problem

¹ Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel no Curso de Ciência e Tecnologia, do Centro Tecnológico de Joinville (CTJ), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob orientação do Dr. James Schipmann Eger. TCC apresentado em 06/11/2025.

² Graduanda do Bacharelado em Ciência e Tecnologia do CTJ-UFSC.
E-mail: botegabruna@gmail.com

demands shared responsibility among industry, patient, and public authorities, with the strengthening of reverse logistics, expansion of collection points, and encouragement of the circular economy. Such measures can transform a hazardous waste into a socio-environmental opportunity, aligning health, sustainability, and development.

Keywords: insulin pens; healthcare solid waste management; diabetes; sustainable proposals.

1. INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus (DM) é uma doença crônica, autoimune (ataque do sistema imunológico a células saudáveis), na qual o corpo não consegue fornecer ou utilizar a quantidade necessária do hormônio insulina. Este é produzido pelo pâncreas e sua principal função é controlar o nível de glicose, ou seja, promover a captação do açúcar do sangue pelas células dos tecidos. O mau funcionamento ou ausência da insulina pode ocasionar complicações, como cetoacidose diabética, neuropatia diabética, problemas bucais, amputações e óbito (Sociedade Brasileira de Diabetes, 2022).

O diabetes mellitus do tipo 2 (DM2) pode ser tratado, majoritariamente, com alterações no estilo de vida e nos hábitos alimentares, mas não exclui a possibilidade do uso hormonal. Já o diabetes mellitus do tipo 1 (DM1) depende de aplicações regulares de insulina para controle da glicemia, pois apresenta deficiência absoluta da produção pancreática. Insulinoterapia é o tratamento com o uso de insulina, análoga à insulina humana, mimetizando o comportamento fisiológico natural por meio de aplicações externas (Silva Júnior *et al.*, 2023).

Cerca de 800 milhões de pessoas no mundo têm a doença autoimune DM (World Health Organization, [202-]), com 20 milhões desses pacientes no Brasil, segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (SDB) ([202-]). A terapia farmacológica realizada principalmente com o uso do hormônio insulina, depende do emprego e, conseqüentemente, do descarte de sistemas de injeção com materiais químicos, biológicos e perfurocortantes.

Mundialmente, estima-se que 72 milhões de indivíduos são insulino-dependentes, sendo nove milhões com DM1 e 63 milhões com DM2 (Médecins Sans Frontières Access Campaign; T1International, 2024). A insulina pode ser administrada, dentre outras formas, por meio de canetas plásticas descartáveis. A caneta de insulina é um dispositivo para aplicação de medicação subcutânea que facilita a automedicação de insulina, tornando o processo eficiente e aumentando a adesão ao tratamento do DM (Catic; Gojak; Djekic, 2020).

Terapias avançadas com dispositivos automáticos e monitoramento contínuo podem ser inviáveis devido aos custos, acessibilidade, complexidade de uso, insumos necessários, grau de informação do consumidor e condições climáticas. Assim, a insulinoterapia integrada à tecnologia não é uma realidade acessível e leva ao uso predominante de canetas descartáveis e seringas para tratamento, criando não apenas a necessidade de cuidado com a administração do medicamento, mas também com os resíduos produzidos diariamente (Cunha, 2023).

Dispositivos como as canetas de insulina concretizam o avanço no cuidado de pacientes diabéticos e são fundamentais para o controle da doença, no entanto, o descarte pós-consumo desse tipo de material deve ser apropriado, uma vez que os pacientes, em geral, são leigos em relação ao desprezo de tal (Catic *et al.*, 2020).

Normalmente, esses objetos culminam ao lixo doméstico comum e acabam sendo descartados em aterros, lixões ou incineradoras, gerando o desperdício de materiais valiosos que poderiam ser reaproveitados (Novo Nordisk Brasil, [20--]).

Programas de recolhimento de canetas usadas são escassos, criando uma demanda por soluções eficazes, visto que a repercussão ambiental do tratamento está associada com preocupações sustentáveis (Catic *et al.*, 2020). Para Petry *et al.* (2024), o impacto recíproco entre a crise climática global e a escassez de recursos tem voltado o alvo para produtos sustentáveis no campo do DM, fazendo surgir o termo *Green Diabetes* (Diabetes Verde).

A carência de informações de caracterização dos resíduos de pacientes diabéticos (Petry *et al.*, 2024), nesse caso, a caneta aplicadora de insulina, justifica a necessidade de aprofundamento na problemática referente ao panorama do descarte desses resíduos sólidos de saúde (RSS), com foco na situação atual brasileira. Os desafios associados à disposição pós-consumo são discutidos e se introduzem propostas de soluções condizentes à realidade da saúde nacional, a qual oferece tratamento gratuito através do Sistema Único de Saúde (SUS) e diretrizes específicas para gerenciamento dos RSS, como a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei nº 12.305/2010) (Brasil, 2010), a resolução RDC nº 222/2018 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2018) e a resolução CONAMA nº 358/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil, 2005).

Este artigo apresenta, portanto, uma análise sobre o uso e descarte das canetas injetoras de insulina no Brasil, focando na caracterização do material, na projeção e quantificação do consumo, e no descarte desses RSS. Desta análise, procederá a discussão dos impactos ambientais associados e a proposta de soluções sustentáveis de acordo com as diretrizes existentes para gerenciamento de resíduos no país.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para realizar a análise sobre o uso e descarte das canetas injetoras de insulina no Brasil é uma pesquisa do tipo exploratória (Piovesan; Temporini, 1995), procurando compreender o significado e o contexto em que está inserido esse uso. O método da pesquisa é misto em relação à natureza das informações, partindo de um levantamento bibliográfico e documental para identificar os dados relacionados aos pacientes, comparados com a projeção de lixo plástico resultante da utilização de canetas de insulina no período de um ano pela estimativa de 1,1 milhão de insulíndependentes (Calliari *et al.*, 2018). Utilizou-se uma média anual de canetas prescritas com base na literatura, extrapolada para uma estimativa empírica, cruzando com a distribuição das mesmas pelo SUS e vendas da rede privada.

A pesquisa bibliográfica foi realizada no Portal de Periódicos da CAPES, SciELO e Semantic Scholar, complementada por uma análise de dados provenientes de núcleos especializados nas áreas de saúde humana e ambiental, priorizando organizações de destaque como Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) e *International Diabetes Federation* (IDF). O descarte de canetas de insulina inclui aspectos relacionados aos materiais utilizados na fabricação e as estratégias de dispensa sustentável em atuação, reforçando os aspectos científico-tecnológicos atrelados ao problema.

Utilizou-se como base empresas fabricantes de canetas que abrangem programas de incentivo à reciclagem de canetas de insulina, como o RePen, da

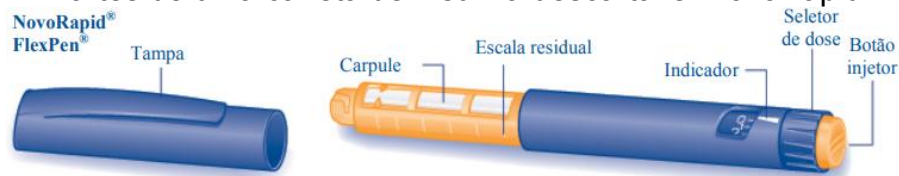
empresa Sanofi do Reino Unido, e ReMed™, da companhia Novo Nordisk, oficializado em 2020 com projetos piloto no Brasil, França, Alemanha, Itália, Japão, Reino Unido e Dinamarca (Novo Nordisk Brasil, [20--]). No Brasil, o programa de circularidade pós-consumo é chamado de Reciclaneta, porém, só há pontos de coleta nos estados de São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ) (Novo Nordisk Brasil, [20--]), limitando a participação da população.

Procedeu-se a um estudo experimental para caracterizar duas canetas de insulina, uma Lantus Solostar (Sanofi) e uma Fiasp® FlexTouch® (Novo Nordisk). As unidades foram desmontadas, e suas partes mensuradas e analisadas quanto à massa, composição, materiais constituintes, separabilidade, valor econômico, impacto ambiental e potencial de reciclabilidade.

3. CANETAS DE INSULINA

A primeira caneta de insulina criada pela empresa Novo Nordisk em 1985, chamada de NovoPen®, forneceu um meio discreto e preciso para autoadministrar insulina (Novo Nordisk Brasil, [20--]). Mais de 100 anos após o início de pesquisas com o hormônio presente nesses dispositivos, o tratamento com canetas de insulina continua sendo utilizado por pacientes com DM (Novo Nordisk, [2021?]). Uma caneta de injeção é composta por quatro partes principais, sendo a tampa, o suporte do carpule (em laranja na Figura 1), o carpule (removível em insulinas reutilizáveis, ou não em insulinas descartáveis - Figura 1) e um compartimento posterior com botão injetor, indicador e seletor de dose.

Figura 1 – Partes de uma caneta de insulina descartável NovoRapid® FlexPen®



Fonte: Novo Nordisk (2019, p. 7).

Uma caneta descartável possui o conteúdo pré-preenchido, ou seja, está pronta para o uso. A caneta reutilizável, por outro lado, opera com um carpule que é fornecido separadamente, podendo ser recarregado. A duração estimada de uma caneta reutilizável é de até três anos após a primeira aplicação (SBD, 2025), enquanto as descartáveis seguem a data de validade da insulina que acondicionam.

Comumente, canetas como a da Figura 1 dispõem a tampa, o suporte do carpule e o corpo posterior fabricados em polímeros de alto desempenho que, após o uso, acabam descartados. Esse tipo de material é altamente recomendado para dispositivos médicos por características como biocompatibilidade, peso leve, resistência à corrosão, customização, particularidades estruturais, custo benefício e aprovação regulamentar (Crass, 2023).

As canetas são fabricadas por diversas empresas, mas contêm materiais e componentes em comum. Termoplástico polipropileno (PP) e/ou policarbonato para o corpo do produto, metal (aço inoxidável) para mecanismos internos, vidro no carpule que contém o medicamento e silicone em componentes de vedação.

3.1. Panorama do uso de canetas de insulina

A utilização de canetas descartáveis apresenta tendência de crescimento, impulsionada tanto pelo avanço das tecnologias quanto pelo aumento do número de indivíduos com dependência desses dispositivos. Estima-se que uma em cada dez pessoas viva atualmente com DM, proporção que deverá alcançar uma em cada oito até 2050, o que corresponderá a 853 milhões de indivíduos entre 20 e 79 anos (International Diabetes Federation, 2025). O IDF Diabetes Atlas 2025 projeta 589 milhões de adultos diagnosticados com a doença nessa faixa etária, sendo 17 milhões no Brasil.

Entre os 20 milhões de diabéticos no país, mais de 90% correspondem ao DM2 (SBD, [202-]), cujo tratamento pode ou não envolver a administração de insulina. De acordo com o Ministério da Saúde, para a Agência Brasil, no mínimo 6,5 milhões do total de diabéticos brasileiros necessitam do uso de insulina para tratamento da doença (Almeida, 2023).

O país ocupa a sexta posição mundial entre os territórios com maior número de indivíduos diagnosticados com DM em geral, e a terceira posição em relação ao DM1, contabilizando cerca de 600 mil pacientes (SBD, [202-]). A SBD estima que entre as 600 mil pessoas com DM1 no país, 420 mil são atendidas pelo SUS (Melo; Almeida-Pittito; Pedrosa, 2023). No entanto, os critérios de distribuição de insulinas sugeridos são pacientes diagnosticados com DM1 ou DM2 nas faixas etárias de menor ou igual a 19 anos e maior ou igual a 45 anos (Brasil, [202-]).

Em 2024, o SUS distribuiu um total de 71 milhões de unidades de insulina entre frasco e caneta, com 59 milhões de unidades de ação prolongada (NPH) e 12 milhões de ação regular (Brasil, 2025). A Nota Técnica nº 169/2022-CGAFB/DAF/SCTIE/MS esclarece que a rede SUS será abastecida, excluindo particularidades, na proporção de 70% por canetas/tubetes de 3 mL e 30% por frascos de 10 mL. Tal Nota Técnica calcula que um paciente utilize 50 canetas de 3 mL de insulina NPH ao ano e 18 canetas de 3 mL de insulina regular ao ano (Brasil, 2022b).

Porém, cada localidade apresenta particularidades em relação à distribuição de canetas, devendo sempre atender às necessidades de saúde da população (Brasil, [202-]). A Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo menciona uma média de 63 canetas NPH/ano e 30 canetas regular/ano (Estado de São Paulo, 2021), provocando uma variação nos números analisados.

Considerando as 59 milhões de insulinas NPH distribuídas em uma proporção de 70%, aproximadamente 41,3 milhões de canetas/tubetes foram entregues à população e, posteriormente, descartadas. Igualmente, as 12 milhões de unidades regulares distribuídas em uma proporção de 70%, conforme a Nota Técnica nº 169/2022, resultaram em 8,4 milhões de canetas/tubetes disponíveis para retirada no SUS.

A rede privada, em 2020, vendeu 31 milhões de canetas de insulina no Brasil, segundo dados da IQVIA (Line, 2021). Seguindo o crescimento de 30% nas vendas de 2018 para 2020, equivalente a uma taxa anual composta $r \approx 14\%$, o crescimento acumulado por mais quatro anos (2020-2024) foi de $\approx 68,9\%$. Multiplicando pelo crescimento já acumulado até 2020, obtém-se um crescimento acumulado entre 2018 e 2024 de $\approx 119,57\%$. Extrapolando essa tendência, pode-se estimar, então, que em 2024 a venda de canetas de insulina no setor privado foi de 52,4 milhões de unidades.

O mercado brasileiro de insulinas está em crescimento em decorrência do aumento de casos de diabetes, particularmente DM2, e do aumento de iniciativas governamentais de distribuição gratuita de insulinas, que busca atender as necessidades de saúde da população (Grand View Research, 2025). Estimativas e revisões apontam que globalmente 60% dos dependentes de insulina utilizam canetas, embora exista variação regional nesse percentual (Lingen *et al.*, 2023; Perfetti, 2010). Para Calliari *et al.* (2018) aproximadamente 17% dos pacientes utilizam esses dispositivos no Brasil, ou seja, estima-se 1,1 milhão dos 6,5 milhões de insulino-dependentes do país.

Destaca-se que a estimativa de 1,1 milhão é baseada nos 17% obtidos de Calliari *et al.* de 2018, porém, considerando os números de distribuição de insulinas em 2024 tanto do SUS quanto da rede privada, é esperado um número superior de pacientes que utilizam canetas de insulina no período do presente artigo. Por limitações da pesquisa, não foi possível realizar uma estimativa autoral de tal dado. Decidiu-se, então, continuar com o dado para torná-lo subestimado. Em outros termos, esse valor foi mantido como referência por representar uma estimativa conservadora, que evita a superestimação do uso e do consequente descarte das canetas de insulina.

Portanto, dos 6,5 milhões de diabéticos que necessitam de insulina, estima-se que, no mínimo, 1,1 milhão utilizam canetas para aplicação, sendo composto por 600 mil pacientes com DM1 e 500 mil com DM2³. A distribuição de canetas pelo SUS totaliza 49,7 milhões de dispositivos, enquanto a projeção da rede privada conta com 52,4 milhões. A Tabela 1 sumariza os dados.

Tabela 1 – Dados gerais do DM (em milhões de pessoas)

Local Parâmetro	Mundo	Brasil	Pacientes SUS/ Vendas
Diabéticos total	800 (OMS, 2024)	20 (SBD, [202-])	17 (Brasil, 2024)
Adultos (20-79 anos) diabéticos	589 (IDF, 2025)	17 (IDF, 2025)	-
DM1	9,5 (TD1 Index, 2025)	0,60 (SBD, [202-])	0,42 (Melo; Almeida-Pittito; Pedrosa, 2023)
DM2	720* (IDF, 2025)	18* (IDF, 2025)	-
Dependentes de insulina	72 (Médecins Sans Frontières, 2024)	6,5 (Almeida, 2023)	-
Dependentes de caneta de injeção de insulina	43,2* (Perfetti, 2010; Lingen <i>et al.</i> , 2023)	1,1* (Calliari <i>et al.</i> , 2018)	41,3 NPH* 8,4 regular* (Brasil, 2022b) 52,4 insulinas rede privada* (Line, 2021)

(*) Valores estimados conforme as porcentagens das referências.

Fonte: Autora (2025).

A Tabela 2 apresenta uma estimativa da quantidade de canetas utilizadas, considerando diferentes parâmetros de referência. Os documentos oficiais do SUS e de secretarias estaduais indicam uma variação de 50 a 63 canetas NPH e de 18 a 30 canetas regular por ano, totalizando entre 68 e 93 unidades anuais por paciente.

³ Valor baseado na diferença entre 1,1 milhão de dependentes de canetas (Calliari *et al.*, 2018) e os 600 mil DM1 (SBD, [202-]).

Tabela 2 – Quantidade estimada de canetas por segmento

Parâmetro	Canetas NPH/ano por paciente	Canetas regular/ano por paciente	Total canetas/ano
Documentos SUS/secretarias (Brasil, 2022b; Estado de São Paulo, 2021)	50 a 63	18 a 30	68 a 93
Distribuição SUS	-	-	49,7 milhões
Projeção de compras na rede privada	-	-	52,4 milhões

Fonte: Autora (2025).

Nota-se que os dados de distribuição de canetas pelo SUS e projeção de compras na rede privada são faltantes em relação à quantidade estimada de canetas NPH e regular por ano por paciente. Portanto, para continuidade da pesquisa, determinou-se aplicar como base para os cálculos posteriores de estimativa de canetas utilizadas no Brasil a média simples entre os valores descritos pelos documentos do SUS/secretarias (Brasil, 2022b; Estado de São Paulo, 2021), sendo demonstrada por:

$$\text{Quantidade média total de canetas} = \frac{68 + 93}{2} = 80,5 \approx 81 \text{ canetas/ano}$$

Aplicar-se-á, portanto, a quantidade total de 81 canetas por ano por diabético. Considerando o valor mínimo de 1,1 milhão de insulinodependentes com uso de caneta de injeção, calcula-se que o limite inferior do número de canetas descartadas anualmente no Brasil é 89,1 milhões de unidades.

3.2. Estudo experimental

Para o estudo experimental foram utilizados dois corpos de prova, uma caneta de insulina do tipo asparte injetável Fiasp[®] FlexTouch[®] da empresa Novo Nordisk (Figura 2), e uma caneta de insulina do tipo glargina injetável Lantus SoloStar da empresa Sanofi (Figura 3). Ambas contêm 3 mL de medicamento no carpule, são descartáveis após o uso e podem ter as partes desacopladas, possibilitando o processo de desmontagem e, posteriormente, reciclagem.

Para as medições, os instrumentos utilizados foram duas balanças eletrônicas da marca Marte, certificadas pelo Inmetro, a primeira sendo um modelo AD2000 com capacidade de 2010 g e resolução 0,01 g (classe II). Já a segunda, utilizada para medição de uma das partes internas da caneta Lantus SoloStar, do modelo ATX224 com capacidade máxima de 220 g e resolução 0,1 mg (classe I). O laboratório de medição encontrava-se em aproximadamente 22°C.

Figura 2 – Componentes da caneta Fiasp® FlexTouch® (Novo Nordisk)



Fonte: Autora (2025).

Figura 3 – Componentes da caneta Lantus SoloStar (Sanofi)



Fonte: Autora (2025).

A massa de cada caneta foi medida com o carpule em seu limite, ou seja, o seletor de dose foi zerado e a caneta estava inutilizável, estabelecendo o valor padrão para os cálculos. Em seguida, as canetas foram desmontadas em partes, organizadas em três categorias, compreendendo materiais plásticos, metálicos e vidro + silicone. Cada grupo foi pesado individualmente, calculando sua contribuição para a massa padrão e sua porcentagem em relação ao total. Após, por cálculos de média simples, obteve-se a massa média de cada tipo de componentes. Os resultados são explicitados na Tabela 3.

Tabela 3 – Massa dos materiais componentes das canetas de insulina

		Tipo				Massa média [g]
		Fiasp® FlexTouch® (Novo Nordisk) [g]	%	Lantus SoloStar (Sanofi) [g]	%	
Característica	Especificação					
Massa	Total, com carpule vazio	28,7	100	22,6	100	-
	Materiais plásticos	19,2	66,7	17,8	78,9	18,5
	Materiais metálicos	4,5	15,7	0,1	0,2	2,3
	Vidro + silicone	5,2	18,2	5,6	24,7	5,4

Fonte: Autora (2025).

Uma caneta de injeção é formada por 77% de plástico, aproximadamente (Catic *et al.*, 2020) e, conforme a Tabela 3, as canetas compreendem entre 67 e 79% de plástico em sua composição, verificando a afirmação. O PP é um polímero com resistência mecânica e química, alta versatilidade, flexibilidade, atóxico e de baixo custo, fatores justificantes da sua escolha para a produção de canetas, além de ser um termoplástico, ou seja, é reciclável e pode ser retrabalhado conforme a aplicação.

4. GESTÃO DE RESÍDUOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes para o manejo sustentável dos resíduos no Brasil, fundamentando-se em princípios como o desenvolvimento sustentável, a ecoeficiência e o reconhecimento do resíduo reutilizável e reciclável como bem econômico e de valor social. Entre seus objetivos, destacam-se a proteção da saúde pública, a preservação ambiental, a promoção de padrões sustentáveis de produção e consumo, a gestão integrada dos resíduos sólidos e o incentivo à reciclagem. Para viabilizar tais metas, a PNRS prevê instrumentos como a cooperação técnico-financeira, o fomento à pesquisa científica e tecnológica, e a educação ambiental (Brasil, 2010).

No contexto da saúde, a legislação brasileira avança por meio de normas específicas. A ABNT NBR 10004:2004 define critérios de classificação de resíduos, enquanto a Resolução CONAMA nº 358/2005 e a RDC nº 222/2018 regulamentam as práticas de gerenciamento, tratamento e disposição final. A insulina em si (como medicamento) e seus resíduos (ampolas, frascos, agulhas, canetas e seringas) não são classificados isoladamente, mas se enquadram dentro das categorias de RSS. Tais regulamentos classificam a insulina no Grupo B (resíduos químicos), devido ao potencial risco ambiental e à saúde, e os materiais perfurocortantes associados no Grupo E (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004; Brasil, 2005; Brasil, 2018).

Observa-se que os resíduos químicos (Grupo B), como as canetas de insulina com medicamento residual, exigem atenção especial, posto que não devem ser descartadas em lixo tradicional. Isso ocorre pois contém uma substância (insulina humana recombinante) capaz de prejudicar o meio ambiente e os seres vivos caso administrada incorretamente, devendo, portanto, ser destinada aos coletores apropriados.

Nesse cenário, torna-se imprescindível a elaboração e implementação de Planos de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), que abrangem desde a geração e segregação até a destinação final adequada, assegurando a proteção da saúde pública e do meio ambiente.

Essa necessidade é reforçada pelo marco regulatório vigente, uma vez que o artigo 4º do Capítulo II da RDC nº 222/2018, intitulado *Do Plano De Gerenciamento De Resíduos De Serviços De Saúde*, deixa explícito que “o gerenciamento dos RSS deve abranger todas as etapas de planejamento dos recursos físicos, dos recursos materiais e da capacitação dos recursos humanos envolvidos” (Brasil, 2018). Dessa forma, os serviços geradores devem dispor de um PGRSS, definido pela Anvisa como:

XLI. plano de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde (PGRSS): documento que aponta e descreve todas as ações relativas ao gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, observadas suas características e riscos, contemplando os aspectos referentes à geração, identificação, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, destinação e disposição final ambientalmente adequada, bem como as ações de proteção à saúde pública, do trabalhador e do meio ambiente; (Brasil, 2018)

Embora o PGRSS seja um requisito legal, sua efetividade depende também de soluções técnicas e econômicas que deem destino adequado aos resíduos. Nesse sentido, destaca-se o potencial de valorização do PP, material presente em diversos dispositivos de saúde (e.g. caneta de insulina), uma vez que pode ser reciclado e reinserido na cadeia produtiva. O valor estimado de venda de PP reciclado no Brasil em 2022 variava entre R\$7,00 e R\$8,00 por kg, dependendo da cor e região do país, segundo a empresa Plascamil – recuperadora de plásticos (2022).

O elevado potencial de reciclabilidade do PP torna-o um dos plásticos populares, consumido mundialmente, sendo amplamente empregado em embalagens, utensílios e peças no geral. Por sua natureza termoplástica, o material pode ser fundido e remodelado diversas vezes, preservando parte de suas propriedades estruturais, embora exprima degradação progressiva, manifestada por perda de resistência e alterações dimensionais (Plascamil, 2022). Para mitigar esses efeitos, é comum a incorporação de aditivos estabilizantes.

Contudo, apesar de suas propriedades favoráveis, a reciclagem do PP enfrenta entraves significativos, tanto de ordem técnica quanto logística. As principais rotas de reaproveitamento do PP envolvem a reciclagem mecânica (moagem, lavagem, reprocessamento) – predominante no Brasil – e processos químicos, como pirólise (degradação térmica). Entretanto, a reciclagem enfrenta desafios, especialmente relacionados à contaminação por resíduos orgânicos e à presença de pigmentos e rótulos, fatores que reduzem a qualidade do reciclado e limitam seu emprego (Compostos do Brasil, 2025).

Em condições ideais de coleta seletiva e triagem, estima-se que até 40% do PP pós-consumo possa ser reciclado; contudo, no Brasil, a taxa efetiva não ultrapassa 5%, reflexo de gargalos estruturais na cadeia de gestão de resíduos (Abiplast, 2022; Gandra, 2022). Ressalta-se, ademais, que o uso de PP reciclado pode reduzir em até 42,8% as emissões de CO₂ em comparação ao polímero virgem, o que reforça sua relevância em políticas de economia circular e sustentabilidade (Galve, 2022).

A limitação da reciclagem amplia os riscos ambientais associados ao descarte inadequado desse polímero, especialmente quando empregado em dispositivos de uso único, como as canetas de insulina descartáveis. O plástico utilizado é biodegradável, porém o tempo de bio-degradação é relativamente longo (Kalra; Girdhar; Sahay, 2015). O PP pode levar até 30 anos para degradação natural, e a queima pode liberar toxinas, tais como cloretos e dioxinas (Alsabri; Tahir; Al-Ghamdi, 2022). Segundo estudo da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), apenas 9% dos plásticos são realmente reciclados – enquanto no Brasil são somente 1,3% (UNEP, 2025).

A qualidade que faz do plástico um material valioso – sua durabilidade – é também a causa de sua persistência como poluente. Portanto, uma forma viável de

tratamento dos resíduos plásticos é através de abordagens inovadoras que permitam sua degradação e reciclagem eficiente, analisando todas as fases da vida dos produtos para enfrentar um déficit ambiental global.

Frente a esse cenário, iniciativas de circularidade têm surgido como alternativas para reduzir impactos, com destaque para programas específicos voltados às canetas injetáveis pós-consumo. No Brasil, o programa de circularidade como o Reciclaneta, da Novo Nordisk, procura viabilizar essa destinação (Figura 4). No entanto, a escassez de pontos de entrega voluntária (apenas em SP e RJ) dificulta o descarte adequado, aumentando a possibilidade de esses RSS serem direcionados para fluxos de coleta de lixo tradicional ou aterros, lixões e valas. A coleta seletiva poderia ser benéfica, porém, como a caneta contém o medicamento, o carapule de vidro e a desmontagem morosa, a saída provável será o aterro sanitário.

Figura 4 – Etapas da devolução de canetas Novo Nordisk para o Reciclaneta



Fonte: Novo Nordisk Brasil ([20--]).

A NBR 8419/1992 que dispõe sobre a “apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos” define aterro sanitário como:

3.2 Aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos: Técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

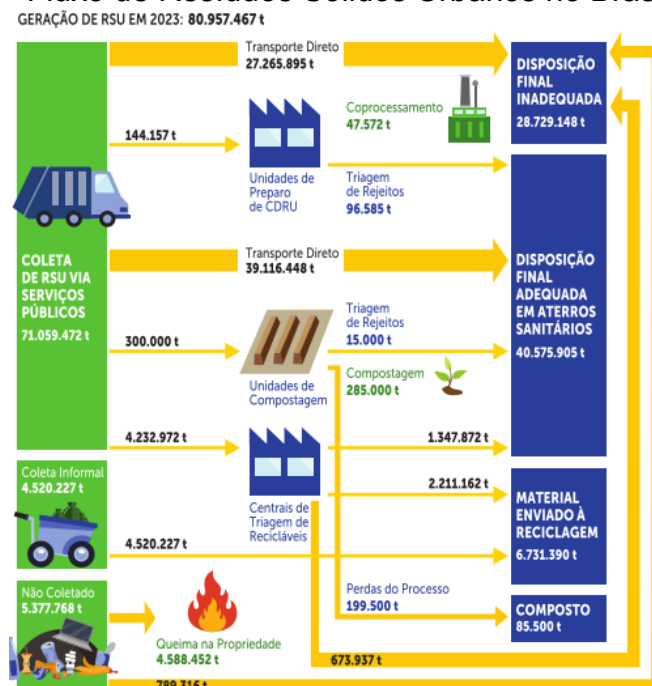
(Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992)

Embora a definição normativa delimite os aterros sanitários como técnica adequada para resíduos sólidos urbanos, na prática esses espaços recebem também RSS – como as canetas injetáveis – que necessitam de segregação. Para Freitas, Pires e Benincá (2024) a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil tem fragilidades e deficiências que podem ser minimizadas ou eliminadas com a correta aplicação da PNRS, explorando o potencial de gerenciamento existente.

Tal discrepância entre a prescrição regulatória e a realidade operacional revela a vulnerabilidade da gestão integrada de resíduos no país.

Segundo a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA) (2024), no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024, pouco mais da metade do lixo brasileiro vai para aterros sanitários, conforme os fluxos da Figura 5. Cerca de 40% desses resíduos têm como destino áreas de disposição final inadequadas, e.g. lixões – aglomerados de rejeitos a céu aberto que, conforme a Lei nº 12.305/2010, deveriam ter sido totalmente extintos até agosto de 2024. A PNRS, no artigo 47, proíbe a destinação ou disposição final de resíduos sólidos por meio do “lançamento in natura a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração” (Brasil, 2010).

Figura 5 – Fluxo de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil em 2023



Fonte: ABREMA (2024).

Em 2022, contudo, um levantamento do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS) verificou 1,5 mil lixões ativos. Os principais entraves referem-se à limitada capacidade dos municípios em arcar com os custos da disposição adequada dos resíduos, bem como à cobrança pela prestação desses serviços (Agência Senado, 2024). Tais espaços levam o crédito pela contaminação dos lençóis freáticos, além de impactos na saúde humana e ecológica. Ademais, representam também um desperdício do potencial de aproveitamento energético, até então negligenciado no país (Silva; Capanema, 2019).

A PNRS estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; entretanto, a efetiva relação entre consumidor e produtor mostra-se limitada. A destinação recorrente das canetas aos aterros sanitários e lixões evidencia, assim, a insuficiência do sistema nacional de logística reversa, sobretudo quando comparado a experiências internacionais consolidadas, que priorizam estratégias de reciclagem e rastreabilidade. Tal panorama reforça a necessidade de instrumentos eficazes de destinação, como a logística reversa, em conformidade com os princípios da PNRS.

Apesar de o Brasil contar com uma competência legal e normativa robusta para o gerenciamento de resíduos, observam-se lacunas entre as determinações oficiais e as práticas periódicas nos serviços de saúde e nos municípios. O Quadro 1 apresenta um comparativo entre as principais legislações e normas relacionadas aos RSS e ambientes presentes na realidade brasileira, evidenciando os principais desafios e incongruências.

Quadro 1 – Comparativo entre previsão legal/normativa e cenário recorrente

Legislação/Norma	Previsão	Cenário recorrente
PNRS – Lei nº 12.305/2010 (Brasil, 2010)	Fim dos lixões (art. 47); gestão integrada e compartilhada do ciclo de vida dos produtos.	Mais de 1500 lixões ainda ativos em 2022 (SNIS); municípios sem aterros sanitários adequados.
Resolução CONAMA nº 358/2005 (Brasil, 2005)	Tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos RSS.	RSS seguem para aterros e lixões, sem tratamento prévio; falhas na segregação.
RDC nº 222/2018 (Brasil, 2018)	Exige elaboração e implementação do PGRSS em todos os serviços de saúde.	Escassez de PGRSS efetivos ou tratamento como documento formal, sem aplicação prática.
ABNT NBR 10004/2004 (ABNT, 2004)	Classificação técnica de resíduos (Grupo B – químicos, Grupo E – perfurocortantes).	Falta de segregação correta na origem, com RSS sendo descartados junto com RS Urbanos.
ABNT NBR 8419/1992 (ABNT, 1992)	Define parâmetros de aterros sanitários como técnica adequada de disposição final.	Operação fora das normas, sem impermeabilização ou monitoramento, permitindo infiltração e contaminação.

Fonte: Autora (2025).

5. PROPOSTAS SUSTENTÁVEIS

No território brasileiro, além do Reciclaneta, a Novo Nordisk foi responsável por efetivar programas de logística reversa de medicamentos e embalagens. São chamados de *Descarte Consciente* e *LogMed*, e visam reduzir a poluição ambiental e proteger os ecossistemas (Novo Nordisk Brasil, [20--]). A estratégia de logística reversa também está presente na RDC nº 222/2018 e na PNRS, deliberada como:

XXXIV. logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada; (Brasil, 2010; Brasil, 2018)

O Brasil, por meio do decreto nº 10.936/2022, instituiu o Programa Nacional de Logística Reversa (PNLR), um “instrumento de coordenação e de integração dos sistemas de logística reversa”, que regulamenta a PNRS. O documento define responsabilidades aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes quanto ao retorno e à sustentabilidade econômico-financeira de produtos e embalagens pós-consumo (Brasil, 2022a). Entretanto, o escopo da PNLR restringe-se aos fluxos gerais de resíduos sólidos, não contemplando de forma explícita os resíduos oriundos dos serviços de saúde, evidenciando uma lacuna na gestão de RSU e RSS.

Nesse cenário, a logística reversa constitui apenas uma das dimensões das estratégias sustentáveis aplicáveis ao gerenciamento de RSS. Além de buscar

cumprir a legislação, iniciativas como essa permitem avançar rumo à economia circular, exemplificada na Figura 6. No modelo, materiais que antes seriam destinados ao descarte passam a ser reinseridos nas cadeias produtivas, agregando valor e reduzindo os resíduos para um mínimo.

Figura 6 – Infográfico explicando o modelo da economia circular



Fonte: Adaptado de European Parliament Research Service (2023).

O Parlamento Europeu fixa o conceito de economia circular como um “modelo de produção e consumo que envolve compartilhar, alugar, reutilizar, reparar, recondicionar e reciclar materiais e produtos existentes pelo maior tempo possível. Dessa forma, o ciclo de vida dos produtos é prolongado”. Estima-se que mais de 80% do impacto ambiental de um produto é determinado durante a fase de projeto. Nesse sentido, práticas como o eco-design de dispositivos podem ajudar a proteger o meio ambiente, bem como diminuir a dependência de materiais virgens, criar vínculos empregatícios, estimular inovação e poupar o dinheiro do consumidor (European Parliament, 2023).

A ampliação de parcerias público-privadas para a coleta, além da promoção da educação ambiental junto a pacientes são atividades fundamentais para potencializar resultados. Tais ações dialogam diretamente com compromissos globais, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) – especialmente o ODS 3 *Saúde e Bem-estar* e o ODS 12 *Consumo e Produção Responsáveis* (Nações Unidas, [202-]) – reforçando a importância de alinhar saúde e sustentabilidade.

O programa PenCycle, da Novo Nordisk UK, envia para a Dinamarca as canetas entregues pelos pacientes em farmácias parceiras, onde serão recicladas por instalações específicas. A companhia assegura que os lotes são rastreados para evitar a destinação a aterros e incineradores, e os materiais resultantes recebem novo uso, com o plástico das canetas transformado em móveis, enquanto o vidro é reaproveitado para a produção de lâmpadas (Novo Nordisk, 2024).

Também no Reino Unido (UK), a empresa farmacêutica Sanofi gerencia o programa Repen, transformando canetas pós consumo em materiais valiosos. As canetas são enviadas pelos pacientes em envelopes específicos, por correio. O vidro tornará para reciclagem específica, enquanto o metal será derretido, purificado e solidificado para, posteriormente, ser comercializado e reutilizado. Já os plásticos tornar-se-ão *Stormboard*, transformando plástico residual em mobiliário resistente às intempéries, sendo reciclável, novamente, após o fim da vida útil (Sanofi, 2025).

Na França, a iniciativa Returpen, do grupo Novo Nordisk, confere que até 2023, 25 milhões de canetas descartáveis foram vendidas anualmente para mais de um milhão de insulino-dependentes no país. Com o programa de retorno, em parceria com uma empresa Dinamarquesa de design de mobiliário, a cada 120 canetas descartadas, é possível produzir uma cadeira utilizada em ambientes de cuidado à saúde por meio do material reciclado (Novo Nordisk France, 2023).

Os sistemas de saúde em todo o mundo são responsáveis por aproximadamente 5% das emissões globais de CO₂ (Rodríguez-Jiménez *et al.*, 2023). Continuamente, surgirão outros dispositivos e, em um cenário otimista, todos os diabéticos serão tratados de maneira digna. No entanto, o meio ambiente poderá sofrer prejuízos com o aumento da demanda de matéria-prima, da produção de resíduos e rejeitos, além da criação de novos fluxos globais de comercialização. Isso ressalta que as estratégias sustentáveis não são apenas locais, mas parte de compromissos internacionais.

Exemplo de comprometimento global é a *New Plastics Economy*, ou Nova Economia do Plástico, criada em 2018 pela Fundação Ellen MacArthur e o Programa do Meio Ambiente das Nações Unidas (UNEP), que estabelece uma visão comum de economia circular para o plástico (Alsabri; Tahir; Al-Ghamdi, 2022). A iniciativa tem o objetivo de analisar a causa raiz da poluição plástica, eliminar plásticos desnecessários, circular e inovar os plásticos necessários, tornando-os totalmente recicláveis e eliminando produtos químicos perigosos dos processos de fabricação e reciclagem (UNEP, 2025).

A produção e a utilização de canetas ocorrem em larga escala, porém o tema de reciclagem desses dispositivos não é território conhecido (Heinemann; Klonoff, 2022). Mesmo com os programas de circularidade existentes, e.g., Reciclaneta, Repen e Returpen, não é claro quanto – e se realmente – as canetas de insulina tornam ao processo de reciclagem, em função de que dados oficiais não foram divulgados até o momento do presente artigo.

A Tabela 4 apresenta a estimativa do fluxo de resíduos plásticos provenientes do descarte de canetas de insulina no Brasil. Aproximadamente, são 89,1 milhões de unidades de canetas descartadas anualmente no Brasil, com cerca de 18,5 g de materiais plásticos por caneta. Multiplicando-se os valores, obtém-se 1.648.350 kg de plásticos nobres que acabam sua vida útil, muitas vezes, em aterros, lixões, valas e incineradoras. Considerando o preço de venda médio de R\$7,50 (Plascamil, 2022), o montante poderia resultar em um fluxo anual de R\$12.362.625,00 apenas com a venda de PP reciclado, reforçando o potencial da reciclagem ao descarte irracional.

Tabela 4 – Estimativa do fluxo de resíduos plásticos provenientes do descarte de canetas de insulina no Brasil

Item	Valor por unidade	Quantidade	Resultado anual
Canetas descartadas	-	1,1 milhão × 81 canetas/paciente	89,1 milhões
Peso de plástico	18,5 g/caneta	89,1 milhões × 18,5 g	1.648.350 kg
Valor potencial da reciclagem do plástico	R\$7,50/kg	1.648.350 kg × R\$7,50	R\$12.362.625,00

Fonte: Autora (2025).

A reciclagem depende da voluntariedade dos pacientes, da entrega e coleta dos materiais, do envio para estabelecimentos específicos, da desinfecção e desmontagem, reprocessamento e remanufatura, todas essas ações atendendo às regulamentações ambientais e sociais. Reciclagem é uma finalidade aceitável – e benéfica, quando comparada às opções de aterros e incineração – porém demanda esforço de todas as partes envolvidas, ou seja, desenvolvedores, fábricas, varejistas, consumidor final e poderes legislativos.

A implementação e fiscalização da legislação, em concordância às iniciativas globais, deve conscientizar os consumidores bem como as indústrias. A Responsabilidade Estendida do Produtor (REP) trata-se de uma política que exige que os fabricantes assumam a responsabilidade por todo o ciclo de vida de seus produtos, desde a produção até a coleta e reciclagem após o uso. Tal medida busca garantir que os produtos sejam descartados de forma consciente e sustentável (Scanavacca Junior, 2025).

Já o movimento *Diabetes Verde* aborda o descarte seguro e ecológico da insulina, tanto no nível do consumidor, quanto no nível das unidades de resíduos e de reciclagem (Kalra; Girdhar; Sahay, 2015). Por meio da adoção de práticas simples, e.g., separação de componentes em embalagens apropriadas, desmontagem, desinfecção e trituração, poderão ocorrer o uso e a reciclagem ideal de materiais, ao mesmo tempo em que proporcionam uma fonte de geração de receita. Segundo Kalra, Girdhar e Sahay (2015), as práticas de *green diabetology* propõem expressiva responsabilidade ambiental na gestão de resíduos provenientes do tratamento do DM, incluindo seringas, canetas descartáveis e outros materiais plásticos.

O Quadro 2 exhibe, resumidamente, as ações voltadas ao plástico e às canetas de insulina.

Quadro 2 – Iniciativas globais de gestão sustentável

Iniciativa	País	Responsável	Atuação
Reciclaneta (Novo Nordisk Brasil, [20--])	Brasil	Novo Nordisk	Reciclagem de canetas.
Descarte Consciente (Novo Nordisk Brasil, [20--])	Brasil	Novo Nordisk	Descarte de medicamentos vencidos.
Logmed (Novo Nordisk Brasil, [20--])	Brasil	Novo Nordisk	Logística reversa de medicamentos.
PenCycle (Novo Nordisk, 2024)	Reino Unido	Novo Nordisk	Remanufatura de canetas: móveis e lâmpadas.
Repen (Sanofi, 2025)	Reino Unido	Sanofi	Remanufatura de canetas: <i>Stormboard</i> .
Returpen (Novo Nordisk France, 2023)	França	Novo Nordisk	Remanufatura de canetas: cadeiras.
New Plastics Economy (UNEP, 2025)	Global	Fundação Ellen MacArthur e UNEP	Aplicação da economia circular para o plástico.
Diabetes Verde (Kalra; Girdhar; Sahay, 2015)	Global	-	Aborda o descarte seguro e ecológico da insulina.
Responsabilidade Estendida do Produtor (Scanavacca Junior, 2025)	Global	-	O fabricante ou importador é responsável pelo ciclo de vida completo de seus produtos.

Fonte: Autora (2025).

Soluções sustentáveis tornam-se imprescindíveis para equilibrar os avanços médicos com a preservação ambiental. O processo começa com as próprias empresas, que poderiam deixar explícito nas embalagens ou nas respectivas canetas sobre a forma correta de descarte, seja das partes, seja do todo (Petry *et al.*, 2024). Após, entre as alternativas promissoras, está a transformação das canetas de insulina em novos produtos, como mobiliário, componentes para a construção civil, fibras têxteis e peças automobilísticas, ampliando o reaproveitamento do PP presente nesses dispositivos.

Após os processos de reciclagem, quando o PP manifestar perdas de propriedades fundamentais e desempenho, e não for possível utilizá-lo, existe, afinal, a recuperação energética. Para Alsbri, Tahir e Al-Ghamdi (2022) “extrair energia e produzir produtos químicos a partir de resíduos plásticos utilizando gaseificação ou pirólise são alternativas melhores do que o aterro ou a incineração”.

Juntamente com o cumprimento das ações descritas nos PGRSS, a concretização e aprimoramento de sistemas de coleta especializada com abrangência nacional representa um passo estratégico na direção do futuro sustentável. A ampliação de pontos de entrega em farmácias e Unidades Básicas de Saúde (UBS), em parceria com o setor público e privado, facilitaria o descarte correto das canetas injetoras e reduziria a destinação inadequada ao lixo comum.

A adoção dessas medidas tende a provocar impactos positivos de curto e longo prazo. Em nível individual, contribui para a formação de hábitos de separação de resíduos médicos e para a conscientização dos pacientes quanto à importância do descarte responsável. Em nível ambiental, pode reduzir significativamente os danos associados ao acúmulo de resíduos plásticos, ao mesmo tempo em que amplia a reciclagem do PP para novas funções.

Do ponto de vista setorial, tais iniciativas estimulam pesquisas e inovações no campo da reciclagem de dispositivos médicos, principalmente para uma doença como o DM, que depende de diversos tipos de insumos e resulta, conseqüentemente, em volume expressivo de lixo. Se uma companhia tornar todo o ciclo de vida de um produto *verde*, seja na produção, no transporte ou na venda, os competidores poderão ter problemas ao ignorar tais condições e fabricarem pelo custo mínimo (Heinemann; Klonoff, 2022).

Assim, o fortalecimento das cadeias produtivas sustentáveis deverá promover sinergia entre saúde, meio ambiente e economia circular. Para Heinemann e Klonoff (2022), os próprios pacientes são agentes centrais de mudança, uma vez que, ao alterar os padrões de consumo em favor de produtos ambientalmente responsáveis, exercem pressão criativa e ativa sobre as manufactureiras, forçando-as a reagirem. Tal dinâmica, por sua vez, exige cooperação interdisciplinar entre as partes envolvidas – indústria, administração geral, varejo e consumidores – a fim de consolidar práticas alinhadas à sustentabilidade.

O Quadro 3 sumariza as estratégias e práticas sustentáveis aplicadas ou com potencial de aplicação no Brasil apontadas no decorrer da seção, evidenciando o objetivo e a abrangência de cada item.

Quadro 3 – Estratégias e práticas sustentáveis

Estratégia	Objetivo	Abrangência	Exemplo
Economia circular	Reduzir impactos ambientais prolongando o ciclo de vida do produto.	Produção, consumo e pós-consumo.	Reuso, reciclagem e redesign de produtos.
Logística reversa	Garantir o retorno de produtos e resíduos para reaproveitamento ou descarte adequado.	Produtores, distribuidores e consumidores.	Reciclaneta, PenCycle, Repen e Returpen.
Eco-design	Diminuir impactos ambientais desde o projeto do produto.	Fase de design e produção.	Design inteligente e materiais recicláveis.
Remanufatura	Recuperar e reutilizar componentes de produtos.	Foco em produtos específicos.	PenCycle, Repen e Returpen.
Recuperação energética	Aproveitar resíduos não recicláveis para gerar energia.	Limitado a tipos específicos de resíduos.	Incineração controlada de restos de alimentos, materiais higiênicos e plásticos.
Coleta especializada	Melhorar a destinação final de resíduos perigosos ou específicos.	Localizada	Acordos com empresas de gestão de resíduos.
Ampliação de pontos de coleta de canetas	Facilitar o descarte correto.	Limitada ao acesso do paciente.	Instalação de coletores em hospitais, UBS e farmácias.
Educação ambiental	Conscientizar e engajar a população.	Depende da participação individual.	Campanhas sobre descarte seguro de canetas.
Explicitar o descarte correto nas embalagens	Orientar o consumidor sobre como descartar os produtos.	Pontual	Símbolos de descarte em canetas de insulina.
Fiscalização da legislação	Garantir cumprimento das normas.	Limitada à aplicação da lei.	Inspeções da Anvisa ou órgãos ambientais.

Fonte: Autora (2025).

6. CONCLUSÃO

A evolução da medicina e programas associados viabiliza qualidade de vida para a população global, de maneira geral, e o DM só pode ser controlado e bem administrado graças às inovações farmacêuticas e tecnológicas. Dentre essas, destaca-se a caneta de insulina, que substituiu as seringas de vidro e plástico e possibilitou o acesso à medicina e ao medicamento para uma gama populacional mais ampla.

Este estudo analisou o uso e o descarte de canetas injetoras de insulina no Brasil, discutindo a problemática de sua geração como resíduo sólido de saúde (RSS), os impactos ambientais associados e as possibilidades de reaproveitamento do material. Buscou-se caracterizar a composição das canetas, estimar o consumo e o descarte anual no país, bem como identificar gargalos na gestão desses resíduos, além de analisar os impactos ambientais associados e propor soluções sustentáveis.

Constatou-se que o tratamento do DM em larga escala com canetas descartáveis de insulina gera um volume expressivo de resíduos, com estimativas de 89,1 milhões de unidades descartadas anualmente no Brasil. Verificou-se que esses dispositivos são compostos em sua maioria por plástico, especificamente o PP, que representa entre 67 e 79% de sua composição. O estudo experimental de duas canetas indicou uma massa média de 18,5 g de materiais plásticos por unidade. Multiplicando esse valor pela quantidade total de canetas descartadas, projeta-se um descarte anual de mais de 1,6 mil toneladas de plásticos nobres, com um potencial valor de mercado de mais de R\$ 12 milhões, caso fossem reciclados.

Apesar do valor econômico e ambiental desse material, a destinação predominante ainda ocorre de forma inadequada, com encaminhamento para aterros, lixões ou incineração, o que evidencia falhas na logística reversa e na aplicação prática das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A incoerência entre o previsto no conjunto regulatório e as atividades descritas evidencia limitações estruturais na concretização da gestão integrada de resíduos no Brasil.

Verificou-se, ainda, que iniciativas de circularidade – como programas de devolução e reciclagem promovidos por empresas farmacêuticas – permanecem restritas e pouco abrangentes, limitando o alcance da sustentabilidade nesse setor. A ausência de pontos de coleta em escala nacional e a baixa conscientização dos pacientes são entraves que fragilizam a efetividade das estratégias sustentáveis.

Diante dessas lacunas, torna-se pertinente sugerir que a Política Nacional de Logística Reversa (PNLR) incorpore um tratamento específico para os resíduos de serviços de saúde, com ênfase em dispositivos de saúde de uso domiciliar, como as canetas injetoras de insulina. A inclusão de diretrizes voltadas a esses produtos poderia estabelecer obrigações claras para fabricantes e distribuidores quanto à coleta, transporte, descontaminação e reciclagem segura dos materiais, promovendo a integração entre o setor farmacêutico e os sistemas municipais de gestão de resíduos. Tal abordagem ampliaria o alcance da PNLR e contribuiria para a efetivação da responsabilidade compartilhada prevista na PNRS.

Compreendeu-se, portanto, que a solução para esse problema exige a colaboração entre a indústria, o setor público e os consumidores. Iniciativas de sucesso em outros países, como o PenCycle no Reino Unido e o Returpen na França, demonstram a viabilidade de programas de coleta e reciclagem de canetas. A adoção de práticas de *Diabetes Verde*, que promovem o descarte seguro e ecológico, e o fortalecimento de sistemas de logística reversa podem não apenas

mitigar o impacto ambiental, mas também gerar valor econômico e estimular a economia circular.

As limitações da pesquisa incluíram a falta de dados atualizados (≤ 5 anos) em relação ao número de pacientes e insulíndependentes, a escassez de documentos verificados de fontes oficiais (DataSUS e SBD), a falta ou inexistência da segregação de RSS tanto pelos pacientes quanto pelas instituições responsáveis, a deficiência na coleta brasileira dos materiais de RSS e aos gargalos na destinação de RSS (aterros, valas e lixões), o que dificulta a obtenção de dados precisos sobre o descarte. Salieta-se que os cálculos da Tabela 1 – *Dados gerais do DM* foram realizados com base nas porcentagens das referências e dados de diferentes anos, existindo, portanto, a possibilidade de erros e valores desconhecidos que não foram possíveis de serem obtidos na pesquisa teórica.

Sugere-se a continuidade do estudo com a aplicação de softwares de Análise do Ciclo de Vida (ACV), e.g., SimaPro e OpenLCA, para quantificar o impacto ambiental do descarte incorreto e avaliar o efeito de diferentes políticas de reciclagem e logística reversa. Tais ferramentas poderão proporcionar uma análise numérica das consequências negativas associadas à destinação de canetas de insulina. Além disso, trabalhos futuros podem investigar os aspectos atrelados à contaminação biológica pelo resíduo químico presente nas canetas.

Compreende-se, portanto, que alinhar saúde e sustentabilidade exige corresponsabilidade entre pacientes, indústria e poder regulatório. O fortalecimento da logística reversa, a ampliação da coleta especializada e o incentivo à economia circular representam caminhos estratégicos para transformar um resíduo de risco em oportunidade socioambiental, promovendo sinergia entre o cuidado em saúde, a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ABIPLAST. **Produção de plásticos reciclados pós-consumo cresce 14,3% no Brasil**. Abiplast, 5 dez. 2022. Disponível em: <https://www.abiplast.org.br/noticias/producao-de-plasticos-reciclados-pos-consumo-cresce-143-no-brasil/>. Acesso em: 5 set. 2025.

ABREMA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024**. [S. l.]: ABREMA, 2024.

AGÊNCIA SENADO. **Na data-limite para fim de lixões, destino dos resíduos ainda desafia municípios**. Brasília, 2 ago. 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/08/02/na-data-limite-para-fim-de-lixoes-destino-dos-residuos-ainda-desafia-municipios>. Acesso em: 14 set. 2025.

ALMEIDA, D. Mais de 10% dos brasileiros vivem com diabetes. **Agência Brasil**, Brasília, 14 nov. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2023-11/mais-de-10-dos-brasileiros-vivem-com-diabetes>. Acesso em: 25 abr. 2025.

ALSABRI, A.; TAHIR, F.; AL-GHAMDI, S. G. Environmental impacts of polypropylene (PP) production and prospects of its recycling in the GCC region. **Materials Today: Proceedings**, v. 56, n. 4, p. 2245-2251, 2022. DOI: 10.1016/j.matpr.2021.11.574.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:2004 – Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União: n. 84, seção 1, p. 63-65, 4 maio 2005.

BRASIL. **Decreto nº 10.936 de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 12 jan. 2022a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/D10936.htm. Acesso em: 8 abr. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da diretoria colegiada – RDC nº 222, de 28 de março de 2018**. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 29 mar. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Dia Nacional do Diabetes: cerca de 30 milhões de atendimentos foram realizados em 2023**. Publicado em 26 jun. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/junho/dia-nacional-do-diabetes-cerca-de-30-milhoes-de-atendimentos-foram-realizados-em-2023?>. Acesso em: 3 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Insulinas humanas e agulhas para caneta**. Componente Básico da Assistência Farmacêutica (CBAF), [202-]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/sectics/daf/cbaf/insulinas-humanas>. Acesso em: 2 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Ministério da Saúde garante o abastecimento de insulinas NPH e regular para tratamento de pessoas com diabetes pelo SUS**. [Brasília]: Agência Gov., 2 jan. 2025. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202501/ministerio-da-saude-garante-o->

abastecimento-de-insulinas-nph-e-regular-para-tratamento-de-pessoas-com-diabetes-pelo-sus. Acesso em: 20 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. Coordenação-Geral de Assistência Farmacêutica Básica. **Nota Técnica nº 169/2022-CGAFB/DAF/SCTIE/MS:** atualização sobre distribuição e critérios sugeridos para dispensação das canetas aplicadoras de insulina humana NPH (Insulina Humana NPH 100 UI/mL, tubete de 3 mL), insulina humana regular (Insulina Humana Regular 100 UI/mL, tubetes de 3 mL) e agulhas de aço inoxidável para caneta aplicadora. Brasília, DF, 2022b. Disponível em: <https://farmaciacidade.es.gov.br/Media/farmaciacidade/Componente-Estrategico/Diabetes/Nota%20Tecnica%20169.2022.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2025.

CALLIARI, L. E. *et al.* Insulin injection technique questionnaire: results of an international study comparing Brazil, Latin America and World data. **Diabetol Metab Syndr**, v. 10, p. 85, 2018.

CATIC, T.; GOJAK, R.; DJEKIC, D. Disposal of used pens and needles from diabetes patients` perspective. **Materia Socio-Medica**, v. 32, n. 4, p. 267–270, 2020.

COMPOSTOS DO BRASIL. **Reciclagem de PP: solução sustentável para a economia circular.** Blog Compostos, 8 mai. 2025. Disponível em: <https://www.compostos.com.br/blog/reciclagem-de-pp#:~:text=A%20reciclagem%20de%20PP%20é,reduç%C3%A3o%20dos%20custos%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 5 set. 2025.

CRASS, A. **High-Performance Polymers for Medical Devices.** Performance Plastics, 12 out. 2023. Disponível em: <https://performanceplastics.com/blog/high-performance-polymers-for-medical-devices/>. Acesso em: 12 set. 2025.

CUNHA, L. M. Descarte correto de resíduo doméstico de pessoas em uso de insulina: tecnologia para educação ao paciente. **Enferm Foco**. 2023; 14:e-202329.

ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria da Saúde. **Nota Técnica – Insulina atualizada.** São Paulo, 27 jan. 2021. Disponível em: https://saude.sp.gov.br/resources/ses/perfil/gestor/assistencia-farmaceutica/notas-tecnicas/notatecnica_insulina_atualizada_27012021.pdf. Acesso em: 2 set. 2025.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Circular economy: definition, importance and benefits.** Publications Office of the EU, 24 May 2023. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>. Acesso em: 7 set. 2025.

FREITAS, M. F.; PIRES, M. M.; BENINCÁ, D. Fragilidades e potencialidades na gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. Urbe. **Revista Brasileira de Gestão**

Urbana, v. 16, e20230271, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.016.e20230271>. Acesso em: 10 out. 2025.

GALVE, J. E. *et al.* Life Cycle Assessment of a Plastic Part Injected with Recycled Polypropylene: a Comparison with Alternative Virgin Materials. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology**, v. 9, n. 3, p. 919-932, 2022. DOI: 10.1007/s40684-021-00363-2.

GANDRA, A. **Índice de reciclagem no Brasil é de apenas 4%, diz Abrelpe**. Agência Brasil, Brasília, 5 jun. 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-06/indice-de-reciclagem-no-brasil-e-de-4-diz-abrelpe>. Acesso em: 5 set. 2025.

GRAND VIEW RESEARCH. **Insulin market report**. [S. l.]: Grand View Research, 2025. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/insulin-market-report>. Acesso em: 05 abr. 2025.

HEINEMANN, L.; KLONOFF, D. C. Diabetes technology and waste: a complex story. **Journal of Diabetes Science and Technology**, [S. l.], v. 16, n. 6, p. 1381-1384, 2022. DOI: 10.1177/19322968211022321.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **Diabetes facts & figures**. IDF, 2025. Disponível em: <https://idf.org/about-diabetes/diabetes-facts-figures/>. Acesso em: 28 mar. 2025.

KALRA, S.; GIRDHAR, R.; SAHAY, R. Green diabetology. **Indian Journal of Endocrinology and Metabolism**, v. 19, n. 6, p. 698, 1 nov. 2015.

LINE, N. **Insulina completa 100 anos e vendas de mais de 31 milhões de doses**. Panorama Farmacêutico, 5 ago. 2021. Disponível em: <https://panoramafarmacautico.com.br/insulina-completa-100-anos-e-vendas-de-mais-de-31-milhoes-de-doses/>. Acesso em: 25 abr. 2025.

LINGEN, K. *et al.* Advantages and disadvantages of connected insulin pens in diabetes management. **Endocrine connections**, v. 12, n. 11, 23 ago. 2023.

MÉDECINS SANS FRONTIÈRES ACCESS CAMPAIGN; T1INTERNATIONAL. **Defeating the double standard in diabetes care: exposing the exorbitant prices of diabetes medicines and injection devices**. Geneva: MSF Access Campaign, May 2024. Disponível em: https://msfaccess.org/sites/default/files/2024-05/MSF-AC_Diabetes_May_final.pdf. Acesso em: 6 abr. 2025.

MELO, K. F. S.; ALMEIDA-PITTITO, B.; PEDROSA, H. C. **Tratamento do Diabetes Mellitus Tipo 1 no SUS**. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes, 2023. Disponível em: <https://diretriz.diabetes.org.br/tratamento-do-diabetes-mellitus-tipo-1-no-sus/>. Acesso em: 25 abr. 2025.

NAÇÕES UNIDAS. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. In: NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL – OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Brasília, [202-]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 8 set. 2025.

NOVO NORDISK BRASIL. **Reciclaneta – reciclagem de dispositivos usados**. [20--]. Disponível em: <https://www.novonordisk.com.br/sustainable-business/recycling-used-devices.html>. Acesso em: 7 set. 2025.

NOVO NORDISK FRANCE. **Returpen**: programme de collecte et recyclage des stylos jetables. [S. I.]: Novo Nordisk France, 20 out. 2023. Disponível em: <https://www.novonordisk.fr/sustainable-business/Returpen.html>. Acesso em: 31 mar. 2025.

NOVO NORDISK. **100 anos de insulina**. [2021?] Disponível em: <https://www.novonordisk.com.br/about/100-anos-de-insulina.html>. Acesso em: 30 mar. 2025.

NOVO NORDISK. **Frequently asked questions**. PenCycle, [s. I.], jan. 2024. Disponível em: <https://www.pen-cycle.co.uk/patients/diabetes-or-weight-management-patients/frequently-asked-questions.html>. Acesso em: 22 set. 2025.

NOVO NORDISK. **NovoRapid® FlexPen® Bula Profissional**. Ministério da Saúde (CCDS v. 19.0, v. 2). [S. I.]: Novo Nordisk, 2019. Disponível em: https://img.drogasil.com.br/raiadrogasil_bula/NOVORAPID.pdf. Acesso em: 28 mar. 2025.

PERFETTI, R. Reusable insulin pens and pen needles: practical aspects of use in the treatment of diabetes. **Diabetes Technology & Therapeutics**, v. 12, s1, p. S-33–S-40, 2010.

PETRY, S. F. *et al.* Diabetes Technology and Waste: A Real-World Study in a Specialized Practice in Germany. **Journal of Diabetes Science and Technology**, 5 jun. 2024.

PIOVESAN, A.; TEMPORINI, E. R. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v. 29, n. 4, p. 318–325, ago. 1995.

PLASCAMIL. **PP reciclado: qual o preço?** Blog Plascamil, 26 abr. 2022. Disponível em: <https://www.plascamil.com.br/blog/2022/04/26/pp-reciclado-qual-o-preco/>. Acesso em: 5 set. 2025.

RODRÍGUEZ-JIMÉNEZ, L. *et al.* The carbon footprint of healthcare settings: a systematic review. **Journal of Advanced Nursing**, v. 79, n. 8, p. 2830-2844, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/jan.15671>

SANOFI. **RePen: give your used insulin pen a second life**. Jul. 2025. Disponível em: <https://www.mysanofiinsulin.co.uk/repen/>. Acesso em: 7 set. 2025.

SCANAVACCA JUNIOR, L. **Poluição por plástico: um desafio global**. Embrapa Meio Ambiente, 12 jun. 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cultivos/busca-de-noticias/-/noticia/101194207/artigo--poluicao-por-plastico-um-desafio-global>. Acesso em: 13 set. 2025.

SILVA JÚNIOR, W. S. *et al.* Insulinoterapia no diabetes mellitus tipo 1 (DM1). **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes**, 2023.

SILVA, V. P. M.; CAPANEMA, L. X. L. Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos: experiências comparadas e desafios para o Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 50, p. 153-200, set. 2019.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Brasil já tem cerca de 20 milhões de pessoas com diabetes**. [S. I.]: SBD, [202-]. Disponível em: <https://diabetes.org.br/brasil-ja-tem-cerca-de-20-milhoes-de-pessoas-com-diabetes/>. Acesso em: 31 mar. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Guia Prático: Canetas Reutilizáveis de Insulina no SUS**. [S.I.]: SBD, 2025. Disponível em: <https://diabetes.org.br/wp-content/uploads/2025/04/Guia-Pratico-SBD-Canetas-Reutilizaveis-de-Insulina-no-SUS.pdf>. Acesso em: 14 set. 2025.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Tipos de diabetes**. [S. I.]: SBD, 2022. Disponível em: <https://diabetes.org.br/tipos-de-diabetes/>. Acesso em: 27 mar. 2025.

UNEP - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Dez perguntas urgentes sobre poluição plástica**. [S. I.]: UNEP, 29 abr. 2025. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/dez-perguntas-urgentes-sobre-poluicao-plastica>. Acesso em: 5 set. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **The New Plastics Economy Global Commitment**. Atualizado em 21 maio 2025. In: UNEP – Chemicals and Pollution Action. Disponível em: <https://www.unep.org/new-plastics-economy-global-commitment>. Acesso em: 8 set. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health topics: Diabetes Overview**. [S. I.]: World Health Organization, [202-]. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/diabetes#tab=tab_1. Acesso em: 28 mar. 2025.

AGRADECIMENTOS

A todos que tornaram este artigo possível e guiaram meus passos ao longo da graduação, sou profundamente grata. Minha base – mãe e pai –, obrigada pelo amor, apoio e segurança; consegui graças a vocês. Lucca, o primeiro a me encorajar, mesmo à distância foste um exemplo. Maria, parceira e amiga, a jornada foi leve com você ao meu lado. Ao Professor James e à Professora Amanara, gratidão pela confiança e pelo suporte. Aos Professores Victor e Leonardo, pelo acolhimento desde o princípio. À Professora Andrea, por me fortalecer e inspirar a seguir adiante. Aos amigos que se tornaram família e aos professores que compartilharam ensinamentos valiosos, deixo meu carinho e o mais sincero agradecimento.

Não se trata de um *adeus*, mas de um *até logo*.