

GERAÇÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS DA ÁREA DA SAÚDE PÚBLICA: UM ESTUDO DE CASO EM SOROCABA, ESTADO DE SÃO PAULO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.16.25.III-003>

Kelly Cristina Romão Cardoso (*), Gerson Araujo de Medeiros

* Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Sorocaba, São Paulo. e-mail: k.cardoso@unesp.br.

RESUMO

A geração dos resíduos eletroeletrônicos impõe um desafio para a sociedade contemporânea, pela tendência de crescimento no consumo e na obsolescência desse tipo de produto. O presente artigo teve por objetivo realizar um diagnóstico da geração de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos da rede pública da Secretaria da Saúde (SES) da Prefeitura Municipal de Sorocaba. Um levantamento foi realizado nos registros da Secretaria da Saúde (SES) de Sorocaba entre 2013 e 2024. A metodologia combinou análise qualitativa e quantitativa, focando nas licitações para descarte dos resíduos, por meio de leilões. Os equipamentos médico-assistenciais (EMA) foram classificados conforme a RENEM (Portaria 3.134/2013) em categorias como médico-assistencial, apoio e infraestrutura. A SES armazena os REEE em galpão próprio até a realização de leilões, sem periodicidade definida. Destacando-se as autoclaves, pelo volume ocupado e pelo tempo de armazenamento de 4 anos, representou um custo mensal de R\$ 77,52, totalizando R\$ 3.722,00, no período avaliado.

PALAVRAS-CHAVE: gestão de resíduos sólidos, impacto ambiental, impacto econômico.

INTRODUÇÃO

A rápida evolução tecnológica tem impulsionado o consumo de equipamentos elétricos e eletrônicos, resultando em um aumento significativo na geração de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE). Esses resíduos, quando descartados inadequadamente, representam riscos ambientais e à saúde pública devido à presença de substâncias tóxicas, como metais pesados (FRANCO & LANGE, 2011). Nesse contexto, esses autores salientam que a inovação tecnológica acelera a obsolescência dos produtos e desafia a gestão sustentável desses resíduos.

A gestão adequada dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) nas instituições públicas brasileiras representa um desafio significativo, tanto do ponto de vista ambiental quanto administrativo. Conforme discutido por Diniz (2016), essas instituições enfrentam uma série de obstáculos para garantir o descarte correto desses materiais. Entre as principais dificuldades destacam-se a falta de infraestrutura adequada, a carência de políticas institucionais específicas, as dificuldades na logística reversa, a falta de conscientização dos servidores envolvidos, a incerteza sobre responsabilidades legais, a escassez de recursos financeiros e a ausência de dados precisos para planejamento.

A logística reversa de produtos eletroeletrônicos (REEE) é um processo essencial para garantir a coleta, reciclagem e destinação ambientalmente adequada de resíduos como computadores, celulares, eletrodomésticos e outros dispositivos. No Brasil, esse sistema vem sendo estruturado nos últimos anos, principalmente após a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei nº 12.305/2010), que estabelece a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e poder público (SANT'ANNA, 2014).

A PNRS determina que a cadeia produtiva de eletroeletrônicos implemente sistemas de logística reversa para garantir a coleta adequada e reciclagem de REEE, promovendo a economia circular e reduzindo impactos ambientais (BRASIL, 2010).

Ademais, foi editado um Decreto nº 10.240/2020, especificamente para regulamentar os resíduos eletroeletrônicos, estabelecendo regras para a coleta, reciclagem e destinação ambientalmente adequada de eletroeletrônicos somente de uso doméstico. Metas do Acordo Setorial e Decreto Federal no 10.936/2022 (10.240/2020): prevê que as empresas devem, em 2021, coletar e destinar corretamente 1%, em peso, do que colocaram no mercado em 2018, ano definido como base. Nos anos seguintes, as metas sobem para 3%, 6%, 12%, e chega a 17% em 2025. Não trata especificamente de resíduos eletroeletrônicos (REEE) de origem, uso ou aplicação em serviços de saúde, incluídos os produtos utilizados nas residências (home care) (BRASIL, 2020).

Desde a edificação do Welfare States, sobretudo após o fim da II Guerra Mundial, a saúde pública passou a ser central nos debates de gastos públicos, no caso brasileiro, esse debate levou à criação e consolidação do SUS apenas no final da década de 1980 (DE CARVALHO, 2021). Dessa forma, foi a partir dos anos 1990 que os gastos públicos em saúde passaram a aumentar e como não existia um ativo estatal era necessário começar praticamente do “zero”. Dessa forma, o

atendimento básico e especializado em saúde está em franca expansão no Estado brasileiro, mesmo que seu financiamento dependa de oscilações econômicas e políticas (MARQUES, 2007). O SUS, como realidade de política pública exitosa, com todos os seus desafios, é uma das grandes políticas públicas que demanda compra de insumos e equipamentos regularmente.

Foram dessas demandas, em equipamentos e insumos, que surge também o passivo em saúde, ou seja, as despesas oriundas da inativação, estocagem e descarte desses itens, que podem ser classificados como contaminantes e não contaminantes. Nossa pesquisa versa sobre esses últimos, pois esses passivos, os equipamentos desativados, são um desafio aos órgãos públicos envolvidos.

Em relação à gestão e descarte adequado de resíduos de equipamentos em serviços de saúde, segundo a NBR 15943:2011 estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apresenta diretrizes essenciais para o gerenciamento de equipamentos de infraestrutura e saúde em estabelecimentos médicos, incluindo orientações sobre o descarte adequado de resíduos associados a esses equipamentos. A norma visa garantir a segurança operacional, a conformidade legal e a sustentabilidade ambiental, alinhando-se às regulamentações nacionais e internacionais (ABNT, 2011).

A classificação e segregação de resíduos gerados por equipamentos médicos e de infraestrutura, conforme a NBR 15943:2011 abrange categorias de acordo com a sua natureza e potencial risco:

- Resíduos Eletrônicos (REEE): Componentes de equipamentos eletromédicos, como placas de circuito, baterias e cabos, que podem conter metais pesados (chumbo, mercúrio, cádmio).
- Resíduos Perigosos: Materiais contaminados com substâncias químicas ou biológicas, fluidos refrigerantes ou partes que apresentam risco toxicológico.
- Resíduos Recicláveis: Partes metálicas, plásticas e de vidro que podem ser reaproveitadas após desmontagem e descontaminação.

Ademais, os equipamentos eletroeletrônicos são dispositivos cujo funcionamento depende de corrente elétrica ou campos eletromagnéticos. Conforme a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2013), esses produtos podem ser classificados em quatro categorias principais:

- Linha Branca: Refrigeradores, freezers, fogões, máquinas de lavar roupa e louça, secadoras e condicionadores de ar.
- Linha Marrom: Televisores (tubo, plasma, LCD, LED), monitores, aparelhos de DVD/VHS, equipamentos de áudio e filmadoras.
- Linha Azul: Eletroportáteis como batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, aspiradores de pó e cafeteiras.
- Linha Verde: Computadores (desktops e notebooks), tablets, celulares e acessórios de informática.

Ao final de sua vida útil, esses produtos tornam-se Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE). Idealmente, só deveriam ser descartados após esgotadas todas as possibilidades de reparo, reuso ou atualização. No entanto, alguns – especialmente dispositivos de telecomunicações – têm um ciclo de obsolescência mais acelerado devido ao avanço tecnológico ou à falta de peças de reposição, levando a um descarte precoce (ABDI, 2013).

De acordo com a ABDI (2013), os REEE contêm materiais variados, como plásticos, vidros, componentes eletrônicos e mais de 20 tipos de metais pesados, frequentemente dispostos em camadas ou subcomponentes unidos por solda ou cola. Além disso, muitos equipamentos recebem tratamentos químicos para resistência à corrosão ou retardamento de chamas. Além disso, ressalta-se que a complexidade desses materiais – com concentrações que variam de microscópicas a grandes quantidades – exige processos específicos para extração e reciclagem. Como resultado, a separação e o tratamento dos REEE são significativamente mais complexos, custosos e impactantes ambientalmente do que a reciclagem de resíduos convencionais, como latas de alumínio ou garrafas de vidro.

OBJETIVO

O presente artigo tem por objetivo realizar um diagnóstico de resíduos de equipamentos para saúde empregados na rede pública da Secretaria da Saúde (SES) da Prefeitura Municipal de Sorocaba, sob a perspectiva analítica em sistemas de logística reversa. Dessa forma, foram considerados os itens leiloados como inservíveis no ano de 2024, referente ao interstício 2019-2023, cuja Prefeitura ofertou certame juntamente com resíduos sólidos de outras secretarias. O objeto dessa pesquisa inclui o lote relativo aos resíduos sólidos gerados apenas na SES.

Destarte, dividiu-se a análise em três partes, a saber: 1- Fluxo entre as unidades de saúde e o armazenamento nos espaços destinados aos bens permanentes com baixa patrimonial, 2- Processo de armazenagem, catalogação e destinação para leilão, 3- Constituição do certame, parâmetros inseridos no edital e por fim, arremate por empresas participante do processo de leilão.

METODOLOGIA

Cabe ressaltar, que nosso objeto constitui especificamente o processo de inativação até a destinação final em empresas especializadas em resíduos sólidos, sobretudo elétrico e eletrônico. Propositamente, excetuamos o fluxo entre a aquisição, o tombamento e a ativação nas unidades de saúde, pois, nesse momento focamos nossa análise da baixa patrimonial ao descarte final. O primeiro passo correspondeu à tabulação dos dados de levantamento de inventário patrimonial realizado em dezembro de 2023, agregando equipamentos com classificação semelhante e, posteriormente, segregou-se os de mesma descrição/finalidade. A partir dessa classificação e agregação inicial viabilizou-se quantificar o volume e custo de estocagem, além do seu impacto orçamentário em relação ao valor de arremate

Levantamento de dados dos resíduos dos equipamentos para saúde na SES

O inventário de inservíveis da SES foi elaborado em dezembro de 2023, o levantamento de dados foi realizado por profissionais da área da saúde e incluiu a descrição e quantificação dos itens armazenados no galpão. Tal levantamento serviu para o planejamento do processo de leilão posteriormente realizado pela Secretaria de Administração (SEAD). Ademais, foram coletados dados importantes na presente análise, tais como o Edital formulado pela SEAD para efetivo leilão, o custo de armazenagem mediante a aferição dos valores de contrato entre o ente o poder público e o locatário privado, a nota fiscal de venda do lote de inservíveis, cujo valor específico dos itens objetos foi analisado através de percentual de volumetria. Por fim, foi investigado se a empresa arrematadora cumpria os requisitos legais no que tange certificações relativas ao descarte de resíduos sólidos em eletroeletrônicos.

Caracterização dos resíduos de equipamentos para saúde na SES

A classificação dos equipamentos para a saúde atende à normativa estabelecida pelo Ministério da Saúde a partir de portaria, número 3134/2013, criando a Relação Nacional de Equipamentos e Materiais Permanentes financiáveis para o SUS (RENEM), conforme Tabela 1. A partir dessa classificação definiu-se um critério para categorizar os resíduos de equipamentos para a saúde gerados no sistema público da cidade de Sorocaba.

A partir do inventário (Tabela 2) dos inservíveis realizou-se uma análise dos equipamentos elétricos e eletrônicos existentes lançando mão de classificação inerente ao REEE, possibilitando quantificar e estimar o volume dos resíduos objeto deste artigo, de forma detalhada.

Tabela 1. Classificação dos itens - RENEM.

Classificação	Definição
Equipamentos Médico-Assistencial	Equipamentos ou Sistemas utilizados direta ou indiretamente para diagnóstico, terapia e monitoração na assistência à saúde da população.
Equipamentos de Apoio	Equipamento ou sistema que compõe uma unidade funcional, com características de apoio à área assistencial.
Equipamentos Gerais	Conjunto de móveis e utensílios com características de uso geral, e não específico, da área hospitalar.
Equipamentos de Infraestrutura	Equipamentos ou Sistemas, que compõem as instalações elétricas, eletrônicas, hidráulicas, fluido-mecânica ou de climatização, de circulação vertical, destinados a dar suporte ao funcionamento adequado das unidades assistenciais e aos setores de apoio.
Veículos	Meio de transporte, motorizados ou não, destinado a apoiar as ações, os programas e políticas do Ministério da Saúde.

Fonte: Portaria Nº 3.134, de 17 de Dezembro de 2013

Tabela 2. Classificação dos inservíveis.

Classificação	Descrição
Apoio	Autoclave Horizontal De Mesa (Até 75 Litros), Autoclave Horizontal De Solo (Pequeno Porte), Base De Apoio De Braço (Braçadeira Para Injeção), Base De Esfigmomanômetro Pedestal, Base De Suporte De Soro, Berço Hospitalar Com Grades (Manual), Biombo (3 Corpos), Biombo Plumbífero, Braçadeira Para Injeção, Cadeira De Banho Higiénica, Cadeira De Rodas, Cadeira Para Coleta De Sangue, Carro Maca Simples, Coluna De Esfigmomanômetro De Mercúrio, Compressor Odontológico, Fotopolimerizador, Mesa De Mayo, Negatoscópio, Seladora Grau Cirúrgico, Suporte De Cilindro Pequeno, Suporte De Hamper, Suporte De Soro.
Gerais	Mesa Auxiliar (Elétrica Oftalmológica), Mocho, Poltrona Hospitalar, Encosto De Mocho, Escada 2 Degraus.
Infraestrutura	Bomba A Vácuo Odontológica
Médico-Assistencial	Aparelho De Corrente Interferencial, Aparelho De Raios-X Panorâmico (Odontológico), Aspirador De Secreções Elétrico Portátil, Audiômetro, Autorefrator, Balança Antropométrica Adulto Digital, Balança Antropométrica Adulto Mecânica, Balança Antropométrica Pediátrica Digital, Balança Mecânica Pediátrica, Bisturi Elétrico, Cadeira Odontológica Completa, Cama Hospitalar Elétrica, Cama Hospitalar Tipo Fowler Mecânica, Câmera De Vídeo (Sistema De Microscopia Cirúrgica), Coluna Oftalmológica, Consultório Odontológico Portátil, Detector Fetal De Mesa, Doppler Vascular, Eletrocardiógrafo, Eletroencefalógrafo (Foto E Audio Neuroestimulador), Esfigmomanômetro Adulto Digital, Esfigmomanômetro De Pedestal, Estimulador Neuromuscular, Foco Cirúrgico, Foco Refletor Ambulatorial, Fonte De Luz (Sistema De Endoscopia Flexível), Insuflador Para Histeroscopia, Mesa De Exames, Mesa Ginecológica Com Gabinete Madeira, Monitor Para Imagens Radiológicas, Otoscópio Simples, Oxímetro De Pulso, Projetor Oftalmológico, Transdutor De Us Convexo (Ultrassom Diagnóstico), Ultrassom Para Fisioterapia, Ventilador Pulmonar Pressométrico E Volumétrico.

Fonte: Elaborado pelo autor.

RESULTADOS

A Tabela 3 apresenta o levantamento dos resíduos eletroeletrônicos do sistema de saúde de Sorocaba destinados ao Edital de leilão dos inservíveis. A estimativa volumétrica do lote foi calculada pela área ocupada no galpão e pelo volume unitário dos itens relacionados, somando aproximadamente 46 m³, enquanto o volume aferido somente das autoclaves, a partir do dimensionamento apresentado nos manuais, foi de aproximadamente 3,2 m³, ou 7% do total.

Tabela 3. Classificação, descrição e quantidade de REEE, em Sorocaba - SP.

Classificação	Descrição	Quantidade
Apoio	Autoclave horizontal de mesa (até 75 litros)	15
	Autoclave horizontal de solo (pequeno porte)	1
	Compressor odontológico	30
	Fotopolimerizador	1
	Negatoscópio	26
	Seladora grau cirúrgico	6
Gerais	Mesa auxiliar (elétrica oftalmológica)	1
Infraestrutura	Bomba a vácuo odontológica	1
Médico-assistencial	Aspirador de secreções elétrico portátil	7
	Audiômetro	1
	Autorefrator	1
	Balança antropométrica adulto digital	2
	Bisturi elétrico	3
	Cadeira odontológica completa	6
	Cama hospitalar elétrica	1
	Câmera de vídeo (sistema de microscopia cirúrgica)	1
	Coluna oftalmológica	4
	Consultório odontológico portátil	1
	Detector fetal de mesa	8
	Doppler vascular	1
	Eletrocardiógrafo	3
	Eletoencefalógrafo (foto e audio neuroestimulador)	1
	Esfigmomanômetro adulto digital	2
	Estimulador neuromuscular	1
	Foco cirúrgico	1
	Foco refletor ambulatorial	14
	Fonte de luz (sistema de endoscopia flexível)	1
	Insuflador para histeroscopia	1
	Monitor para imagens radiológicas	9
	Otoscópio simples	1
	Oxímetro de pulso	7
	Projetor oftalmológico	1
	Transdutor de us convexo (ultrassom diagnóstico)	2
	Ultrassom para fisioterapia	1
	Ventilador pulmonar pressométrico e volumétrico	1
TOTAL		166

Portanto, os resultados demonstraram que a autoclave foi equipamento com maior quantidade de componentes eletroeletrônicos e volumetria. Aferido volume dos itens, procedeu-se à estimativa do custo de armazenagem. A área total da instalação para o armazenamento dos inservíveis eletroeletrônicos, atingia 737 m², sendo sua área plana útil de armazenamento de 494 m² (67% da área total). Considerando a área útil de armazenamento e uma altura de 2,5 m, o

volume útil de estoque atingiria 1.235 m³. O aluguel mensal da instalação era de R\$ 30.000,00, assim o custo mensal de armazenagem era de R\$ 24,30 por m³.

As autoclaves ficaram armazenadas na instalação durante todo o período de 4 anos (2019-2023). Portanto, somente a estocagem de 3,2 m³ desse resíduo eletroeletrônico representou um custo mensal de R\$ 77,52, totalizando R\$ 3.722,00, no período avaliado.

O valor de arremate do lote de inservíveis eletroeletrônicos atingiu R\$ 2.600,00. Considerando que 7% do volume total refere-se as autoclaves, os recursos arrecadados pelo leilão a partir desses equipamentos angariaram R\$ 182,00. Portanto, a diferença entre o custo de armazenamento das autoclaves inservíveis durante 4 anos (R\$ 3.722,00) e o valor arrecadado em leilão (R\$ 182,00), gerou um impacto econômico negativo de R\$ 3.538,96 para a Prefeitura de Sorocaba. Observa-se ainda uma relação de proporção entre o custo de armazenamento e a receita obtida com a venda de 1:20, ou seja, o custo de armazenamento foi 20 vezes superior ao valor arrecadado com a alienação dos bens, o que evidencia a ineficiência econômica da estocagem desses materiais.

CONCLUSÃO

A gestão adequada dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) nas instituições públicas brasileiras representa um desafio significativo, tanto do ponto de vista ambiental quanto administrativo. Conforme discutido por Diniz (2016), essas instituições enfrentam uma série de obstáculos para garantir o descarte correto desses materiais. Entre as principais dificuldades destacam-se a falta de infraestrutura adequada, a carência de políticas institucionais específicas, as dificuldades na logística reversa, a falta de conscientização dos servidores envolvidos, a incerteza sobre responsabilidades legais, a escassez de recursos financeiros e a ausência de dados precisos para planejamento.

A relação entre custo de estocagem/armazenagem demonstrou-se excessivamente onerosa ao poder público, pois os valores de mercado dos inservíveis não são compatíveis com os custos administrativos gerados ao município. Nesse sentido, a Prefeitura deveria revisar sua estratégia para itens inservíveis, privilegiando alienação rápida e redução de estoque obsoleto, evitando assim custos desproporcionais de armazenamento. Essa alienação rápida, poderia ser viabilizada por doação as empresas ou cooperativas já sediadas na cidade que atendem aos requisitos legais, no que tange sobretudo a destinação final, evitando custos de armazenagem desnecessários.

Após consolidação dos dados iniciais, definimos um critério específico relacionando a maior quantidade de resíduos sólidos eletroeletrônicos e volumetria para definir o objeto de recorte para análise deste artigo. Dessa forma, o presente levantamento demonstrou que a partir dessa relação a autoclave foi equipamento com maior quantidade de componentes eletroeletrônicos e volumetria, assim seguiu-se um estudo mais detalhado desse equipamento, objeto único do artigo em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos: análise de viabilidade técnica e econômica**. 2013.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15943: diretrizes para um programa de gerenciamento de equipamentos de infraestrutura de serviços de saúde e de equipamentos para a saúde**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
3. 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. **Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 25 março 2025.
4. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 3.134, de 17 de dezembro de 2013. Dispõe sobre os procedimentos para incorporação, movimentação, desfazimento e doação de bens móveis no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS. **Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 244, p. 132, 18 dez. 2013**.
5. De Carvalho, J.M. **Cidadania no Brasil: o longo caminho**. Civilização brasileira, 2021.
6. Diniz, N.R.F. **Gestão ambiental em instituições públicas de ensino superior: processos de destinação de resíduos eletrônicos de informática**. 2016.
7. Franco, R.G.F.; Lange, L.C. Estimativa do fluxo dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, p. 73-82, 2011.
8. Marques, R.M.; Mendes, A. Democracia, saúde pública e universalidade: o difícil caminhar. **Saúde e Sociedade**, v. 16, p. 35-51, 2007.
9. Sant'Anna, L.T. **A gestão dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil e no mundo: legislações, práticas e formas de cooperação interorganizacionais**. 2014