

O DESCARTE DO LIXO ELETRÔNICO E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

CASTRO, Inae; QUEIROZ, Jefferson Santos de; MORENO, João; PASCHOAL, Rhuan; BORGES, Daliana.

Jefferson1092@gmail.com

Faculdade de Tecnologia Oswaldo Cruz

Resumo: *Todos os anos, a evolução tecnológica cresce de forma exponencial no Brasil e no mundo, trazendo com ela diversos benefícios que facilitam tanto a vida pessoal, quanto profissional. Por outro lado, essa tecnologia pode acarretar prejuízos para o meio ambiente e a saúde humana, principalmente quando descartados incorretamente. Para a identificação das principais diretrizes a serem discutidas sobre o descarte do lixo eletrônico e seus impactos ambientais, foi realizado um levantamento bibliográfico e um pequeno estudo sobre o assunto. Foi observado que ainda há falta de informações necessárias sobre os impactos que o descarte incorreto desses materiais pode causar no meio ambiente, além de uma enorme escassez de dados que regula a destinação do lixo eletrônico. Desta maneira, tem-se como objetivo apresentar os impactos ambientais, destacar as alternativas para reciclagem e logística reversa do lixo eletrônico.*

Palavras-chave: *Lixo Eletrônico. Impactos Ambientais. Contaminação.*

Abstract: *Every year, technological evolution has been growing exponentially in Brazil and in the world, bringing with it several benefits that facilitate both personal and professional life. On the other hand, this technology can cause damage to the environment and human health, especially when disposed of incorrectly. To identify the main guidelines to be discussed about the disposal of electronic waste and its environmental impacts, a bibliographic survey and a small study on the subject were carried out. It was observed that there is still a lack of necessary information on the impacts that the incorrect disposal of these materials can cause on the environment, in addition to a huge scarcity of data that regulates the destination of electronic waste. In this way, the objective is to present the environmental impacts, highlight the alternatives for recycling and reverse logistics of electronic waste.*

Keywords: *Electronic Waste. Environmental Impacts. Contamination.*

1 INTRODUÇÃO

A Terceira Revolução Industrial ou Revolução Tecno-científica iniciada na segunda metade do século XX conduziu à evolução no campo tecnológico e da informação permitindo o desenvolvimento do capitalismo moderno e o processo de globalização, fato este que melhorou consideravelmente a vida da população, porém desencadeou o desemprego de muitas pessoas. É indiscutível o quanto os avanços tecnológicos tenham viabilizado na sociedade grandes evoluções de conectividade, inteiração em comunicações, facilidade na execução de tarefas entre outros ganhos evolutivos nas últimas décadas. Esse avanço gerou uma dependência e necessidade por novas

tecnologias por parte da população, forçando as empresas a aumentarem seu ritmo de produção de maneira grosseira para conseguirem manter-se vivas no mercado. (VIEIRA *et. al.*, 2009).

O WEEE (*Waste Electrical and Electronic Equipment*), instituição sem fins lucrativos europeia que coordena a ação de gestoras da logística reversa de eletroeletrônicos pelo mundo, estima que descartamos mais de 50 milhões de toneladas no mundo em 2019 e esse número deve crescer de 3% a 4% nos próximos anos. Apenas 20% desse número é reciclado ou tem uma destinação correta. O Brasil possui uma Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que indica em seu Art. 33 que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de Pilhas, Baterias e Produtos Eletrônicos e seus Componentes devem estruturar e implementar sistemas de logística reversa de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Desta forma, o objetivo deste estudo é esclarecer quais os métodos adequados e atuais para o descarte do lixo eletrônico, tendo como base a Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelecidas pelo Governo Federal, as possibilidades de reciclagem, além de compreender como funciona a logística reversa e as necessidades técnicas da área industrial na matéria de Gestão Ambiental para seguimento dessas diretrizes legais.

2 LIXO ELETRÔNICO

Proveniente de resíduos de equipamentos eletrônicos, geralmente constituem-se de placas e circuitos impressos, cabos, plásticos antichama, comutadores e disjuntores de mercúrio, equipamentos de visualização, como telas de CRT (*Cathodic Ray Tube*) e de LCD (*Liquid Cristal Display*), pilhas, baterias, meios de armazenamentos de dados, dispositivos luminosos, condensadores, resistências, relês, sensores e conectores. Mesmo sendo tratado como lixo comum e até visto dessa forma, o seu grau de impacto no meio ambiente é abrangente e não podem ser descartados incorretamente por possuírem elementos químicos altamente contaminantes. Esses elementos podem contaminar o solo, a água ou até mesmo o ar, prejudicando de forma significativa o meio ambiente e a saúde humana.

As substâncias mais problemáticas, do ponto de vista ambiental e da saúde humana, presentes nos REEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos), são os metais pesados, os gases de efeito estufa, como os clorofluorcarbonetos (CFC) utilizado em aparelhos antigos de refrigeração, as substâncias halogenadas, bifenilas policloradas (PCB's), cloreto de polivinila (PVC) e os retardantes de chama bromados (PBB e PBBE) e o arsênio. (RODRIGUES, 2007). Esses elementos químicos, quando inseridos incorretamente no meio ambiente, provocam reações que podem desequilibrá-lo, além de tornar o local impróprio a vida. Quando o ser humano entra em contato com a água, o ar ou o solo contaminado podem desenvolver doenças, as quais são capazes de levar até a óbito. Alguns riscos à saúde devido a exposição aos elementos cádmio (Cd), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) estão entre diversos tipos de câncer, lesões no estômago e pulmões, além de alterações importantes nos sistemas imunológico e nervoso central, já o manganês (Mn) pode causar doenças pulmonares e neurológica (SIQUEIRA *et. al.*, 2012).

2.1 Consumo eletrônico

É perceptível a mudança em relação ao consumo de produtos dentro do comércio eletrônico ao longo dos anos, a eletrônica de consumo encontra aplicações no

entretenimento, comunicação e na produtividade no escritório. Algumas utilidades deste tipo de produto são por exemplo, os celulares, computadores, equipamentos de áudio, televisores e consoles de jogos eletrônicos.

Devido ao crescimento tecnológico, a modernização de muitos meios de comunicação, transporte dentre outros setores, a necessidade de agilidade de informação, além do grande incentivo da aquisição do consumo eletrônico e a rotatividade dele, o descarte incorreto e despreocupado de lixo eletrônico aumentou. Um dos fatores e contribuintes para o aumento do descarte de lixo eletrônico ao longo dos anos é o grande incentivo do consumo por empresas e marcas, incentivo esse que acarreta a uma rotatividade de troca de produto muito mais rápida. No entanto, elas não dão um plano de solução em relação a descarte dos seus próprios produtos, deixando seu comprometimento somente para antes e durante a utilização, mas não pós a utilização. Afirma-se que 65 a 80% dos componentes dos aparelhos celulares podem ser reciclados, porém apenas 2% dos aparelhos fabricados no Brasil são encaminhados à reciclagem, conforme pesquisa feita pela empresa Nokia e 10% se descartam no lixo comum (KASPER, 2011).

Com a falta de um plano de monitoramento, fiscalização adequada em locais usados para descartes de lixo eletrônico e a não inclusão de locais para descarte correto e efetivos para reuso de peças e matérias provenientes desses produtos eletrônicos gera-se um grande acúmulo e um local de possível contaminação. O processo de reciclagem é um componente-chave pertencente à gestão de resíduos e de estratégia quanto à eficiência de recursos, tanto para municípios quanto às indústrias. Implementar uma política de reciclagem pode significar um desempenho considerável, que permite aumentar a eficiência de recursos assim como forma de coibir os problemas ascendentes no âmbito social e ambiental no que tange a gestão de resíduos (HOTTA, 2016).

3 IMPACTOS AMBIENTAIS

Atualmente, a indústria da informática é considerada uma das que mais colaboram com a degradação ambiental. Todo ano surgem diversas tecnologias que reduzem a vida útil de alguns equipamentos eletrônicos e por sua vez acabam aumentando drasticamente o número de lixo eletrônico descartado incorretamente (ROSA, 2007).

Para fabricar um computador por exemplo, são utilizados em média, 1800 kg de materiais, sendo 240 kg de combustíveis fósseis, 22 kg de produtos químicos e 1500 L de água para obter a produção de silício, muito utilizado na fabricação de circuitos internos e placas mães (KEMERICH *et al.*, 2013). Quando estes produtos perdem a sua utilidade, geralmente são descartados no lixo comum junto a resíduos sólidos. A escassez de informação da população quanto a destinação correta desses resíduos, principalmente em relação aos impactos ambientais causados por esse descarte incorreto, faz com que os fabricantes tenham que adotar medidas para a reciclagem do lixo eletrônico quanto a disposição de seus produtos.

Segundo Kemerich (2011), no município de Frederico Westphalen-RS cerca de 58% da população opta por comprar pilhas do tipo comum devido ao seu custo-benefício. Cerca de 82% descartam essas pilhas no final de sua vida útil no lixo comum e 18% queimam ou descartam em pontos de coletas. Cada pilha ou bateria depositada de forma errônea no meio ambiente pode contaminar cerca de um metro quadrado conforme a figura 1. Dessa forma, o impacto ambiental pode ser ainda maior dependendo da quantidade de pilhas descartadas (ROA, 2009).

Figura 1 Fotografia da disposição inadequada de uma pilha no solo.



Fonte: Kemerich *et al.*, 2013

De acordo com a resolução 257 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), pilhas e baterias podem ser descartadas no lixo comum, porém esses produtos acabam sendo depositados em aterros sanitários, onde somente poderiam ser descartados caso houvesse o tratamento adequado do chorume, que quando contaminado com metais pesados, agrava ainda mais a contaminação do solo e lençol freático (ROA, 2009).

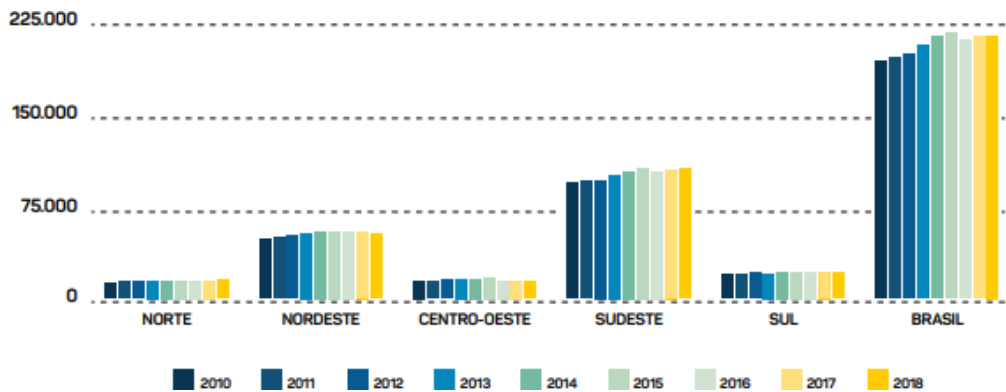
A coleta seletiva no Brasil é recente, somente no dia 22 de julho de 2001, começou a reciclagem de alguns tipos de pilhas e baterias a partir da resolução 257 do CONAMA, mas devido à falta de infraestrutura e pouca concorrência de empresas de reciclagem, a coleta desses materiais tornou-se um grande problema em diversas cidades brasileiras, sendo assim, em 2008 o CONAMA adicionou a resolução 401 que determina que os pontos de venda de pilhas e baterias em todo território brasileiro, terão dois anos para ofertar aos seus consumidores pontos de coletas para receber o descarte desses produtos, além de caber ao comércio varejista a responsabilidade de encaminhar todo o material recolhido aos fabricantes ou importadores para que sejam devidamente reciclados ou na impossibilidade de reciclagem, encaminhar para aterros sanitários licenciados (CONAMA, 1999).

4 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A gestão de resíduos sejam eles sólidos, líquidos e/ou gasoso é uma questão emergente na sociedade. O comportamento humano, independentemente da ordem, geralmente produz algum tipo de desperdício e conseqüentemente o seu descarte. Como agravante, podemos citar o fato de os resíduos sólidos continuarem se acumulando a cada ano que passa e com o tempo o seu volume vai aumentando e a destinação final desses resíduos será insuficiente.

O Plano Nacional de Resíduo Sólidos, disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente, mostra que “O crescimento acelerado e desordenado das cidades brasileiras, associado ao consumo, em larga escala, de produtos industrializados e descartáveis, tem causado um aumento expressivo na quantidade de Resíduos Sólidos Urbanos”. Como apresentado na Figura 2 o gráfico produzido pelo Ministério do Meio Ambiente, com os resultados da geração de resíduos no período de 2011 a 2019 nas regiões de todo o Brasil.

Figura 2 Gráfico com a geração total de Resíduos Sólidos no Brasil.



Fonte: Plano Nacional de Resíduo Sólidos. Ministério do Meio Ambiente, 2020.

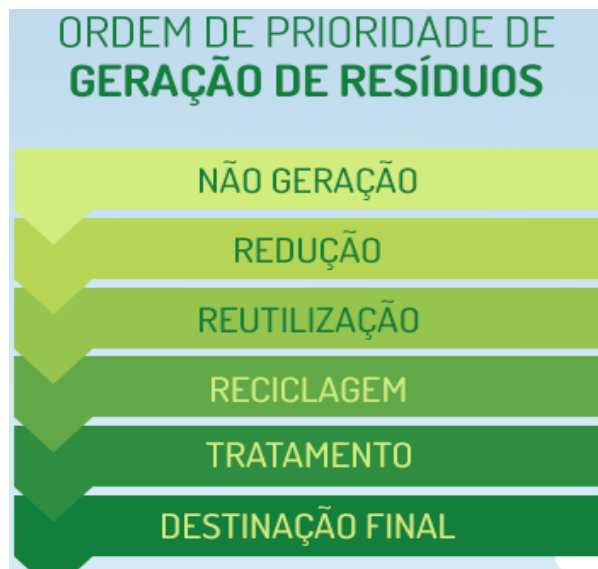
Com isso para reduzir e controlar a geração de resíduos sólidos, em 2 de agosto de 2010 foi instituída no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, alterando a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 que apresentava as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos trata-se de uma lei de âmbito Federal com impacto direto na estruturação de uma empresa que define uma série de diretrizes e metas de gerenciamento ambiental a serem cumpridas, e tem como objetivo a gestão integrada de resíduos sólidos no Brasil através da não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos fabricados e o pós-consumo de diversos

bens, inclusive os produtos eletroeletrônicos. A PNRS estabelece também um mecanismo de logística reversa que visa reciclar, reaproveitar e reinserir os resíduos na cadeia produtiva, provendo a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos finais desses processos, bem como promover a inserção social de grupos de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. Entre os tipos de resíduos considerados, estão os industriais, da construção civil, da saúde, resíduos de saneamento público, domiciliares, agropecuários e até os perigosos, como corrosivos e tóxicos. Os únicos tipos não abrangidos pelo PNRS são os radioativos, que são regulados por legislação específica.

Reveilleau (2011) destacou a importância dessa iniciativa ao registrar que a PNRS superou "um dos obstáculos que era a inexistência de uma norma de âmbito nacional que tivesse como foco principal gerenciar os resíduos, atribuir responsabilidades aos seus geradores, aos consumidores e ao poder público". Portanto, todo resíduo deve ser processado adequadamente antes de sua destinação final. Entre algumas soluções estão a reciclagem, coleta seletiva, logística reversa, compostagem e práticas de educação ambiental. Dessa forma, as empresas são responsáveis por evitar que haja o descarte de maneira incorreta dos resíduos ou que sejam transformados em lixo quando poderiam ser reutilizados, bem como devem também criar estratégias para minimizá-los. Além dos impactos diretos para as organizações, a falta de um gerenciamento apropriado pode prejudicar tanto o meio ambiente quanto a população. A Figura 3 mostra a ordem de prioridade da geração de resíduos.

Figura 3 Ordem de Prioridade da geração de Resíduos.



Fonte: Lei nº 9.605, Política Nacional de Resíduos Sólidos. Art. 9º Disposições Preliminar, 1998.

É necessário que haja o reconhecimento da responsabilidade compartilhada por todos os envolvidos para que haja a gestão correta e adequada no pós consumo, conforme o Art. 3º XVII a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é o “conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos” (BRASIL, 2010). É importante destacar que os municípios têm a responsabilidade de gerir os resíduos sólidos que geram. Portanto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, por meio do Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PMGIRS), determina a forma de o município formular um plano de gerenciamento desses resíduos. Devendo ser incluído o conteúdo mínimo descrito na PNRS e as medidas tomadas. Os municípios devem aderir ao conceito de gestão integrada de resíduos, que envolve uma variedade de métodos e soluções, desde a reciclagem até a disposição dos resíduos em aterros sanitários, sempre de acordo com os padrões legais dispostos na PNRS.

A PNRS compõe-se, por sua vez, a Política Nacional de Meio Ambiente, tendo o Ministério do Meio Ambiente que coordenar sua implementação, bem como acompanhar e monitorar sua aplicação e desdobramentos, nos termos da Lei. A PNRS reconhece também os grupos de catadores de materiais recicláveis como atores fundamentais da cadeia de reciclagem e incentiva a inserção e desenvolvimento deles nas variadas iniciativas para a expansão da coleta e destinação de resíduos. Em geral, as pessoas estão cada vez mais atentas ao meio ambiente, principalmente aos problemas de saúde pública relacionados aos resíduos sólidos, o que mostra que as políticas sociais formuladas para solucionar esses problemas tendem a ser cada vez mais urgentes. Além disso, é sabido que a transição para uma sociedade mais sustentável exigirá

inevitavelmente uma melhor gestão de resíduos, com isso a gestão de resíduos tem sido um grande desafio, não só no âmbito ambiental, como também no social.

Se tratando de produtos eletroeletrônicos, a PNRS no Artigo 33 estabeleceu que os produtos eletroeletrônicos e seus componentes, incluindo os microcomputadores, deverão, após sua utilização, retornar à origem mediante mecanismos de logística reversa, de maneira independente dos serviços públicos de limpeza urbana e disposição de resíduos.

Em 2020 a empresa de telefonia Vivo, lançou a campanha “Recicle com a Vivo” em que incentiva os consumidores de produtos eletrônicos ao descarte correto. O diferencial dessa ação é a divulgação realizada pela empresa. Essa ação pode ajudar a tirar o Brasil da posição de quinto país que gera mais resíduos eletroeletrônicos no mundo, conforme estudos realizados pelo The Global E-waste Monitor 2020.

5 LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM

As empresas produtoras de eletrônicos e seus componentes estão desde 2010 obrigadas a estruturar e implementar sistemas de logística que constitui o recebimento dos equipamentos depois de utilizados pelos consumidores, isso deve ser feito de forma independente da coleta urbana de resíduos (BRASIL, 2010). A figura 4 apresenta o esquema de funcionamento de logística reversa de produtos eletrônicos.

Figura 4 Esquema de funcionamento de logística reversa de produtos eletrônicos.



Fonte: Sweda, 2021

Em 2019 bateu-se o recorde de descarte de resíduos eletrônicos no mundo, segundo estudo realizado pela ONU (Organização das Nações Unidas) alcançando o valor de 53,6 milhões de toneladas de resíduos (ONU, 2020).

Em 2019 o governo brasileiro assinou junto das entidades representativas do setor o Acordo Setorial, que previa a instalação de mais de 5.000 pontos de coleta no país, estes seriam distribuídos entre os 400 maiores municípios com a meta de atingir aproximadamente 60% da população brasileira (SINIR, 2020). Entre a assinatura do acordo (2019) até janeiro de 2020 foram instalados 100 pontos de coletas alcançando

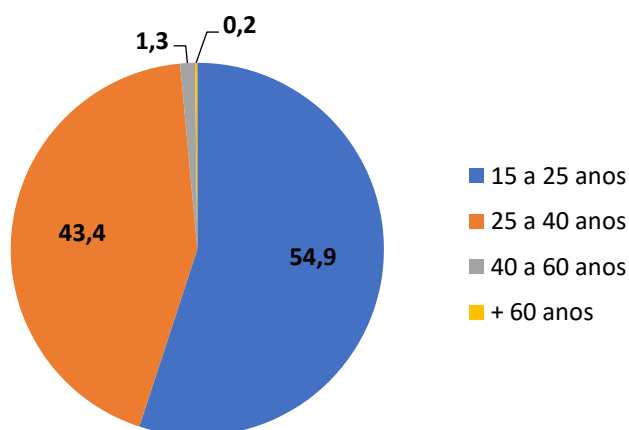
um total de 170 pontos. Apenas em janeiro de 2020 foram coletadas 570 toneladas de resíduos eletrônicos (GOV.BR, 2020).

Com a finalidade de analisar informações de forma mais próxima o grupo elaborou uma pesquisa de abrangência nacional a partir de um formulário *online* que alcançou os 26 estados do Brasil e o Distrito Federal, no total, foram 3.069 pessoas de 809 municípios, com as seguintes perguntas:

- 1 - Qual sua idade?
- 2 - Qual Estado você mora?
- 3 - Qual seu nível de escolaridade?
- 4 - Você sabe o que é lixo eletrônico?
- 5 - Onde você descarta seu lixo eletrônico (pilhas, baterias, aparelhos eletrônicos inutilizáveis, eletrodomésticos etc.)?
- 6 - Você tem ideia do que o descarte incorreto do lixo eletrônico pode causar ao meio ambiente?

A partir das respostas obtidas para a primeira questão, apresenta-se a seguir um gráfico onde são representadas as faixas etárias alcançadas no contexto nacional.

Gráfico 1 Faixa etária. (Pesquisa).

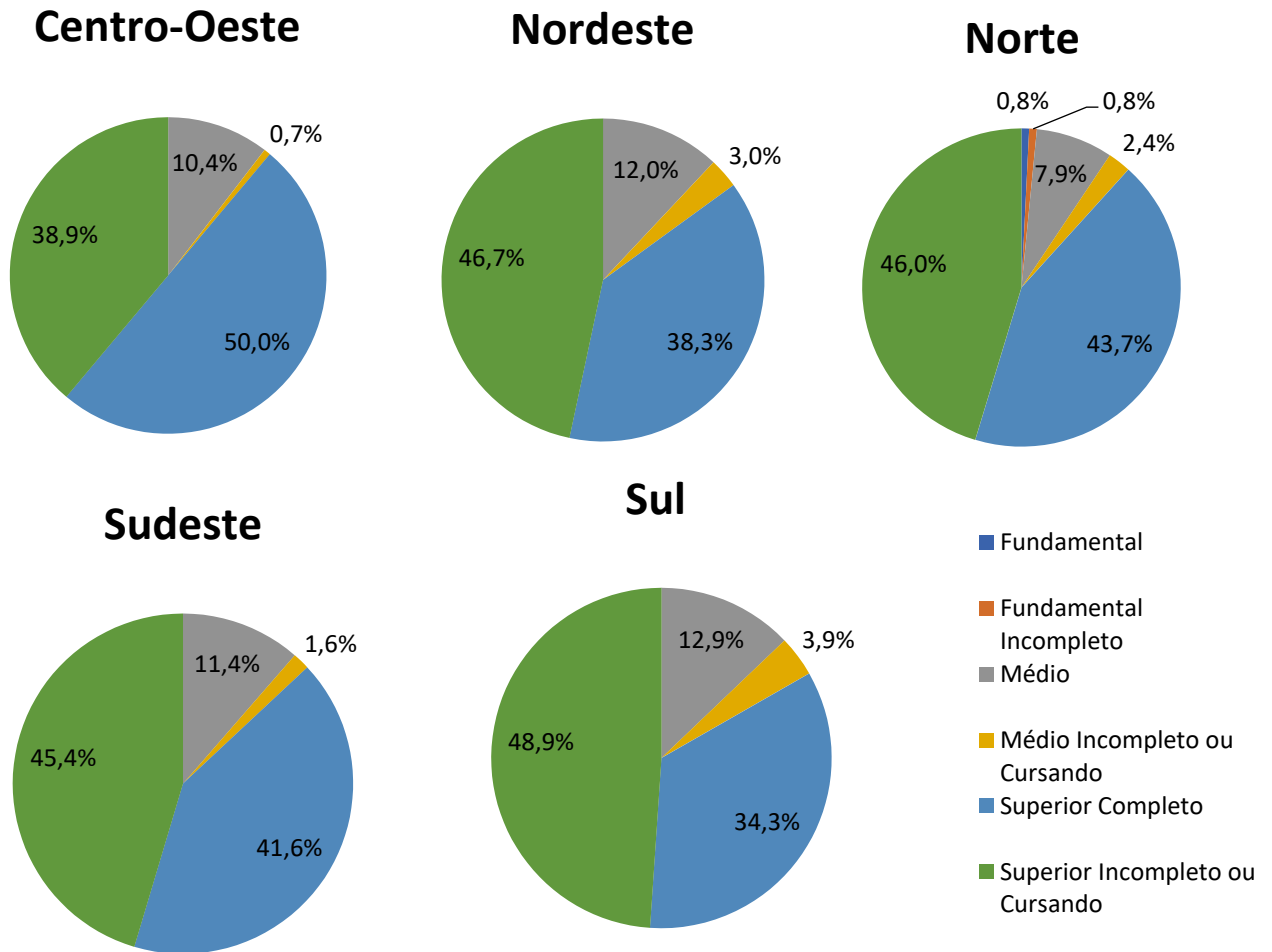


É importante observar que a faixa etária predominante de aderência a pesquisa foram de pessoas jovens que tem entre 15 e 40 anos de idade, sendo distribuídas em dois grupos de representatividade bastante semelhante (15 a 25 e 25 a 40 anos, ambos por volta de 50%).

Com base nas respostas obtidas para a pergunta 2 é possível determinar a qual região do país pertence o entrevistado foi definido como fato relevante a representação das respostas 3, 4, 5 e 6 separadas geograficamente pelas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Sudeste.

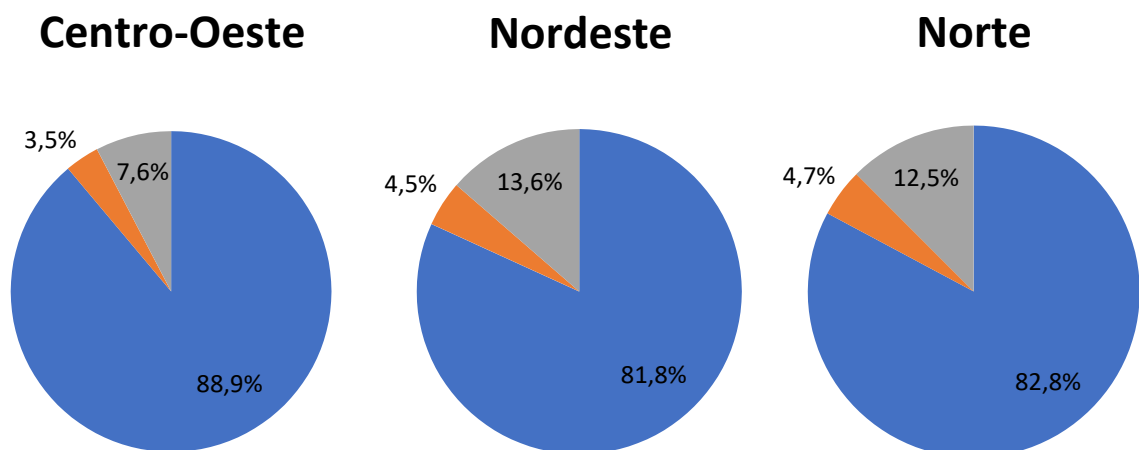
Os gráficos a seguir apresentam os resultados obtidos na para a questão de número 3, trazendo as informações relacionadas ao nível de escolaridade por região.

Gráfico 2 Nível de escolaridade.

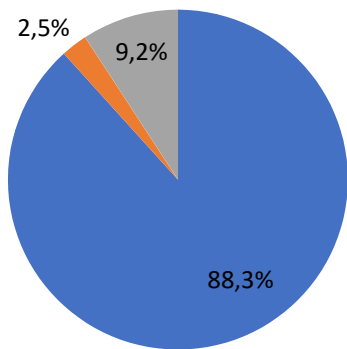


Observando as informações é possível concluir que independente da região a grande maioria dos entrevistados tinha um grau de escolaridade elevado, se mantendo assim entre superior completo e superior incompleto ou cursando quando somados por volta de 80%. Os próximos gráficos estão relacionados a questão 4 quantificam as pessoas que sabem, já ouviram falar ou não sabem o que é um lixo eletrônico.

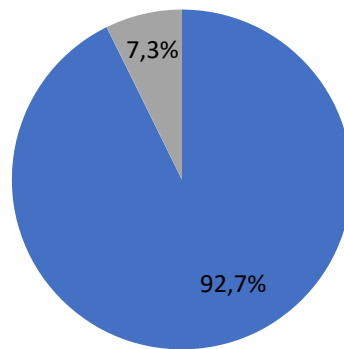
Gráfico 3 Sabe o que é lixo eletrônico?



Sudeste



Sul

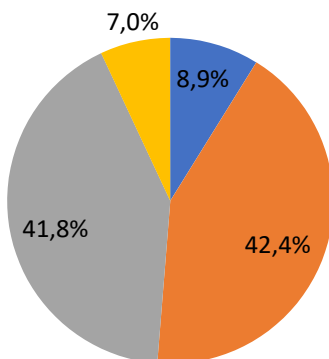


- Sim
- Não
- Já ouvi falar

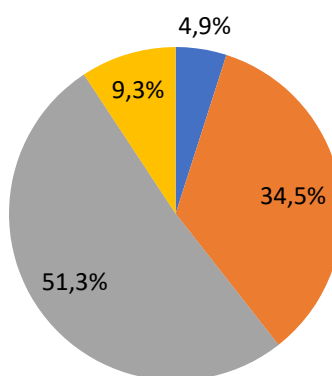
população que não sabe o que caracteriza um lixo eletrônico, como nas regiões norte e nordeste por exemplo, que chega a quase 5% dos entrevistados e quando somados as pessoas que “já ouviram falar”, ou seja, tem uma noção bastante básica sobre esse tipo de material, pode chegar a 18,1%. A seguir os gráficos apresentam os resultados para a pergunta de número 5 buscando caracterizar a destinação final do resíduo eletrônico.

Gráfico 4 Destinação do lixo eletrônico.

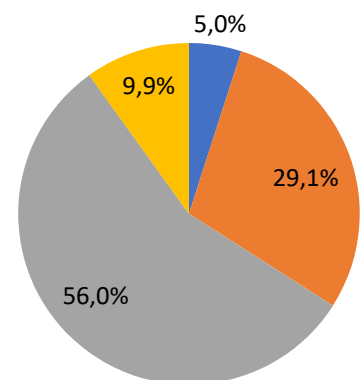
Centro-Oeste



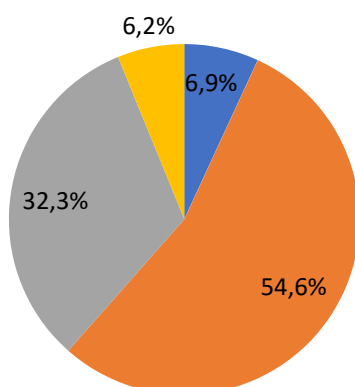
Nordeste



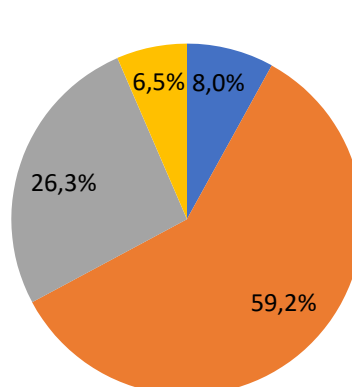
Norte



Sudeste



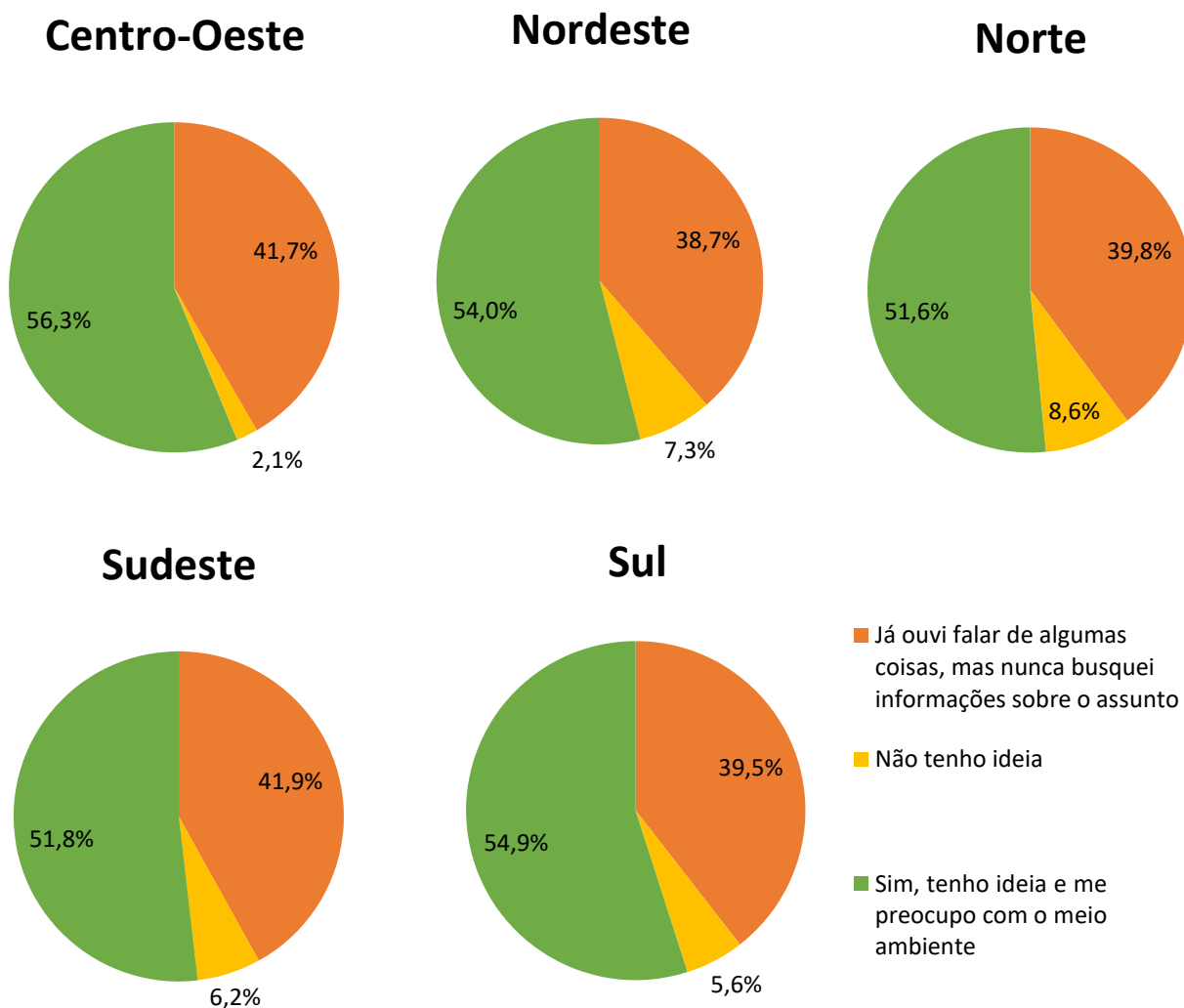
Sul



- Caminhão de coleta de lixo reciclável
- Em pontos de coletas específicos (Supermercados, comércios, ecopontos, etc...)
- Lixo comum
- Lixo eletrônico é reciclável???

Observando os gráficos vê-se uma diferença significativa entre as regiões Sul e Sudeste e as regiões Norte e Nordeste onde as duas primeiras tem como principal destino para os resíduos eletrônicos o lixo comum, estando entre 50 e 56% e também a ausência do conhecimento da possibilidade de reciclagem dos resíduos estando por volta de 10%, por outro lado as outras duas permeia os 70% de destinação correta separadas em 2 grupos (Caminhão de coleta reciclável e Pontos de coletas específicos), mas ainda assim mais de 6% se quer tem conhecimento de que o lixo eletrônico é reciclável. Por fim representando a última pergunta os gráficos a seguir trazem informações sobre o acesso à informação e preocupação com o meio ambiente relacionado ao lixo eletrônico.

Gráfico 5 Preocupação com o meio ambiente.



Mais a fundo busca-se saber o quanto as pessoas que responderam à pesquisa sabiam que o lixo eletrônico quando descartado incorretamente pode ser danoso ao meio ambiente, fica claro que a maioria (entre 50 e 60%) tem preocupações relacionadas ao meio ambiente quando descartam o lixo eletrônico, porém uma parcela bastante significativa não demonstra muito interesse em buscar esse tipo de informação e deve-se

considerar que parte da população, que pode chegar a quase 10% como na região norte, não faz nem ideia do quanto prejudicial pode ser o descarte incorreto dos resíduos eletrônicos. Com isso pode-se concluir que existe uma quantidade expressiva dos entrevistados que possui conhecimento e se preocupam com a forma correta de descarte dos resíduos eletrônicos, porém uma parcela bastante grande não dispõe de recursos, meios ou conhecimentos para a destinação correta destes resíduos, com base nisso é evidente que a população junto de órgãos reguladores, sistemas governamentais e não governamentais devem destinar esforços principalmente para levar informações, educação e maneiras mais fáceis de um correto descarte dos resíduos eletrônicos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o alto consumo de equipamentos eletrônicos, o crescimento do descarte incorreto dos resíduos eletrônicos tem como consequência aumentado consideravelmente. A falta de informação e consciência ambiental da população acaba acarretando graves impactos ambientais como, a poluição do solo, da água subterrânea e dos organismos vivos ali presentes, devido os seus componentes serem lixiviados pela ação da natureza.

De acordo com nossa pesquisa, grande parte da população tem preocupação com os danos que o lixo eletrônico pode causar no meio ambiente, porém não se preocupam com uma destinação correta ou informações necessárias sobre o assunto. Uma das formas para mitigar esse problema é a ideia de reciclagem, logística reversa, e coleta seletiva adequada destes materiais, que precisam ser colocadas em prática e ampliadas para garantir a sua efetividade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 30 de mar. 2021.

BRASIL. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://consultaspublicas.mma.gov.br/planares/wp-content/uploads/2020/07/Plano-Nacional-de-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-Consulta-P%C3%ABlica.pdf> >. Acesso em: 09 maio 2021.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução Normativa Nº 257 de 30 de junho, 1999. Resolução Normativa n. 401 de 04 de novembro, 2008. Acesso em: 05 maio 2021.

GOV.BR, 2020. **Coleta de Lixo Eletrônico**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2020/01/brasil-vai-aumentar-pontos-de-coleta-de-lixo-eletronico>. Acesso em: 27 abr. 2020.

HOTTA, Yasuhiko. Recycling rate and target setting: Challenges for standardized measurement. **Journal of Material Cycles and Waste management**. Japan, p. 14-21. Jan. 2016. Acesso em: 05 maio 2021.

KEMERICH, PEDRO DANIEL DA CUNHA *et al.* Impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada de lixo eletrônico no solo. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 10, n. 2, 2013. Disponível em: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=900&layout=t=abstract&locale=>. Acesso em: 21 mar. 2021.

ONU, 2020. **Global waste monitor**. Disponível em: <https://www.itu.int/es/mediacentre/Pages/pr10-2020-global-ewaste-monitor.aspx>. Acesso em: 27 abr. 2021.

REVEILLEAU, A. C. Política Nacional de Resíduos Sólidos: aspectos da responsabilidade dos geradores na cadeia do ciclo de vida do produto. **Revista Internacional de Direito e Cidadania**, n. 10, 2011. Acesso em: 30 mar. 2021.

ROA, Katia Regina Varela; SILVA, Gilson; NEVES, Leonardo Bassi Ubeda das; WARIGODA, Massuko Sawatama. **Pilhas e baterias: uso descartes x impactos ambientais**. Caderno do professor. GEPEQ – USP: curso de formação continuada de professores, 2009. Acesso em 30 mar. 2021.

RODRIGUES, A. C. **Impactos Socioambientais dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos**: Estudo da Cadeia Pós-consumo no Brasil. Santa Bárbara do Oeste. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da UNIMEP, 2007. Acesso em: 27 mar. 2021.

SIQUEIRA, Valdilene S.; MARQUES, Denise Helena França. **Gestão e descarte de resíduos eletrônicos em Belo Horizonte**: algumas considerações. Caminhos de geografia, v. 13, n. 43, 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16704>. Acesso em: 27 mar. 2021.

SINIR, 2020 **Logística reversa de eletroeletrônicos**. Como e onde descartar? Disponível em: https://sinir.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=478%3Alogistica-reversa-de-eletroeletronicos&catid=2. Acesso em: 27 abr. 2021.

VIEIRA, Karina Nascimento; SOARES, Thereza Olívia Rodrigues; SOARES, Laíla Rodrigues. A logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre o projeto de coleta de lâmpadas, pilhas e baterias da Braskem. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 120-136, 2009. Disponível em: <https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa/article/view/180>. Acesso em: 30 mar. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Política Nacional de Resíduos Sólidos:** perspectivas de cumprimento da Lei 12.305/2010 nos municípios brasileiros, municípios paulistas e municípios da região do ABC. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2734/273432632007.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2021.