



## Resíduos eletroeletrônicos no Ensino Básico: Análise das produções de artigos entre 2008 e 2018

### Electrical and electronic waste in Basic Education: Analysis of article production between 2008 and 2018

**Anyelle da Silva Pereira Peixoto**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
anyellesilva@hotmail.com

**Josivânia Marisa Dantas**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
josivaniamd@yahoo.com.br

#### Resumo:

O desenvolvimento tecnológico na sociedade contemporânea traz, como consequência, a problemática do consumo e descarte dos equipamentos eletroeletrônicos. Nos últimos anos, muitos estudos têm se intensificado, nesta direção; esses estudos corroboram com a educação CTS, que tem como um dos princípios a formação cidadã dos estudantes. Para tanto, se propõe discussões sobre os impactos sociais e ambientais relacionados à ciência e tecnologia. Este artigo é um recorte de uma revisão bibliográfica de uma dissertação do Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. O objetivo consiste em analisar como a problemática dos Resíduos Eletroeletrônicos (REE) tem sido abordada no Ensino Básico, considerando o período de 2008 a 2018. Deste modo, buscou-se discutir acerca da natureza dos trabalhos; sobre a produção, consumo, descarte e gestão dos REE; e se possíveis alternativas são contempladas em sala de aula. Para o tratamento dos dados foram utilizados elementos da análise de conteúdo de Bardin (2011). Os resultados apontaram que o tema não tem sido muito contemplado no Ensino Básico, no total foram encontrados vinte e três publicações. O descarte desses resíduos tem sido a maior preocupação das pesquisas analisadas, como, também, a obsolescência e a influência da mídia são percebidas como motivadoras ao consumo. Destaca-se que o exercício da cidadania é subsidiado pelo conhecimento científico, por isso, discutir sobre os avanços científicos e tecnológicos e suas implicações na sociedade, é relevante.

**Palavras-chave:** ciência, tecnologia e sociedade; resíduos eletroeletrônicos; Educação Básica.

#### Abstract:

Technological development in contemporary society brings, as a consequence, the issue of consumption and disposal of electronic equipment. In recent years, many studies have intensified, in this direction; these studies corroborate STS education, which has student citizenship training



as one of its principles. To this end, it proposes discussions on the social and environmental impacts related to science and technology. This article is an excerpt from a bibliographic review of a dissertation from the Professional Master's Program of the Graduate Program in Teaching Natural Sciences and Mathematics at the Federal University of Rio Grande do Norte. The objective is to analyze how the issue of Electronic Waste (e-waste) has been addressed in Basic Education, considering the period from 2008 to 2018. Thus, we sought to discuss the nature of the work; on the production, consumption, disposal and management of REE; and if possible alternatives are contemplated in the classroom. For the treatment of the data, elements of the content analysis of Bardin (2011) were used. The results showed that the topic has not been widely considered in Basic Education, in total, twenty-three publications were found. The disposal of these residues has been the main concern of the research analyzed. In addition, obsolescence and the influence of the media are perceived as motivating to consumption. It is noteworthy that the exercise of citizenship is subsidized by scientific knowledge, therefore, discussing about scientific and technological advances and their implications in society, are relevant.

**Keywords:** science, technology and society; electronic waste; Basic Education.

**Resumen:**

El desarrollo tecnológico en la sociedad contemporánea trae, como consecuencia, el tema del consumo y la eliminación de equipos electrónicos. En los últimos años, muchos estudios se han intensificado, en esta dirección; estos estudios corroboran la educación CTS, que tiene la formación de ciudadanía estudiantil como uno de sus principios. Con este fin, propone debates sobre los impactos sociales y ambientales relacionados con la ciencia y la tecnología. Este artículo es un extracto de una revisión bibliográfica de una disertación del Programa de Maestría Profesional del Programa de Posgrado en Enseñanza de Ciencias Naturales y Matemáticas de la Universidad Federal de Río Grande del Norte. El objetivo es analizar cómo se ha abordado el tema de los residuos eléctricos y electrónicos (REE) en la educación básica, considerando el período de 2008 a 2018. Por lo tanto, buscamos discutir la naturaleza del trabajo; en la producción, consumo, disposición y gestión de REE; y si se contemplan posibles alternativas en el aula. Para el tratamiento de los datos, se utilizaron elementos del análisis de contenido de Bardin (2011). Los resultados mostraron que el tema no ha sido ampliamente considerado en Educación Básica, en total, se encontraron veintitrés publicaciones. La eliminación de estos residuos ha sido la principal preocupación de la investigación analizada. Asimismo, la obsolescencia y la influencia de los medios se perciben como motivadoras para el consumo. Se destaca que el ejercicio de la ciudadanía está subvencionado por el conocimiento científico, por lo tanto, discutir sobre los avances científicos y tecnológicos y sus implicaciones en la sociedad, es relevante.

**Palabras clave:** ciencia, tecnología y sociedad; residuos eléctricos y electrónicos; Educación Básica.

## Introdução

Não se pode desconsiderar as contribuições da Ciência e Tecnologia (C&T) nos últimos anos nas esferas de comunicação, saúde, transporte, educação e segurança. Todavia, refletir



sobre os impactos ambientais da tecnologia e considerar os aspectos sociais, políticos e éticos, são discussões que precisam ser contempladas em sala de aula, visando um olhar para além de uma perspectiva tradicional da ciência.

A crescente evolução dos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) contribui para redução do seu tempo de vida útil, e, assim, esses resíduos são gerados de forma insustentável. Além disso, o modelo atual de desenvolvimento instiga o consumo de bens e produtos, sem ponderar nos impactos socioambientais (Magera, 2013). Praia e Cachapuz (2005) afirmam que a C&T tem influenciado e modificado a cultura, o pensamento e o comportamento humano.

Diante da relevância de uma formação crítica frente à sociedade contemporânea, o estudo que articula Ciência, Tecnologia e Sociedades (CTS) pode promover autonomia reflexiva para a participação social, no que tange o crescimento científico-tecnológico e sua relação com a qualidade de vida, economia, ética, meio ambiente e política (Bazzo, Linsingen e Pereira, 2003).

Ressalta-se, ainda, que o exercício da cidadania implica o conhecimento científico, pois é por meio deste que o estudante pode subsidiar suas escolhas. Nessa perspectiva, a educação CTS assume a importância da alfabetização científica e tecnológica para a tomada de decisão; visa discutir a compreensão da natureza da ciência e o papel desta na sociedade (Bazzo et al., 2003).

Considerando o exposto, esta pesquisa buscou identificar como a problemática da produção, consumo e descarte dos Resíduos Eletroeletrônicos (REE) tem sido abordada no Ensino Básico na última década. Bem como, se possíveis alternativas são discutidas em sala de aula.

## Contextualização teórica

O estudo da inter-relação CTS articula aspectos sociais à C&T. O movimento CTS contestou a imagem salvacionista da ciência, uma vez que os avanços tecnológicos ocasionaram desastres ambientais, acidentes nucleares, guerras, problemas com inseticidas e farmacêuticos (Bazzo et al., 2003; Santos e Maldaner, 2011). Assim, a concepção de ciência como neutra, objetiva, autônoma e isenta de qualquer interferência externa, concepção tradicional, foi questionada (Ransanz, 1999; Bazzo et al., 2003).

Nesse contexto, o campo de estudo CTS emergiu a partir de inquietações sobre a C&T que surgiram na Europa, Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Austrália e países baixos, na década de 60. Na América Latina, esse movimento foi subsidiado por questionamentos críticos acerca do modelo de desenvolvimento e intencionou mudanças sociais na percepção desses avanços. O impacto desse pensamento significou a legitimidade latino-americana em expressar sua concepção de modo independente. Como consequência, houve um rompimento com as teorias sobre C&T provenientes de países desenvolvidos (Dagnino, Thomas e Davy, 1996; Silva, 2015).

Como reflexo, do movimento CTS, emergiu a esfera da educação. Santos, Galiuzzi, Pinheiro Junior, Souza e Portugal (2011) esboçam o objetivo dos estudos CTS, a saber: a) a desmistificação do papel da C&T como conhecimento que leva ao desenvolvimento; b) a aprendizagem



social da participação pública nas decisões relacionadas com os temas da C&T; e c) renovação da estrutura curricular, de modo a articular C&T ao contexto social.

Como estrutura conceitual, a educação CTS valoriza o uso de temas sociais que possibilite a inter-relação CTS (Santos e Mortimer, 2000). Nesse sentido, é relevante contemplar temas reais globais, de repercussão local e de políticas públicas, nos quais as soluções partam das discussões realizadas em sala de aula.

Sendo assim, pode-se perguntar: como os produtos de equipamentos eletroeletrônicos, a abordagem CTS e o Ensino de Ciências podem estar relacionados? Ao considerar que a problemática dos Resíduos Eletroeletrônicos (REE) é social e que se agrava com o avanço da C&T, bem como que tais produtos estão presentes no cotidiano do alunado, a discussão em torno desse tema torna-se mais próxima à realidade.

Além disso, o Ensino de Ciências em uma abordagem CTS pressupõe uma formação voltada à cidadania. Mas o que é cidadania? Como a cidadania e o Ensino de Ciências se correlacionam?

Demo (2001), Santos e Schnetzler (2003) indicam que educar para a cidadania significa preparar o indivíduo para o exercício da democracia, entendendo seus direitos e deveres. Segundo Canivez (1991) o cidadão é tão mais ativo conforme participa das decisões que envolvem a sociedade.

Nesse sentido, trabalhar conteúdos científicos em uma perspectiva CTS, bem como desenvolver uma reflexão acerca da problemática dos REE, possibilita discutir sobre os impactos socioambientais inerentes ao desenvolvimento da C&T. Assim, o conhecimento científico pode subsidiar a tomada de decisão quanto ao descarte desses resíduos.

Sendo assim, buscou-se verificar se há estudos contemplando a problemática dos REE no Ensino de Ciências, na Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), entre os anos de 2008 e 2018. Além disso, intentou-se identificar os principais aspectos discutidos nos estudos analisados.

### **Resíduos Eletroeletrônicos**

Os REE são produtos ou partes desses equipamentos, pós-consumo, que depende de correntes elétricas ou campo eletromagnético (Brasil, 2013; Xavier e Carvalho, 2014). O descarte e a descaracterização desses produtos, de modo irregular, oferecem riscos ao meio ambiente e à saúde (Tansel, 2017). Quando dispostos em aterros, os íons perigosos presentes nos REE se dissolvem, podem ser lixiviados e contaminar o solo e águas subterrâneas (Oliveira, Gomes, e Afonso, 2010). Já a queima a céu aberto de plásticos de lixo eletrônico, para recuperar cobre e outros metais, é uma prática bastante recorrente que apresenta riscos.

São gerados cerca de 40 milhões de toneladas de REE no mundo, e se estima que haverá um aumento nas vendas desses equipamentos (United Nations Environment Programme, 2009). O continente em que o volume de lixo eletroeletrônico cresce mais rapidamente é o Europeu. A taxa de crescimento desses resíduos cresce 8% ao ano (Miguez, 2010).



Em sua pesquisa, Tansel (2017) identificou que a quantidade de lixo eletrônico aumentou exponencialmente nas últimas décadas. Algumas questões são preocupantes nesse contexto, a saber: a fabricação de produtos de alta tecnologia tem levado a um aumento da demanda de materiais; a quantidade de resíduo eletroeletrônico tem aumentado; a reciclagem dos REE é um desafio que precisa ser gerido; e o transporte transfronteiriço global de lixo eletrônico para áreas com baixos custos trabalhistas, geram problemas ambientais e riscos à saúde.

Os Estados Unidos são o maior produtor de lixo eletrônico da América, com cerca de 6,3 milhões de toneladas anuais. Seguidamente, tem-se que o Brasil produz aproximadamente 1,5 milhões de toneladas. O México ocupa o terceiro lugar, com 1 milhão de toneladas (Baldé, Forti, Gray, Kuehr e Stegmann, 2017).

Considerando o cenário Brasileiro, devido à ausência de uma política estruturada de coleta e reciclagem de resíduos sólidos, torna-se difícil precisar, de algum modo, os dados dos resíduos eletroeletrônicos (Oliveira, Bernardes e Gerbase, 2012). Não existe uma legislação nacional específica e organizada que regule o tratamento de lixo eletroeletrônico. Logo, tais evidências inviabilizam possíveis análises sobre o descarte dos EEE, ciclo de vida, gerenciamento e reciclagem. Todavia, estudos estimam que anualmente são descartados cerca de 500 mil toneladas de lixo eletroeletrônico em locais inadequados no país (Rocha, Ceretta, Avila, e Camargo, 2012).

Frente a isso, surge um novo desafio ambiental à sociedade moderna, gerir os resíduos desses artefatos, os quais possuem características complexas em sua composição, o que dificulta a sua gestão e destinação final (Barros, 2012; Xavier e Carvalho, 2014).

Nesse sentido, discutir sobre os impactos dos REE em uma abordagem CTS no Ensino de Ciências, possibilita uma formação reflexiva que articula o conhecimento científico às questões socioambientais da atividade humana.

## Metodologia

Como percurso metodológico do presente estudo, frente ao objetivo supracitado, seguiram-se as seguintes etapas:

1. Seleção dos termos de busca
2. Seleção dos periódicos e bases para estudo sistemático
3. Seleção de artigos por meio de *leitura flutuante*
4. Leitura aprofundada para análise do *corpus*
5. Criação de categorias *a posteriori*

Para aproximação ao tema em estudo, inicialmente traçaram-se os objetivos e, por conseguinte, os termos de busca, a saber: lixo eletrônico, educação, ensino de ciências, resíduos eletroeletrônicos, e-lixo, science education, education, e-waste e waste of electrical and electronic equipment.



No presente estudo foram utilizadas duas fontes de pesquisas: periódicos qualificados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior<sup>1</sup> (CAPES), nos idiomas português, espanhol e inglês; e base de dados da área de educação<sup>2</sup> da referida agência. A análise dos periódicos considerou o Qualis-Periódicos da CAPES de classificação A1, A2, B1 e B2 do quadriênio vigente, 2013-2016<sup>3</sup>, os quais foram selecionados por meio da análise dos respectivos foco e escopo.

O levantamento foi realizado na área de Ensino de Ciências (Química, Física e Biologia) no período de 2008 a 2018. As publicações de interesse foram identificadas por meio da *leitura flutuante*.

Por fim, através da leitura aprofundada dos trabalhos selecionados, emergiram as categorias *a posteriori*, que consistem em uma síntese de informações extraídas da pesquisa para representar os dados, ou seja, são elementos comuns de significação (Bardin, 2011). São elas:

- Natureza do trabalho
- Problemática envolvida na produção, consumo e descarte
- Possíveis alternativas à problemática dos resíduos eletroeletrônicos

De posse desses resultados, foi realizada uma análise descritiva, considerando aspectos quantitativos. Dessa forma, identificaram-se as distribuições, determinando as prováveis tendências das categorias encontradas. Vale destacar que subcategorias emergiram ao longo das análises.

<sup>1</sup> Os periódicos de interesse apresentaram, em seu foco e escopo, estudos desenvolvidos na área de Ensino de Química. Ao total foram analisadas cinquenta e cinco revistas, dentre elas: Chemistry Education, Ciência & Educação, Cultural studies of Science Education, Educación Química, Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Enseñanza de la Ciencias, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Science & Education, Areté Revista Amazônica de Ensino de Ciências, Contexto & Educação, Dynamis, Investigações em Ensino de Ciências, Revista brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Revista electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, Revista Práxis, Revista Vidya, Abakós, Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales, Ciência & Ensino, Experiências em Ensino de Ciências, Química Nova na Escola, Revista brasileira de Ensino de Química, Revista Ciências & Ideias, Actio: docência em Ciências, Educação em Foco, Indagatio didactica, Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia.

<sup>2</sup> O portal de Periódicos da CAPES consiste em uma biblioteca virtual que disponibiliza produções científicas nacionais e internacionais para Instituições brasileiras de Ensino e Pesquisa. Na área de Educação, há em torno de 134 bases. Para a presente pesquisa, foram analisadas as seguintes bases: Programa de Publicações Digitais da Propq – (Unesp), Oxford Journals – (Oxford University Press), Academic OneFile, Science – (AAAS), Web of Science, Wiley Online Library, Scientific Electronic Library Online – (SCIELO), Scopus, Britannica Academic Edition, Science Direct – (Elsevier), SpringerLink, Educational Resources Information Center – (ERIC), OECD iLibrary, Applied Social Sciences Index and Abstracts –(ASSIA), National Science Digital Library (NSDL), Academic Search Premier –ASP (ESBSCO), Univates: Biblioteca digital, Sage journal online, Repositório Institucional da Universidade Federal de Pelotas, DOAB: directory of Open Access Books, Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal, Repositório Institucional da Universidade de Brasília (UnB), Sociological Abstracts (ProQuest), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações: BDTD, Portal de Revistas da Universidade de São Paulo - SIBI, Repositório Institucional da Universidade Federal de Goiás (UFG), Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

<sup>3</sup> Um qualis mais atualizado está em fase de implantação pela CAPES, mas consideramos o qualis vigente no período em que esta pesquisa foi desenvolvida.



## Resultados

Considerando os critérios adotados, foram encontradas vinte e três (23) publicações. Sendo doze (12) direcionadas ao Ensino Fundamental, dez (10) voltadas ao Ensino Médio e uma (1) articulou ambos os níveis de ensino. De certo modo, esse resultado indica que o tema não tem sido muito abordado no Ensino Básico no período em análise. O gráfico 1 apresenta a distribuição das publicações dos trabalhos ao longo do período considerado.

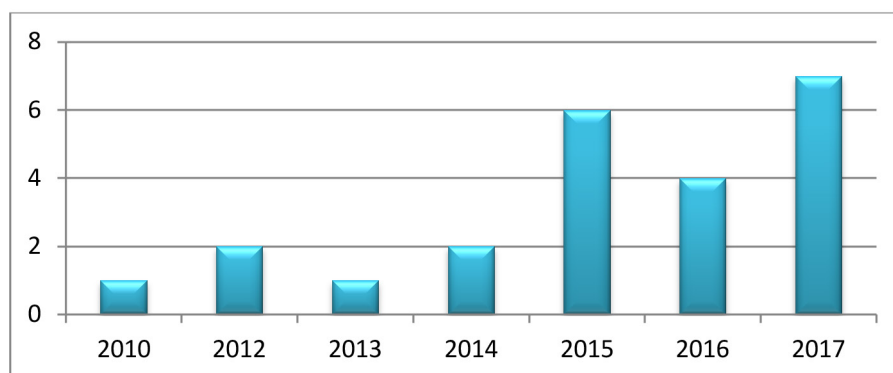


Gráfico 1: Distribuição das publicações sobre REE entre 2008 e 2018

Torna-se evidente que o número de produções, no período de interesse, cresceu com o passar dos anos, tendo um máximo de sete trabalhos elaborados em 2017. Esse resultado pode estar relacionado ao avanço do desenvolvimento científico-tecnológico, uma vez que as problemáticas consequentes se evidenciam ao longo dos anos. Deste modo, infere-se que mais pesquisas passam a ser desenvolvidas também na área de educação, visando uma atuação na formação dos estudantes.

O primeiro registro de publicação articulado à educação, surge em 2010, trata-se de um trabalho nacional. Neste mesmo ano é instituída a lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, a qual discorre sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil (PNRS). Esta lei contempla princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, nos quais os REE estão incluídos (Brasil, 2012; Peixoto e Dantas, 2019).

Embora o número de publicações na área de educação não seja numeroso, o estudo realizado por Rocha et al. (2012) demonstrou um aumento considerável de publicações sobre o tema Lixo eletrônico na base de dados *Web of Science*. Foram identificados cinquenta e quatro (54) publicações em 2002; e duzentas e cinquenta e seis (256) em 2011. As principais áreas de interesse foram: Engenharia, Química, Ciência da Computação, Ciência de Materiais, Ciência Ambiental e Ecologia. Tais evidências demonstram que estudos em outras áreas de pesquisa têm sido desenvolvidos.



### Categoria Natureza do Trabalho

Tendo em vista que as publicações elaboradas destinaram-se à Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), buscou-se identificar a natureza dos respectivos trabalhos selecionados. O gráfico 2 apresenta os resultados.

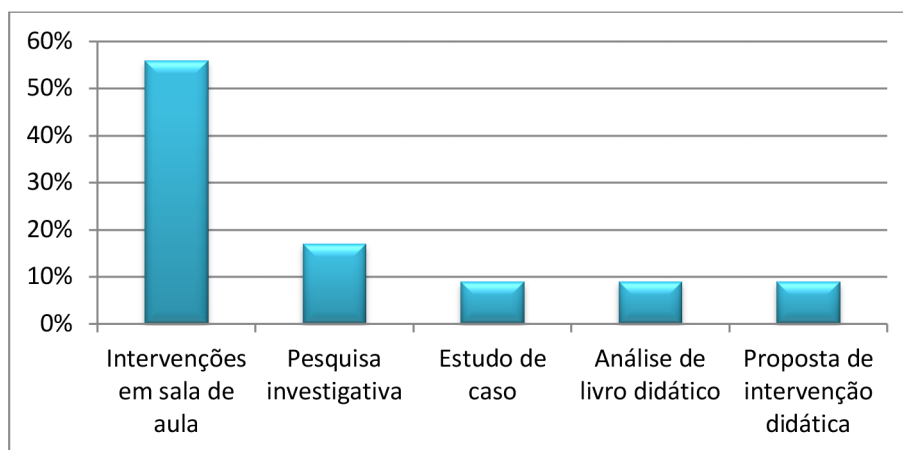


Gráfico 2: Natureza dos Trabalhos sobre REE no Ensino Básico

De acordo com o gráfico 2, a maior parte das pesquisas que contempla os REE no Ensino Básico são relatos de experiências em sala de aula. Esses dados indicam que os trabalhos têm buscado orientar os estudantes no que tange a problemática desses resíduos. As cinco categorias identificadas são: Intervenções em sala de aula, com 13 produções (56%), pesquisa investigativa com 4 trabalhos (17%); estudos de caso, análise de livros didáticos e propostas de intervenção didática, apresentaram dois trabalhos cada (9%).

Dois artigos investigaram se a problemática dos REE estava sendo abordada nos livros didáticos brasileiros. No ensino fundamental, a análise contemplou uma edição do ano de 2014 (Yotoko, Birk e Tureck, 2017). No nível médio, Barreto, Hygino e Marcelino (2015) analisaram algumas coleções de Química que integraram o Programa Nacional do Livro e do Material Didático-PNLD do ano de 2012. De modo geral, os resultados foram semelhantes para ambos os níveis de ensino. Os conteúdos foram apresentados de forma superficial, fragmentados, com poucas indicações de recursos adicionais, sem contextualização e sem atividades de reflexão.

Dois trabalhos indicaram propostas de intervenção didática. Estevão e Costa (2016) sugerem o uso de histórias em quadrinhos, no Ensino de Química, como estratégia para abordar os REE. Rengifo, Loaiza e Chico (2017) propõem a utilização da Educação Ambiental articulada à pedagogia crítica de Paulo Freire para tratar a problemática dos resíduos eletroeletrônicos.

Algumas pesquisas apresentaram natureza investigativa, nas quais foram utilizados questionários como ferramenta de coleta de dados (Jager, 2015; Kobs, 2017). Em resumo, os resultados apontaram que os estudantes possuem dificuldades em identificar os REE, seus constituintes e seu gerenciamento adequado.





A maioria dos trabalhos analisados apresentou intervenções em sala de aula (56%). Sendo assim, subcategorias foram elaboradas, são elas: *envolvimento com a comunidade local*; *utilização de questionários investigativos como recurso estruturante de atividades* e *uso de experimentação no ensino*. Destacaremos alguns desses trabalhos.

Contemplando o *Envolvimento com a comunidade local*, alguns trabalhos utilizaram a arte como estratégia pedagógica para a Educação Ambiental. No Ensino Médio no Instituto Federal do Amazonas Campus Itacoatiara, no Brasil (Marques, Marques, Almeida, Oliveira, Jean e Oliveira, 2017); e no Ensino Fundamental em uma escola na Colômbia (Espinosa e Espinosa, 2012). Atividades como palestras, campanhas de esclarecimento junto à comunidade, elaboração de materiais com REE e exposição desses materiais, foram algumas das ações realizadas.

*Silva, Paes e Cordeiro* (2015) utilizaram o tema para articular conteúdos curriculares às atividades de conscientização e coleta de REE. Foram distribuídos, aos alunos e pais, panfletos informativos sobre a problemática do descarte dos REE. Também, durante seis meses, a escola Mafrense, em Santa Catarina, tornou-se um ponto de coleta. Tal atividade foi apresentada à comunidade em uma feira de ciências.

De modo geral, os trabalhos dessa subcategoria demonstram uma preocupação em levar informação à comunidade e expandir o conhecimento além da escola. A escola é um espaço rico para problematizar as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente. De acordo com Santos et al. (2011) esse espaço pode oportunizar discussões que tratem dos aspectos locais, sem perder de vista seus significados em uma perspectiva global. Isso implica utilizar a escola para práticas colaborativas, com a participação da comunidade, por meio de reflexões, diálogos e ações. Não basta compartilhar, mas que o compartilhado retorne na apropriação dos significados, fomentando o vínculo entre educação e as diversas realidades sociais.

Os trabalhos que utilizaram *questionários investigativos como recurso estruturante de atividades* visaram identificar previamente as percepções dos estudantes do Ensino Fundamental, quanto aos REE. Assim, de posse dos resultados, as atividades eram sistematizadas considerando as dificuldades apresentadas pelos estudantes (Fabri e Silveira, 2013; Morozesk e Coelho, 2016).

Por fim, alguns trabalhos fizeram *uso de experimentação no ensino*. Santos (2017) utilizou resíduos eletrônicos como matéria-prima para aulas experimentais de Física, nas quais abordou conteúdos de cargas elétricas, eletrodinâmica e eletromagnetismo. Durante as atividades os estudantes elaboraram equipamentos tecnológicos com as sucatas recolhidas.

Oliveira, Gomes e Afonso (2010) realizaram oficinas sobre os REE em feiras de ciências e semanas culturais de escolas privadas e públicas do Rio de Janeiro. Foram realizadas palestras, discussões, questionários e aulas experimentais.

O uso de experimentação no Ensino de Ciências é apontado como um recurso que pode motivar os estudantes, promover a integração entre a prática e a teoria, e levar os alunos a vivenciarem as limitações e desafios do fazer Ciência (Giordan, 1999; Rosito, 2008). Os questionamentos, as atividades em grupo, as diferentes formas de pensar, a leitura de erros e a postura reflexiva possuem um papel significativo no aprendizado (Francisco Júnior, Ferreira e Hartwig, 2008; Guimarães, 2009).

Nesse ponto, torna-se interessante salientar a relevância de uma formação científica voltada à cidadania. Ao considerar os pressupostos da abordagem CTS, problematizar os im-



pactos dos EEE permite discutir os valores sociais, éticos e políticos vinculados à C&T, o que, por sua vez, possibilita uma desconstrução da imagem tradicional da ciência, como apontado por Santos et al. (2011). Dentre os trabalhos analisados, ressalta-se que oito (35%) contemplaram a abordagem CTS em sua pesquisa, como já apontado por Peixoto e Dantas (2019) em pesquisas anteriores.

### Categoria Problemática Envolvida na Produção, Consumo e Descarte

Ao assumir a relevância de se discutirem aspectos socioambientais relacionados ao tema, bem como reconhecer as principais preocupações atreladas à problemática, tornou-se interessante analisar se as questões elementares - produção, consumo, gestão e descarte - foram evidenciadas nos trabalhos. O gráfico 3 apresenta os dados obtidos.

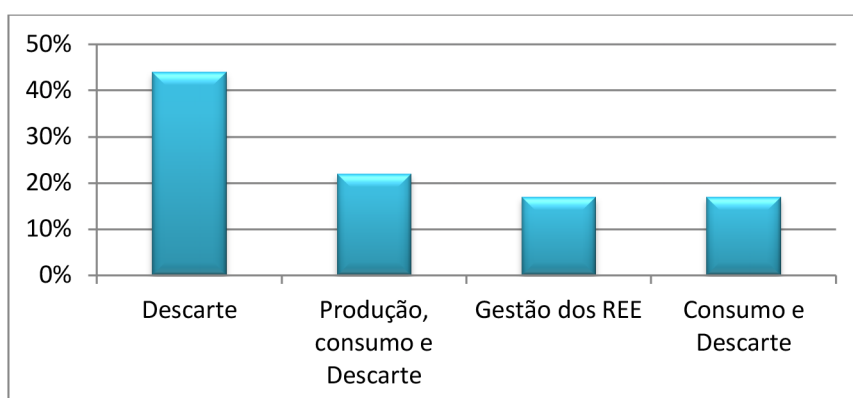


Gráfico 3: Principais problemáticas dos REE contempladas nos trabalhos

O gráfico 3 indica que a maioria dos trabalhos abordou a problemática do descarte desses produtos (44%). Seguidamente, tem-se que a articulação entre produção, consumo e descarte tem sido discutida (22%). Tanto a gestão dos REE, no que tange seus processos complexos, como a interação entre consumo-descarte, obtiveram iguais porcentagens, 17% cada.

Os trabalhos que contemplaram o descarte, apontaram que a disposição incorreta dos REE, principalmente em lixões, pode levar os metais pesados presentes nos equipamentos eletroeletrônicos a infiltrar-se no solo e contaminar águas subterrâneas, plantações, animais, alimentos e causar danos à saúde (Zanotto, 2015; Oliveira, 2017).

Destacam-se ainda os trabalhos de coleta dos resíduos eletroeletrônicos. *Silva, Paes e Cordeiro (2015) utilizaram panfletos para informar sobre a presença de metais pesados nos equipamentos eletroeletrônicos. Assim, coletaram oitenta e sete equipamentos eletrônicos no período de seis meses. Chelotti, Pasquali e Rorato (2015), em sua atividade de coleta na escola, recolheram duas toneladas de REE em 2013 e três toneladas em 2014.*



Moresk e Coelho (2016) e Cardoso, Abreu e Strieder (2016) enfatizaram a problemática da contaminação de modo direto, a partir da manipulação errada desses produtos. Abreu (2014) discutiu também sobre as consequências da importação do e-lixo para os países em desenvolvimento e destacou a obsolescência programada como influenciadora ao consumo. A obsolescência programada consiste na redução, intencional, da vida de um produto. A finalidade é conduzir o consumidor à aquisição de novos artefatos, movidos pelo desejo do significado social da marca (Gonçalves, 2011; Magera, 2013).

Frente à discussão realizada, percebe-se um número maior de trabalhos contemplando o descarte incorreto dos EEE. Acredita-se que tal preocupação advém, principalmente, da reflexão sobre o consumo da sociedade, a qual não se atenta aos problemas ambientais consequentes (Magera, 2013). Nessa direção, alguns aspectos importantes, como a obsolescência e a influência da mídia, estão conquistando espaço nas discussões em sala de aula.

De acordo com Santos e Mortimer (2000), para possibilitar uma formação crítica no Ensino de Ciências, é necessário compreender o seu papel social, não basta utilizar temas sociais no currículo de ciências. À vista disso, assume-se a relevância das discussões sobre os impactos socioambientais decorrentes do consumo, da gestão e do descarte indevido dos artefatos tecnológicos. Deste modo, a inter-relação CTS se torna mais evidente e embasa atitudes mais conscientes. Todavia, de modo geral, não se perceberam muitas discussões sobre a composição química dos eletroeletrônicos. Como, também, poucos trabalhos apresentaram relação entre os componentes dos artefatos tecnológicos, os danos específicos à saúde humana e seu potencial de toxicidade; principalmente no que se referente à problemática do contato direto, pelo desmanche ou gestão irregular.

### **Categoria Possíveis alternativas à problemática dos resíduos eletroeletrônicos**

Diante do crescente avanço tecnológico e da problemática que envolve os REE, tornou-se relevante saber se os trabalhos selecionados indicaram alguma alternativa à questão, seja a nível individual, social, político ou voltadas às indústrias.

Dos vinte e três trabalhos analisados, apenas seis não apontaram discussões que refletissem em alternativas frente à problemática abordada ou apresentaram natureza que não se aplica ao critério adotado. Logo, tais trabalhos não foram considerados na discussão da presente categoria.

A logística reversa foi mencionada por apenas dois trabalhos, os quais destacam a relevância de reinserir os REE no ciclo produtivo. Miguez (2010) explica que a logística direta parte desde a compra de matéria-prima, armazenamento, movimentação na empresa, até o transporte ao cliente. Já a logística reversa é o processo no qual os produtos saem dos diversos clientes e chegam às empresas receptoras. Em outras palavras, a logística reversa consiste em ações que visam a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, a fim de reaproveitá-los ou destiná-los de modo ambientalmente adequado.

O consumo foi citado como uma das principais causas que promove o aumento dos REE, e, por isso, trabalhar o consumo consciente em sala de aula é importante. Para tanto, os trabalhos defendem que se deve repensar os valores sociais, a fim de alcançar atitudes mais



sustentáveis (Abreu, 2014; Wirzbicki, Boff e Pinno, 2015; Yotoko; Birk; Tureck, 2017). Gonçalves (2011) destaca que o consumo consciente visa uma sociedade com menos desperdício, menos lixo e que faz do consumo uma ação refletida.

A discussão sobre a educação voltada ao consumo consciente evidenciou-se como a alternativa mais contemplada nos trabalhos. Observou-se também a predominância da reciclagem como ação mitigadora de notável relevância aos REE. Para Magera (2013), essa atividade é um importante avanço, já que pode levar ao desenvolvimento mais sustentável e a valoração de cooperativas de reciclagem.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, no **artigo 9 da lei nº 12.305 de 2010**, ao atentar para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos, a ordem de prioridade a ser considerada é: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2012). A lei demonstra uma tentativa de aproveitamento dos resíduos sólidos antes da disposição final, visto que muitos podem ser reintegrados no ciclo produtivo, ou seja, aponta-se a logística reversa. Assim, torna-se relevante que tal discussão seja considerada no contexto dos REE e não somente o descarte seja utilizado como alternativa ao tema.

Frente à discussão realizada, a abordagem CTS pode contemplar aspectos socioambientais referentes ao consumo e descarte dos REE, diante do desenvolvimento científico-tecnológico. Os pressupostos da educação CTS visam uma formação para a tomada de decisão, o que implica tornar o cidadão reflexivo quanto às mudanças socioambientais decorrentes dos avanços da Ciência e Tecnologia.

Santos et al. (2011) enfatizam a relevância de promover junto aos estudantes uma visão que se embasa em analisar a realidade criticamente, estimular a participação e realizar ações coletivas. Guimarães (2003, apud Santos et al., 2011) destaca ainda que para a promoção de indivíduos ambientalmente críticos é necessário uma leitura da realidade socioambiental que ultrapassa os muros das escolas.

## Conclusões

A problemática dos REE não tem sido muito abordada no Ensino Básico no período em questão, embora seja um tema de abrangência social. Evidenciou-se nesse artigo que as publicações que articulam a problemática destinam-se, em sua maioria, a discutir sobre as consequências do descarte inadequado desses resíduos, apontando repercussões ambientais e à saúde.

De acordo com o *corpus* de análise, das vinte e três publicações encontradas, treze tratavam-se de intervenções em sala de aula, voltadas à promoção da Educação Ambiental. Nota-se, portanto, que a formação de estudantes mais esclarecidos quanto ao descarte correto dos REE e com atitudes sustentáveis, é uma preocupação evidenciada pelos professores que escolhem trabalhar tal tema.

Discutir sobre o desenvolvimento da C&T pode proporcionar uma leitura dos valores éticos, econômicos, políticos e socioambientais, bem como subsidiar o estudante à tomada de



decisão, uma vez que o exercício da cidadania é precedido pelo conhecimento científico. É por meio do aprendizado que o estudante pode subsidiar suas escolhas/attitudes no que se refere aos REE. Nesse sentido, a educação CTS promove a alfabetização científica e tecnológica para a formação cidadã.

## Referências

- Abreu, D. C. (2014). *Resíduo eletroeletrônico: uma abordagem CTS para promover a prática argumentativa entre alunos do ensino médio*. Brasília: UnB, Dissertação de Mestrado.
- Baldé, C. P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2017). *The Global E-waste Monitor: Quantities, Flows, and Resources*. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Barreto, P. G., Hygino, C. B., & Marcelino, V. S. (2015). Análise do tema lixo e lixo eletrônico em livros didáticos de Química para o Ensino Médio selecionados pelo PNLD 2012. *Vidya*, 35(1), 1-13.
- Barros, R. M. (2012). *Tratando sobre resíduos sólidos: gestão, uso e sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Interciência; Minas Gerais: Acta.
- Bazzo, W. A., Linsingen, I. V., & Pereira, L. T. V. (Eds.) (2003). *Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade)*. Florianópolis: Organização dos Estados Ibero-americanos Para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI).
- Brasil. (2012). Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. *Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)*. 2 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara.
- Brasil. (2013). Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). *Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica*. Brasília, DF.
- Canivez, P. (1991). *Educar o cidadão?* São Paulo: Papirus.
- Cardoso, Z. Z., Abreu, R. O. D., & Strieder, R. B. (2016). Lixo Eletrônico: uma proposta CTS para o Ensino Médio. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1611-1626.
- Chelotti, V., Pasquall, I. S. R., & Rorato, D. G. (2015). Resíduos eletroeletrônicos: ações do batalhão ambiental mirim na sensibilização da comunidade de Faxinal do Soturno, RS. *Monografias Ambientais*, 14(2), 162-169. doi: 10.5902/2236130818157
- Dagnino, R., Thomas, H., & Davyt, A. (1996). El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. *REDES*, 3(7), 13-51.
- Demo, P. (2001). *Participação é conquista: noções de política social participativa*. 5 ed. São Paulo: Cortez.
- Espinosa, R. D. C., & Espinosa, L. A. Z. (2012). Misión e-ducate primera infancia. *Revista Vector*, 7, 18-21.
- Estevão, A. P. S. S., & Costa, M. A. F. (2016). História em quadrinhos: estratégia para o processo Ensino-aprendizagem do tema "lixo eletrônico". *Práxis*, 8(1), 9-14.
- Fabri, F., & Silveira, R. M. C. F. O. (2013). Ensino de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sob a ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(1), 77-105.



- Francisco Júnior, W. E., Ferreira, L. H., & Hartwig, D. R. (2008). Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. *Química Nova na Escola*, 30, 34-41.
- Giordan, M. (1999). O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, 10, 43-49.
- Gonçalves, P. (2011). *A cultura do supérfluo: o lixo e a sociedade de consumo*. Rio de Janeiro: Garamond.
- Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e descaminhos rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, 31(3), 198-202.
- Jager, T. (2015). A proposal to integrate the management of electronic waste into the curriculum of primary schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 1(3), 443-454.
- Kobs, F. F. (2017). *Os possíveis efeitos do uso dos dispositivos móveis por adolescentes: análise de atores de uma escola pública e uma privada*. Curitiba: UTFPR. Tese de Doutorado.
- Magera, M. (2013). *Os caminhos do lixo: da obsolescência programada à logística reversa*. São Paulo: Editora átomo.
- Marques, E. S. O., Marques, C. S. O., Almeida, D. S., Oliveira, E. S., Jean, E. N. S., & Oliveira, E. S. (2017). Educação Ambiental: uma proposta de reaproveitamento do lixo eletrônico para a produção de arte no IFAM campus-Itacoatiara/AM. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, num. Extra, 3219-3224.
- Miguez, E. C. (2010). *Logística Reversa como Solução para o Problema do Lixo Eletrônico: Benefícios Ambientais e Financeiros*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Morozech, M., & Coelho, G. R. (2016). Lixo Eletrônico “Uso e Descarte”: uma proposta de intervenção em uma Escola Pública de Vitória-ES. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(2), 317-338.
- Oliveira, C. A. I. (2017). *A tecnologia como projeto de trabalho: estratégia de ensino e de aprendizagem de ciências no 9º ano do ensino fundamental*. Pelotas: UFPel. Dissertação de Mestrado.
- Oliveira, C. R., Bernardes, A. M., & Gerbase, A. E. (2012). Collection and recycling of electronic scrap: A worldwide overview and comparison with the Brazilian situation. *Waste Management*, 32(8), 1592-1610. doi: 10.1016/j.wasman.2012.04.003
- Oliveira, R. S., Gomes, E. S., & Afonso, J. C. (2010). O Lixo Eletroeletrônico: Uma Abordagem para o Ensino Fundamental e Médio. *Química Nova na Escola*, 32(4), 240-248.
- Peixoto, A. S. P., & Dantas, J. M. (2019). Revisão da Literatura: aspectos sobre a problemática dos Resíduos Eletroeletrônicos no Ensino Básico. In *XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp. 1-7). Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Consultado em <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1223-1.pdf>
- Praia, J., & Cachapuz, A. (2005). Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. *Revista CTS*, 2(6), 173-194.
- Ransanz, A. R. P. (1999). *Kuhn y el cambio científico*. México: FCE.
- Rengifo, Y. S. P., Loaiza, B. G., & Chico, D. C. (2017). Un enfoque crítico que subyace tras la problemática ambiental generada por los residuos electrónicos. *Amazonia Investiga*, 6(10), 201- 205.
- Rocha, A. C., Ceretta, G. F., Avila, L. V., & Camargo, C. R. (2012). Lixo Eletrônico: um levantamento da produção científica e dos *hot topics* publicados na base Web of Science na última década. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, 8(2), 36-48. doi: 10.4013/ete.2012.82.01
- Rosito, B. A. (2008). O Ensino de Ciências e a experimentação. In Moraes, R. (Orgs.). *Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre: EDIPUCRS (195-208) (ISBN 978-85-7430-784-8).



- Santos, R. H. R. (2017). *O ensino de física por meio de experimentos com materiais do lixo eletrônico*. Catalão: UFG. Dissertação de Mestrado.
- Santos, W. L. P., & Maldaner, O. A. (2011). *Ensino de Química em foco*. Ijuí: ed. Unijuí.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 110-132.
- Santos, W. L. P., Galiuzzi, M. C., Pinheiro Junior, E. M., Souza, M. L., & Portugal, S. (2011). O enfoque CTS e a Educação Ambiental: possibilidade de “ambientalização” da sala de aula de ciências. In Santos, W. L. P., & Maldaner, O. A. (org.) *Ensino de Química em foco* (pp. 131-157). Ijuí : Ed Unijuí, pp.
- Santos, W. L. P., & Schnetzler, R. P. (2003). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3. ed. Ijuí: ed. Unijuí.
- Silva, A. R., Paes, C. M., & Cordeiro, M. L. (2015). Resíduos tecnológicos: relato de uma experiência em aulas de ciências com estudantes dos anos finais. *Dynamis*, 21(2), 26-40.
- Silva, P. B. C. (2015). *Ciência, tecnologia e sociedade na América Latina nas décadas de 60 e 70: análise de obras do período*. Rio de Janeiro: CEFET/RJ. Dissertação de Mestrado.
- Tansel, B. (2017). From electronic consumer products to e-wastes: Global outlook, waste quantities, recycling challenges. *Environment International*, 98, 35-45. doi: 10.1016/j.envint.2016.10.002
- United Nations Environment Programme (UNEP) & United Nations University (UNU). (2009). *Recycling—From E-Waste to Resources*. United States.
- Wirzbicki, S. M., Boff, E. T. O., & Pinno, J. C. D. (2015). Educação Ambiental como eixo norteador dos conteúdos de Ciências. *Pesquisa em Educação Ambiental*, 10(2), 22-35. doi: 10.18675/2177-580X.vol10.n2.p22-35
- Xavier, L. H., & Carvalho, T. C. (2014). *Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática a sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Yotoko, C. A. O., Birk, N. L. B., & Tureck, L. V. (2017). Análise da abordagem do tema lixo eletrônico em livros didáticos de ciências do Ensino Fundamental. *Revista Educação & Tecnologia*, 17, 1-10.
- Zanotto, R. L. (2015). *Saberes populares: recurso para o ensino de conceitos químicos num enfoque CTS*. Ponta Grossa: UTFPR. Dissertação de Mestrado.