



## Uma Proposta para Identificação de Indicadores de Sustentabilidade para Avaliação do Gerenciamento de Resíduos Eletroeletrônicos com Foco na Reciclagem

FERREIRA, Jhony Fernandes<sup>1</sup>, PACHECO, Elen B. A. V.<sup>1,2</sup>, SILVA, Ana Lúcia N.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup> Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

### Informações do Artigo

*Histórico:*

*Recebimento: 26 Outubro 2018*

*Revisão: 21 Novembro 2018*

*Aprovação: 21 Dezembro 2018*

*Palavras-chave:*

*Indicadores de sustentabilidade*

*Resíduos eletroeletrônicos*

*Reciclagem*

### Resumo:

*Com o crescimento acelerado da tecnologia de equipamentos eletroeletrônicos, os seus resíduos tornam-se temas de estudo devido ao seu alto grau de obsolescência e rápido aumento do consumo, o que pode trazer danos ao meio ambiente e à saúde pública por terem resíduos tóxicos em sua composição. Dessa forma, mostra-se importante o gerenciamento desses resíduos e isso é possível com o uso de indicadores de sustentabilidade. O objetivo desse trabalho foi discutir os indicadores (ambientais, econômicos, sociais e técnicos) de sustentabilidade para a avaliação do gerenciamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos com foco na reciclagem, bem como propor uma metodologia que possa identificar esses indicadores. O que, nesse momento, traduz-se em uma revisão de pesquisa bibliográfica (com a utilização dos indicadores mais citados) e realização de pesquisa DELPHI (dividida em três fases).*

### 1. Introdução

No uso da tecnologia na vida cotidiana das pessoas há, conseqüentemente, o aumento de resíduos de equipamentos eletrônicos (REEE), que se deve por sua rápida obsolescência devido ao seu reduzido ciclo de vida. Além disso, há grande preocupação na geração desses resíduos por parte dos gestores ambientais, pois os mesmos podem ser nocivos à saúde e podem ser poluentes devido à presença de componentes tóxicos. [1]

Segundo Veiga [2], em países desenvolvidos, a gestão de resíduos é tema central para a saúde

pública como também observado no Brasil através da aprovação da sua Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, Lei 12.305) em 2010. [3]

A medição dos impactos gerados a partir dos REEES por indicadores subsidiarão as tomadas de decisão de forma mais precisa por planejadores urbanos e gestores, dandolhes maior probabilidade de sucesso. [3, 4] A identificação e (ou) construção de indicadores requerem estudos científicos e deve estar em consonância com o desenvolvimento sustentável. [4]

Apesar de ser amplamente discutida e divulgada, a sustentabilidade ainda traz consigo

muitas divergências quanto à sua definição e mensuração. Nesse ponto, pode-se dizer que a construção de indicadores de sustentabilidade permite a valoração de bens não tangíveis, mostrando pontos fortes e fracos, com possibilidade de viabilização de políticas públicas. [5]

Esse artigo tem como objetivo avaliar, a partir de revisão bibliográfica, uma possibilidade de metodologia para a identificação de indicadores que possam ser utilizados para o gerenciamento de REEEs. Para isso, fez-se uma revisão bibliográfica para verificar alguns conceitos relacionados ao tema e uma metodologia para a identificação de indicadores.

## 2. Conceitos e Definições

### 2.1 Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos

Os equipamentos eletroeletrônicos, segundo a Comunidade Europeia [6], podem ser definidos como:

“...equipamentos cujo funcionamento adequado depende de correntes elétricas ou campos eletromagnéticos, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição dessas correntes e campos e destinados à utilização com uma tensão nominal não superior a 1000 V para corrente alternada e 1500 V para corrente contínua.”

O uso de equipamentos eletroeletrônicos traz facilidades à vida das pessoas, atuando e beneficiando em diversas áreas, tais como comunicação, entretenimento, educação e cultura. [7]

Nesse sentido, os resíduos eletroeletrônicos apresentam altas taxas de crescimento no mundo devido ao alto desempenho da indústria, à inovação tecnológica e ao uso de produtos com curta vida útil. Consequentemente, entram em obsolescência muito rapidamente, com influência também da mudança do padrão de consumo da população. [8] No caso de países em desenvolvimento, o Brasil ocupa um lugar de

destaque, principalmente a região sudeste quanto ao consumo de REEE. A estimativa é que cada habitante produza 3,4kg de REEE, considerando que cada residência possua apenas uma unidade de cada aparelho (geladeira, televisão, telefone celular e fixo). [8]

A importância da gestão desses resíduos reside no fato de que sua composição é bastante diversificada, podendo ser constituídos por metais (ferrosos e não ferrosos), metais preciosos e substâncias tóxicas. [8] Para isso, busca-se melhor forma para sua destinação, dentre elas a reciclagem com atendimento à economia circular. [9]

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, que trata da gestão integrada de resíduos sólidos [3, 10] e outros assuntos, já foi objeto de diversos estudos. [5] A gestão, colocada na Lei, tem o objetivo de trazer benefícios à sociedade brasileira [5] com as seguintes alternativas: separação de resíduos recicláveis dos rejeitos. A denominação de rejeitos é dada à classe de materiais que apresentam dificuldades técnicas e econômicas para a sua reciclagem. Também se tem a hierarquia para os resíduos em ordem de prioridade: prevenção, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final. [3, 10] A PNRS nomeou a obrigatoriedade de implantação de um sistema de logística reversa aos REEEs. O que mostra a importância de um gerenciamento rigoroso é a análise do sistema que ocorre nas etapas de produção, coleta, reciclagem e a eliminação do REEE, ou seja, deve-se considerar toda a cadeia do REEEs, desde sua produção até a destinação e retorno ao ciclo produtivo. [11]

Na área econômico-financeira, quanto à coleta domiciliar, verificouse que a aplicação de preços unitários tem forte influência no desperdício no não reaproveitamento de resíduos. Foi também verificado que o Brasil desperdiça, aproximadamente, 8 bilhões de reais ao ano, considerando o potencial de reciclagem de que dispõe. [10]

Os REEEs contêm componentes valiosos, como o cobre, por exemplo, e metais do grupo da platina, responsáveis pelo contato elétrico em função da sua boa condutibilidade elétrica e

estabilidade química. As concentrações de cobre, cádmio, níquel, chumbo e zinco, também presentes nos EEEs, podem, quando lançados no ambiente, representar um risco para a saúde humana e para os ecossistemas. [12]

Como já sabido, a poluição de metais pesados pode causar efeitos negativos ao meio ambiente e à saúde dos seres vivos. [13] Os metais pesados presentes nos REEEs causam problemas nos sistemas digestivos, neurológicos, respiratório, cardiovascular, entre outros. A composição aproximada dos REEEs é de 48% de ferro e aço (para compor gabinetes e molduras); 21% de plástico (gabinete, embalagem de cabos e placas de circuitos); 7% de cobre e 5% de alumínio que são usados em cabos; 5% de vidro de telas e mostradores e demais elementos, como madeira, borracha, cerâmica e outros metais não ferrosos, entre eles os metais pesados. [8]

O aproveitamento de metais preciosos a partir dos REEEs é bastante relevante ambientalmente e economicamente, uma vez que a mineração dos mesmos implica em grandes movimentações de terra (porque sua concentração é baixa); alto consumo de energia e alta emissão de gás carbônico (o que contribui para o efeito estufa). [8]

Como já comentado, pode-se encontrar, nos REEEs, metais pesados (chumbo, arsênio, mercúrio, cádmio, selênio e cromo hexavalente), substâncias halogenadas (clorofluorocarbonos (CFC), bifenilas policloradas de bifenilas (PCB), poli (cloreto de vinila) (PVC) e retardantes de chama bromados, entre eles éter difenilios plibromados (PBDE) e bifenila plibromadas (PBB) que podem contaminar o ar, a água e o solo, trazendo perigo aos seres humanos e ao meio ambiente. [8]

## 2.2 Indicadores de Sustentabilidade

Segundo os autores McQueen e Noak [14], indicadores são definidos como uma:

*“...medida que resume informações relevantes de um fenômeno particular ou um substituto dessa medida”.*

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OECD [15] “um indicador deve ser entendido como um parâmetro ou valor derivado de parâmetros, que apontam e fornecem informações sobre o estado de algum fenômeno com uma extensão significativa”.

Um grande marco para a construção de indicadores foi a Agenda 21, realizada no Rio de Janeiro em 1992, em seu capítulo 40 – que afirma ser de grande importância o desenvolvimento de indicadores de desenvolvimento sustentável, entre eles os já consagrados, que são: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Índice de Bem-estar Econômico Sustentável (IBES), Índice de Progresso Genuíno (IPG), a Pegada Ecológica e Índice de Desenvolvimento Sustentável (IDS), todos criados pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) – e Matriz Territorial de Sustentabilidade (CEPAL/ILPES) – que buscam conjugar desenvolvimento territorial com sustentabilidade. [16]

Apesar de ser muito difícil estabelecer uma padronização de índices para a formação de um indicador, pode-se citar alguns já existentes para avaliar a sustentabilidade urbana que são os do Banco Mundial com 28 principais indicadores de performance de consumo de energia em cidades e a de cidades europeias, que desenvolveram uma estrutura de monitoramento chamada de Auditoria Urbana, que auxilia nas estatísticas organizacionais. [4]

Carvalho e Barcellos [17] defendem que indicador trata-se de uma condição estatística e que deve ser repetido em locais de períodos de tempo diferentes.

Pode-se dizer que índices e indicadores, tanto para o senso comum quanto para os pesquisadores, são tratados como sinônimos [17]. Sendo que o primeiro seria uma média de indicadores ou como um indicador sintético que é proveniente de uma agregação de dados utilizados por alguma ferramenta. [18]

Nessa linha, aparecem os marcos ordenadores – que são conjuntos de indicadores. Um dos mais conhecidos é o modelo PER – Pressão (o que está acontecendo com o ambiente?) - Estado (por que isso ocorre?) –

Resposta (o que se fará a respeito?). No primeiro caso, têm-se indicadores de atividades humanas sobre o ambiente; no segundo mostram-se as condições do ambiente e, no terceiro, aparecem as ações que se atenuem ou previnem impactos negativos gerados. [17]

Verma e Raghubanshi [4] e Tanguay et. al. [19], por outro lado, não recomendam o uso do modelo PER (que envolvem um múltiplo de indicadores). Afirmam que o modelo foi abandonado em 2006 e substituído por um modelo de temas/subtemas baseados em modelos flexíveis da Comissão de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas [20], também utilizado no Brasil (IBGE).

O conceito de indicadores pode ser definido como “instrumentos que permitem medir a distância entre a situação atual de uma sociedade e seus objetivos de desenvolvimento, bem como instrumentalizar a incorporação da sustentabilidade na formulação e na prática de políticas impulsionadas pelo Estado” . [16, 21]

Guimarães e Feichas [16] afirmam que o conceito de desenvolvimento sustentável está baseado na Conferência de Estocolmo de 1972, mas que, atualmente, está amparada no Relatório Brundtland , a qual foi difundida durante o evento Rio-92 e pode ser resumida da seguinte maneira: “atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades” . [16, 20, 21]

Os indicadores de sustentabilidade podem ser utilizados para buscar um melhor gerenciamento de REEE com destinação ambientalmente mais adequada. Abrangem diversos setores, tais como econômico, ambiental e social. [22] Assim, o desenvolvimento sustentável é tradicionalmente identificado com essas dimensões dependentes entre si. As dimensões podem estar relacionadas às atividades humanas, tais como: uso dos recursos, geração de poluição, necessidade de entendimento da capacidade de um ambiente, equidade entre as gerações e outros. [4]

Os indicadores sociais são medidas usadas para operacionalização de um conceito abstrato

considerando aspectos sociais [23] incorporam o social na metodologia; distribuição de renda; e benefícios que a produção e o consumo geram para a sociedade.

Os principais atributos de um indicador social são: relevância, aderência ou não para os propósitos almejados, validade, confiabilidade, cobertura territorial ou populacional, sensibilidade e especificidade, comunicabilidade e periodicidade (comparabilidade ao longo do tempo) [23]. Entretanto, há grande dificuldade de ter todas essas características em um só indicador. Neste contexto, Januzzi [23] salienta que indicadores de desempenho ambiental são informações que resumem dados de questões ambientais para mostrar o estado geral assim como sua tendência. Os mesmos deveriam ter sua validade aprovada por um rigoroso processo. [22, 24]

A dimensão econômico-financeira refere-se a não proliferação de riscos e danos ambientais abarcando toda a gestão (fonte, destinação e administração) dos recursos para gerenciamento dos resíduos sólidos, já o lado institucional/político dos indicadores tem o viés regulatório de políticas de gestão, uma vez que os atos e leis norteiam as demandas locais para o gerenciamento de resíduos. [25] Um exemplo de indicador econômico é o índice de progresso genuíno (IPG), considerado “PIB verde” que agrega distribuição de renda; benefícios que a produção e o consumo geram para a sociedade, poluição, danos ambientais, dentre outros.

Essa abordagem econômica pode ser representada por um modelo de cima para baixo (top-down, em inglês) [4] a qual envolve aspectos internos: análise preliminar (política governamental, departamentos/ ministérios envolvidos, delimitação do escopo do contorno, período de tempo e condições do tempo); escolha de objetivos (participação dos interessados – população e especialistas, por exemplo); seleção do indicador de performance – critério de seleção do indicador (há várias metodologias disponíveis, mas pode-se, por exemplo, usar os indicadores mais citados); coleta de dados; e aspectos externos: aplicação de indicadores para informação real; evolução de

indicadores com respostas rápidas para retroalimentação e, por fim, relatar os resultados e sustentá-los. [4]

Verma e Raghubanshi [4] informam que indicadores comuns são usados para comparar cidades e classificá-las de forma padronizada, podendo ser utilizados para os REEEs.

### 2.3 Gerenciamento de REEEs

De acordo com Souza et. al. [26], há poucos sistemas específicos de gerenciamento de REEE no Brasil. Existem procedimentos de disposição dos REEEs junto com o lixo doméstico, que são enviados para os aterros sanitários ou destinados à cadeia informal (catadores de materiais recicláveis, cooperativas e comerciantes de sucata).

É necessária uma análise de performance ambiental sistemática para calcular os impactos nos diversos estágios do ciclo de vida dos EEEs e REEEs e, com isso, a análise do ciclo de vida (ACV) aparece como ferramenta mais útil. [26]

Souza et. al. [26] identificou alguns pontos importantes para o melhor gerenciamento dos REEEs, dentre eles a necessidade de classificação de sua periculosidade; incentivar um sistema de reuso na logística reversa; compartilhamento de custos da coleta entre os atores pertencentes à sua cadeia produtiva e reciclagem de 100% dos produtos declarados no acordo setorial pelas empresas que o aderiram. Segundo os autores, o governo deveria ser responsável por prover recursos para a pesquisa, infraestrutura e campanhas para a sua coleta; os REEEs, não desmontados, deveriam ser classificados como não perigosos e somente ser desmontados pelos recicladores, legalmente autorizados para tal; os pontos de coleta deveriam ser melhor comunicados ao consumidor, considerado um ator importante na cadeia produtiva; os REEEs deveriam ser monitorados por amostragem nas unidades de classificação; envio de relatórios de produção e destinação de REEEs às autoridades e estimular a concorrência entre as entidades de gerenciamento para parcerias entre produtores e importadores.

Diversos estudos sobre gerenciamento de REEEs tiveram os seguintes temas: estimativa de geração (seja no mercado primário ou sobre o comportamento das famílias frente às doações, posse e vendas); legislação estatal, social e inclusão digital e companhias de reciclagem; modelos definidos de gerenciamento de REEEs, mercado e reuso, falta de empresas para a completa reciclagem de REEEs, falta de um esquema eficiente de coleta, e inclusão de catadores de materiais recicláveis; suporte à indústria de reciclagem; integração de operadores não formais na coleta e segregação e desmontagem com os operadores formais para processar placas de circuito impresso (PCBs - printed circuit board ) para recuperação de recursos; 4 Rs – redução, reprojeter/ redesenhar, reciclar e reutilizar e, finalmente, composição do resíduo de computador. [26]

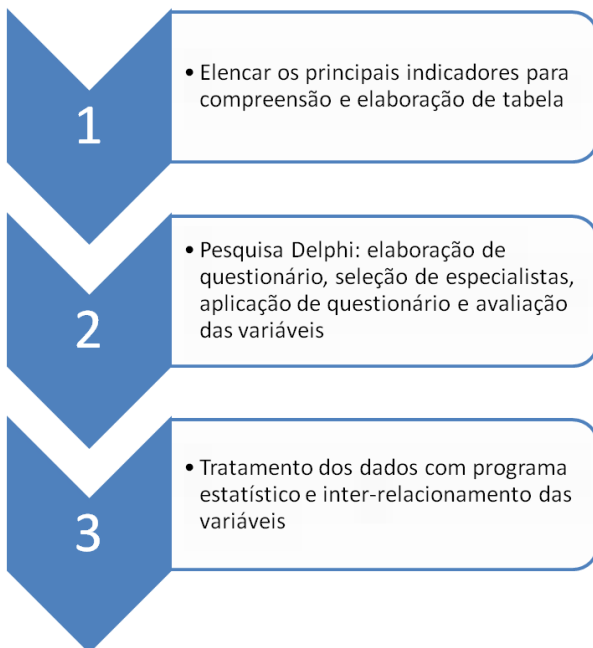
### 3. Metodologias para Identificação de Indicadores para Gestão de REEEs

O objetivo desse artigo foi propor uma metodologia para identificação de indicadores (ambientais, econômicos, sociais e técnicos) de sustentabilidade para a avaliação do gerenciamento de REEEs com foco na reciclagem. O que, nesse momento, traduz-se em uma revisão bibliográfica, que foi realizada no site Periódicos Capes. [27]

Uma metodologia verificada e que pode ser utilizada para a identificação de indicadores consiste em três etapas (Figura 1): etapa 1, compreensão dos indicadores previstos a partir de pesquisas bibliográficas e documentais e que consiste em fazer uma tabela com as informações dos indicadores e a sua definição; etapa 2, com utilização da pesquisa Delphi, que é subdividida em quatro fases e tem como objetivo validar as relações entre os indicadores. É uma pesquisa entre especialistas da área através de aplicação de questionário para obtenção de um consenso entre os indicadores identificados [5, 10]. Na etapa 3, por fim, os dados podem ser tratados com o coeficiente alfa de Cronbach , estabelecendo-se um corte o qual será futuramente definido para a convergência,

podendo ser ao acaso, 0,5, por exemplo, ou 0,7 [10], em uma escala de 0 a 1. O programa Statistical Package for the Social Sciences ou outro similar [5, 10] fará a análise dos dados coletados nas entrevistas.

Figura 1 – Etapas para identificação de indicadores



Fonte: Autores, 2018

Nesta última fase, tem-se a estruturação de um modelo com os indicadores para avaliar suas inter-relações através de um modelo teórico. [10]

As quatro fases da técnica Delphi são: elaboração de questionário, seleção dos especialistas e avaliação da importância das variáveis no sistema, aplicação do questionário e avaliação dos resultados para identificação dos indicadores e avaliação de suas inter-relações [5, 10].

Primeiramente, faz-se também uma pesquisa bibliográfica para a construção do questionário para a técnica Delphi. A pesquisa pode ser realizada através de:

a. Artigos científicos: realização de consulta a artigos oficialmente publicados em revistas indexadas que abordam o tema do gerenciamento de REEs e com o uso das palavras-chaves;

b. Bibliografias eletrônicas: consulta aos sites oficiais dos órgãos governamentais e universidades.

As principais palavras-chaves utilizadas podem ser: indicadores de sustentabilidade, resíduos eletroeletrônicos, reciclagem e REEE. Para uma maior eficiência na pesquisa bibliográfica, pode-se utilizar uma graduação dos artigos mais citados, autores mais importantes e revistas científicas do ramo. [5]

O questionário pode conter dois grupos de perguntas: uma fechada (com o posicionamento do pesquisador), com indicadores já pré-definidos, indicados numa escala Likert (escala de pontuação para respostas indicadas a questões individuais, as quais serão somadas para obtenção de uma visão global de um determinado atributo) [28, 29] e outra aberta, para os especialistas sugerirem a inclusão, retirada ou melhoria de indicadores, que podem ser obtidas em momento posterior (ou seja, em uma segunda ou terceira rodada de entrevistas). Na escala Likert, o entrevistado pode graduar o referido indicador de 1 a 5, por exemplo.

Os especialistas podem ser definidos com base no seu coeficiente de competência, que corresponde ao seu grau de competência, obtido por uma autoavaliação ou através da verificação de seus currículos Lattes [30], no caso de especialistas brasileiros. E a solicitação das respostas pode se dar de forma eletrônica, utilizando uma snowball (cada especialista convida outras pessoas fazendo uma 'bola de neve') para obtenção de maior número de convites possível para respostas dos questionários. [5, 10] Os especialistas não são identificados no envio da resposta.

#### 4. Considerações Finais

O uso de indicadores para o gerenciamento de REEs é uma forma segura de se fazer escolhas para a sua destinação e o uso da pesquisa Delphi pode auxiliar nessas escolhas. Esse método de pesquisa adotado no presente trabalho tem diversas vantagens, tais como a possibilidade de feedback dos entrevistados

através da realização de diferentes reaplicações dos questionários, possibilitando reavaliar as opiniões; a revisão da forma de aplicação das entrevistas; avaliação do envolvimento de especialistas na área, o que dá confiabilidade ao método; a ocorrência de um processo de aprendizagem entre os envolvidos, já que é possível aplicar os questionários mais de uma vez. É importante também ressaltar o anonimato dos envolvidos na pesquisa, diminuindo a ocorrência de opiniões tendenciosas, bem como a utilização de especialistas em diferentes áreas de atuação, o que favorece o estudo de casos mais complexos e multidisciplinares. Diante do exposto, pode-se concluir que a metodologia Delphi é uma ferramenta útil, capaz de identificar os indicadores de sustentabilidade para a avaliação do gerenciamento de REEEs.

## 5. Referências

- [1] E. D. O. Simonetto, G. Putnik, G. O. Rodrigues, C. Alves, H. Castro, Um modelo de dinâmica de sistemas para avaliação do reaproveitamento de resíduos eletrônicos na remanufatura de computadores em uma instituição de ensino superior, *Exacta*, vol. 14, no. 3, pp. 385–402, 2016. Doi: 10.5585/exactaep.v14n3.6404
- [2] T.B. Veiga, S.S. Coutinho, S.C.S. Andre, A.A. Mendes, A.M.M. Takayanagui, Construção de indicadores de sustentabilidade na dimensão da saúde para gestão de resíduos sólidos, *Rev. Lat. Am. Enfermagem*, vol. 24, no. 0, p. e2732, 2016. Doi: 10.1590/1518-8345.0635.2732
- [3] Brasil, 2010. Lei Federal 12.305 (2/08/2010). Política Nacional de Resíduos Sólidos. [Online]. Disponível em: [http://www.mncr.org.br/box\\_2/instrumentos-juridicos/leis-e-decretos-federais/decretono-7-404-regulamentacao-da-pnrs/view](http://www.mncr.org.br/box_2/instrumentos-juridicos/leis-e-decretos-federais/decretono-7-404-regulamentacao-da-pnrs/view). [Acesso em: 24Sep-2017]
- [4] P. Verma e A.S. Raghubanshi, Urban sustainability indicators: Challenges and opportunities, *Ecological Indicators*. pp. 282–291, 2018. Doi: 10.1016/j.ecolind.2018.05.007
- [5] R. Fachine, L. R. S. Moraes, Matriz de indicadores de sustentabilidade de coleta seletiva com utilização do método delphi, *Rev. eletrônica Eng. Civ.*, vol. 10, no. 1, pp. 22–35, 2015. Doi: 10.5216/reec.v10i1.32721
- [6] Directiva Europeia 2011/65 EU Comunidade Europeia, 2011. [Online]. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/pt/TXT/?uri=CELEX%3A32011L0065>. [Acesso em 14-Nov2018]
- [7] A.P. Mello, J.P.S. Mayer e K.A.S.C. Costa, Considerações sobre a destinação do lixo eletrônico, *Rev. Fatec Zo. Sul - REFAS*, vol. 2, no. 3, pp. 1–13, 2016. [Online]. Disponível em: <http://www.revistarefas.com.br/index.php/RevFATECZS/article/view/52/81>. [Acesso em: 09-Jan-2018]
- [8] V.S. Siqueira e D.H.F. Marques, Gestão e descarte de resíduos eletrônicos em belo horizonte: algumas considerações, *Caminhos da Geogr.*, vol. 13, no. 43, pp. 174–187, 2012. [Online]. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16704/10525>. [Acesso em: 09-Jan-2018]
- [9] J. Korhonen, A. Honkasalo, J. Seppälä, Circular Economy: The Concept and its Limitations, *Ecol. Econ.*, vol. 143, pp. 37–46, 2018. Doi: 10.1016/j.ecolecon.2017.06.041
- [10] C.L. Silva, G.M. Fugii, A.H. Santoyo, Proposta de um modelo de avaliação das ações do poder público municipal perante as políticas de gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil: um estudo aplicado ao município de Curitiba, *Urbe. Rev. Bras. Gestão Urbana*, vol. 9, no. 2, pp. 276–292, 2017. [Online]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/urbe/2017nahead/2175-3369-urbe-21753369009002AO09.pdf>. [Acesso em: 09-Jan-2018]

- [11] G.N. Gill, *Electronic Waste*, Encyclopédia Britannica, 2016. [Online]. Disponível em: <http://academicbritannica.ez29.capes.proxy.ufrj.br/levels/collegiate/article/electronic-waste/607226>. [Acesso em 24Sep-2017].
- [12] B.H. Robinson, *E-waste: An assessment of global production and environmental impacts*, *Sci. Total Environ.*, vol. 408, no. 2, pp. 183–191, 2009. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2009.09.044
- [13] F.Â. Gabriel, E.M.G. Lorena, A.P.X. G. Bezerra, Í.G.S. Santos, A.S. Moraes, F.C.R. Neto, *Pollution by Heavy Metals: Environmental Implications and Key Strategies for Remediation*, *Rev. Geama*, vol. 2, no. 4, pp. 76–85, 2016. [Online]. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/viewFile/970/1400>. [Acesso em: 09-Jan-2018]
- [14] D. McQueen, H. Noak, *Health promotion indicators: current status, issues and problems*. *Health Promot. Int.*, Vol. 3, no. 1, pp. 117–125, 1988. [Online]. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/heapro/3.1.117>. [Acesso em: 09-Jan-2018]
- [15] OECD, *Core Environmental Indicators. Development Measurement and Use*, vol. 25, no. 0, p. 37 pp, 2003. [Online]. Disponível em: <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf> [Acesso em: 09-Jan-2018]
- [16] R.P. Guimarães, S.A.Q. Feichas, *Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade*, *Ambient. Soc.*, vol. 12, no. 2, pp. 307–323, 2009. [Online]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v12n2/a07v12n2>. [Acesso em: 09-Jan-2018]
- [17] P.G.M. Carvalho, F.C. Barcellos, *Construindo indicadores de sustentabilidade*, *Indicadores Econômicos FEE*, vol. 37, no. 1, 2009. [Online]. Disponível em: <https://revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/view/2280/2656>. [Acesso em: 09-Jan-2018]
- [18] H.M. Van Bellen, *Indicadores de Sustentabilidade: Uma Análise Comparativa*, *Encontro da Assoc. Nac. Pós-Graduação e Pesquis. em Adm.*, pp. 1–16, 2004. [Online] Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/enanpad2004gsa-0569.pdf> [Acesso em 15-Jan-2018]
- [19] G.A. Tanguay, J. Rajaonson, J.F. Lefebvre, P. Lanoie, *Measuring the sustainability of cities: An analysis of the use of local indicators*, *Ecol. Indic.*, vol. 10, no. 2, pp. 407–418, 2010. Doi: 10.1016/j.ecolind.2009.07.013
- [20] IBGE, *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - IDS*, 2017. [Online]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ids/tabelas>. [Acesso em: 16-Nov-2018].
- [21] R.P. Guimarães, *Aterrizando una cometa: Indicadores territoriales de sustentabilidad*, p. 62, 1998. [Online] Disponível em: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/7435-aterizando-un-cometa-indicadores-territoriales-sustentabilidad> [Acesso em: 11/01/2019]
- [22] F. Tayra, H. Ribeiro, *Modelos de indicadores de sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências*, *Saúde e Soc.*, vol. 15, no. 1, pp. 84–95, 2006. Doi: 10.1590/S010412902006000100009.
- [23] P.D.M. Jannuzzi, *Indicadores para Diagnóstico, Monitoramento e Avaliação de Programas Sociais no Brasil*, *Rev. do Serviço Público*, vol. 56, no. 2, pp. 137–160, 2005. Doi: 10.21874/rsp.v56i2.222
- [24] M. Puig, C. Wooldridge, R.M. Darbra, *Identification and selection of Environmental Performance Indicators for sustainable port development*, *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 81, no. 1, pp. 124–130, 2014. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2014.02.006



[25] L.S. Santiago, S.M.F. Dias, Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos, Eng. Sanitária Ambient., vol. 17, no. 2, pp. 203–212, 2012. [Online]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n2/a10v17n2>. [Acesso em: 09-Jan-2018]

[26] R.G. Souza, J.C.N. Clímaco, A.P. Sant’Anna, T.B. Rocha, R.A.B. Valle, O.L.G. Quelhas, Sustainability assessment and prioritisation of e-waste management options in Brazil, Waste Manag., vol. 57, pp. 46–56, 2016. Doi: 10.1016/j.wasman.2016.01.034

[27] Brasil, Portal de Periodicos Capes, Ministerio da Educação. [Online]. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>. [Acesso em: 24-Sep-2017].

[28] M. Meirelles, O uso do SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) na Ciência Política: uma breve introdução, Pensamento Plur., pp. 65–92, 2014. Doi: 10.15210/PP.V0114.3801

[29] D.C. Wilson, L.Rodic, M.J. Cowing, C.A. Velis, A.D. Whiteman, A. Scheinberg, R. Vilches, D. Masterson, J. Stretz, B. Oelz, ‘Wasteaware’ benchmark indicators for integrated sustainable waste management in cities, Waste Manag., vol. 35, pp. 329–342, 2015. Doi: 10.1016/j.wasman.2014.10.006

[30] Brasil, Plataforma Lattes. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) [Online]. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/>. [Acesso em: 24-Sep2017]

\*Jhony Fernandes Ferreira é mestrando do Programa de Engenharia Ambiental (PEA/ POLI-UFRJ)