

## Gestão Ambiental de Lixos Eletrônicos: Uma Revisão Bibliográfica

Daniel Cacenote<sup>1</sup>, Taís Renner Minuzzo<sup>2</sup>, Núbia Cristina Weber Freitas<sup>3</sup>, Luana Luz dos Santos<sup>4</sup>,  
Crislen Libindo Machado<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Santo Ângelo/Departamento de Ciências Biológicas. E-mail: [danielcacenote@hotmail.com](mailto:danielcacenote@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Santo Ângelo/Departamento de Ciências Biológicas. E-mail: [taisrminuzzo@gmail.com](mailto:taisrminuzzo@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Santo Ângelo/Departamento de Ciências Biológicas. E-mail: [nwfreitas@san.uri.br](mailto:nwfreitas@san.uri.br)

<sup>4</sup> Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Santo Ângelo/Departamento de Ciências Biológicas. E-mail: [luanaluz.santos13@gmail.com](mailto:luanaluz.santos13@gmail.com)

<sup>5</sup> Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Campus Santo Ângelo/Departamento de Ciências Biológicas. E-mail: [crislen\\_machado2@hotmail.com](mailto:crislen_machado2@hotmail.com)

---

### RESUMO

Os benefícios que a tecnologia propicia para a humanidade, são inegáveis. Em contrapartida, o uso inconsciente de produtos industrializados e suas formas de descarte incorretas, têm sido mundialmente reconhecidos como um risco emergente para o meio ambiente e a saúde pública, devido aos crescentes volumes de sucatas geradas e as substâncias tóxicas presentes em sua composição. O desenvolvimento da consciência ecológica por meio da gestão e a educação ambiental, em diferentes camadas e setores da sociedade mundial acabam por envolver também o setor da educação, a exemplo das Instituições de Ensino Superior (IES), que se tornam uma das mais importantes participantes das redes de relações sociais entre os sujeitos e o poder público, buscando a realização de um projeto de mudança social. O objetivo proposto neste trabalho é discorrer sobre a temática da gestão ambiental de resíduos sólidos, tendo como objeto principal a gestão do lixo eletrônico e as implicações causadas por estes resíduos quando não descartados corretamente.

**Palavras-chave** – Lixo eletrônico; Gestão ambiental; Educação ambiental.

### 1. Introdução

Os benefícios que a tecnologia propicia para a humanidade são inegáveis. Em contrapartida, o uso inconsciente de produtos industrializados e suas formas de descarte podem causar sérios impactos ao meio ambiente. As poluições geradas por produtos eletrônicos têm sido muito discutidas, devido a decorrente corrida tecnológica e o consumo humano. Estes resíduos podem ser considerados aparelhos/materiais eletrônicos que são dados por inúteis, supérfluos e sem valor, gerados pela atividade humana. O lixo eletrônico origina-se da fixação do homem pelos avanços tecnológicos, pela lei da oferta e da procura, pela competitividade capitalista, pelo consumo elevado e o ritmo rápido da inovação tecnológica dos equipamentos eletrônicos, sendo convertido em sucatas numa velocidade assustadora (FERREIRA; FERREIRA, 2008).

Os impactos socioambientais associados ao rápido crescimento desses resíduos, a consequente incapacidade de metabolização dos mesmos, têm sido mundialmente reconhecidos como um risco emergente para o meio ambiente e a saúde pública, devido aos crescentes volumes de sucatas geradas e as substâncias tóxicas presentes em sua composição (ROCHA et al., 2010).

Com base no conceito da sustentabilidade, as empresas enfatizam os seus compromissos com uma atuação social e ambiental responsável, lucros e sucesso empresarial, relacionamento com as comunidades localizadas nas áreas de atuação e o desenvolvimento sustentável como uma questão estratégica de longo prazo, baseando-se no tripé da sustentabilidade (econômico, social e ambiental) (GOMES et al., 2006).

O objetivo proposto neste trabalho é discorrer sobre a temática da gestão ambiental de resíduos sólidos, tendo como objeto principal a gestão do lixo eletrônico e as implicações causadas por estes resíduos quando descartados de maneira errônea.

## **2. Metodologia**

O estudo realizou-se no período de setembro a novembro de 2018, na disciplina de Gestão Ambiental do Curso Bacharel em Ciências Biológicas da URI - Campus Santo Ângelo/RS, no formato de revisão bibliográfica, abordando sobre os aspectos relacionados ao lixo eletrônico e sua gestão, através do auxílio de livros, sites e artigos disponíveis no Google Acadêmico e Scielo.

## **3. Resultados e Discussões**

### *3.1 O avanço tecnológico e a geração de lixos eletrônicos*

O acelerado avanço tecnológico tem causado a obsolescência dos equipamentos eletrônicos num curto espaço de tempo. O lixo eletrônico, proveniente do descarte de aparelhos como computadores e celulares, é um problema cada vez mais aparente na sociedade atual. O seu descarte inadequado pode acabar causando sérios danos à saúde e também ao meio ambiente (CELINSKI et. al, 2011).

Leonard (2011) define o lixo eletrônico ou e-lixo, como o mais perigoso dos descartes, devido as suas substâncias químicas e os metais contidos nele. Além disso, o volume desse tipo de resíduo vem aumentando num ritmo três vezes mais rápido do que dos outros tipos de lixo.

De acordo com o estudo *Global E-Waste Monitor*, realizado pela Organização das Nações Unidas (ONU), o Brasil é o maior produtor de lixo eletrônico da América Latina, sendo o 7º maior do mundo. Anualmente, o país produz 1,5 mil toneladas de lixo eletrônico, e apenas 3% de todo esse montante possui um descarte adequado (DA SILVA, 2018).

Em torno desses dados, é mais do que necessário um programa permanente de reciclagem ou reutilização desse tipo de lixo. No Brasil existe a Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos que define no artigo 33, a obrigação de estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010).

As avaliações dos resíduos são realizadas de acordo com as Normas NBR 10004, 10005, 10006 e 10007, que classificam os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública, para que esses resíduos possam ter manuseio e destinação adequados. Quando as características de um determinado resíduo não forem determinadas nos termos da NBR 10004, por motivos técnicos ou econômicos, a classificação deste resíduo caberá aos órgãos estaduais ou federais de controle e preservação ambiental (ANDRADE, 2002).

A regulamentação vigente que trata especificamente do lixo eletrônico no Brasil, é a Resolução nº 257, do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que estabelece limites para o uso de substâncias tóxicas em pilhas e baterias e imputa aos fabricantes a responsabilidade de ter sistemas para coleta e encaminhamento para reciclagem (ROCHA et al., 2010).

#### *3.1.1 Riscos para a saúde pública e o meio ambiente*

O lixo eletrônico é um dos grandes problemas ambientais da atualidade, sendo altamente poluente por apresentar uma enorme quantidade de elementos perigosos. Este tipo de resíduo provoca um desequilíbrio que ameaça a sobrevivência da espécie humana sobre a face terra. (GOUVEIA; QUADROS, 2012)

Os principais problemas que podem ser causados pelo lixo eletrônico nos aterros sanitários são, como exemplo, o vazamento do mercúrio, que irá se infiltrar no solo e causar danos ambientais e a população. O mesmo pode ocorrer com o cádmio que além de se infiltrar no solo pode contaminar os depósitos fluviais. Outro problema é devido à quantidade significativa de íons de chumbo que são dissolvidos do chumbo contido em vidro, tal como o vidro cônico dos tubos de raios catódicos, quando misturados com águas ácidas o que ocorre comumente nos aterros sanitários (VALENTIM; MALAGOLLI, 2015).

Para Pallone (2008), quando equipamentos eletroeletrônicos são descartados de forma incorreta, no lixo comum, e seguem para aterros sanitários, essas substâncias tóxicas são liberadas e penetram no solo, contaminando lençóis freáticos e, aos poucos, animais e seres humanos, podendo provocar efeitos nocivos à saúde, como câncer e outras doenças. Problemas respiratórios e danos ao sistema nervoso podem ser desencadeados a partir da contaminação do organismo com produtos químicos como mercúrio, chumbo e cádmio presentes nos eletrônicos.

Esses produtos químicos estão presentes em certos materiais como exemplos demonstrados na Tabela 1, que podem desencadear sérios problemas à saúde humana.

**Tabela 1. Substâncias tóxicas contidas nos aparelhos eletrônicos**

<b>Substância</b>	<b>Tipo de contaminante</b>	<b>Efeito</b>
Mercúrio	Inalação e toque	Problemas de estômago, distúrbios renais e neurológicos, alterações genéticas e no metabolismo
Cádmio	Inalação e toque	Agente cancerígeno, afeta o sistema nervoso, provoca dores reumáticas, distúrbios metabólicos e problemas pulmonares
Zinco	Inalação	Provoca vômitos, diarreias e problemas pulmonares
Manganês	Inalação	Anemia, dores abdominais, vômito, seborreia, impotência, tremor nas mãos e perturbações emocionais
Cloreto de amônia	Inalação	Acumula-se no organismo e provoca asfixia
Chumbo	Inalação e toque	Irritabilidade, tremores musculares, lentidão de raciocínio, alucinação, insônia e hiperatividade

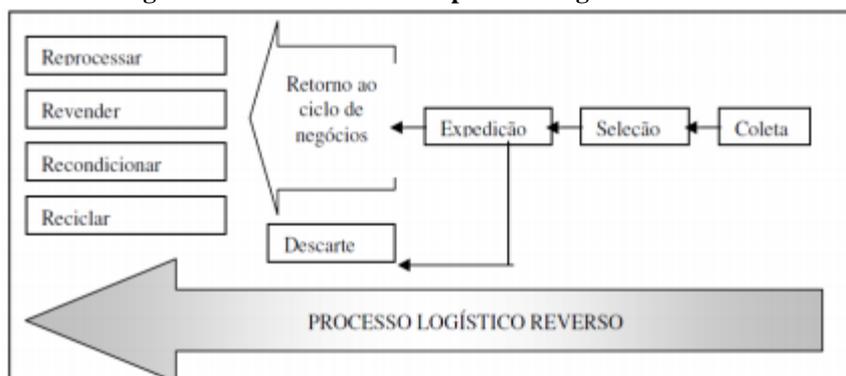
Fonte: Adaptado de Pallone (2008)

A necessidade da inclusão de questões ambientais na gestão de sistemas produtivos torna cada vez mais importante a relação entre gestão ambiental e logística. Bem como, uma certa pressão social para que se reduzam as taxas de consumo de recursos naturais não renováveis e, em paralelo, para que se reduza a liberação de resíduos pós-produção e pós-consumo para aterros, corpos aquáticos e atmosfera (XAVIER; CORRÊA, 2015).

O aumento da preocupação com o meio ambiente, institui um foco importantíssimo na reutilização dos materiais, e conseqüentemente na formação de um ciclo que parte do consumidor e chega novamente no fornecedor. O gerenciamento desse caminho inverso dos materiais, comparado ao fluxo direto da cadeia de suprimentos, é chamado de logística reserva (STOCK, 1998; DYCKHOOF et al., 2004 apud LEITE et al., 2009).

Segundo Ricardo et. al. (2016), a logística reversa é entendida como um processo de planejamento, implementação e controle da eficiência do custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e informações relacionadas ao ponto de consumo de origem, que assume uma função de aditar valor ou efetuar o descarte adequadamente. Por meio do seu processo, ela pode tornar possível uma reparação dos impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico, bem como o aumento de eficiência e sustentabilidade nas operações das organizações. Todo esse processo de como funciona a logística reversa, é mostrado na Figura 1 logo abaixo.

**Figura 1. Funcionamento do processo logístico reverso.**



Fonte: Adaptado de SANTOS et al. (2017).

A reciclagem é outra opção importante que vem sendo implementada e incentivada por governos, instituições e ONGs, como uma alternativa ecologicamente correta para o tratamento da sucata eletrônica. Reciclar o resíduo eletrônico contribui para a preservação do meio ambiente, além de reduzir a extração de recursos naturais não renováveis como, por exemplo, o cobre, que pode ser recuperado no processo (GERBASE; OLIVEIRA, 2012).

No Brasil, a reciclagem do e-lixo é direcionada, principalmente, para usinas de reciclagem, onde eletrodomésticos, computadores, telefones celulares e todos os tipos de dispositivos não utilizáveis são reduzidas para materiais básicos da indústria, como plástico e metais, e em seguida, fornecidos aos níveis primários de produções industriais (SOUZA et al., 2018).

A evolução do planeta está acompanhada por uma crise socioambiental, e para que ocorra uma reversão disso, é necessário que toda a sociedade passe a rever seus atos e se reconheça como parte integrante do meio ambiente. Neste sentido, a educação ambiental aparece como instrumento de mudança, pois é por meio dela que acontece a sensibilização (MAIA et al., 2013). Ela cada vez mais assume uma função transformadora, na qual a co-responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover um novo tipo de desenvolvimento, o desenvolvimento sustentável (JACOBI, 2003).

A Política Nacional de Educação Ambiental disposta na Lei nº 9795/1999, externa que a educação ambiental corresponde ao processo por meio do qual o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Segundo Giovanna Baggio de Bruns, especialista em Gestão Ambiental, expõe que a Gestão Ambiental visa ordenar as atividades humanas para que estas originem o menor impacto possível sobre o meio. Esta organização vai desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação e a alocação correta de recursos humanos e financeiros.

Ao estabelecer uma relação entre Gestão e Educação Ambiental é possível estimular a conscientização através do processo participativo, onde o indivíduo atua ativamente no diagnóstico dos problemas ambientais, buscando soluções viáveis, tornando-se um agente transformador, através

do desenvolvimento de habilidades e formação de atitudes com uma conduta ética condizente ao exercício da cidadania (MORAES, 2004).

O desenvolvimento da consciência ecológica por meio da gestão e a educação ambiental, em diferentes camadas e setores da sociedade mundial acabam por envolver também o setor da educação, a exemplo das Instituições de Ensino Superior (IES), (TAUCHEN; BRANDLI, 2006). As universidades são espaços que possibilitam a agregação de inúmeros saberes heterogêneos. É a base para a formação dos estudantes, para uma carreira profissional e também para estender os limites do conhecimento, intensificar a criatividade e moldar a identidade de uma nação. Com isso, o ensino deve ser estimulado e trabalhado simultaneamente com a pesquisa e a extensão nas universidades, pois o ensino meramente transmissivo quebra o elo da indissociabilidade, comprometendo a qualidade do processo de aprendizagem (FERNANDES et al., 2012).

Os casos de gestão ambiental em âmbito universitário encontrados no mundo e no Brasil constituem, na maioria das vezes, práticas isoladas em situações em que a instituição já está implementada e funcionando. Esta situação revela a preocupação crescente de adaptação das universidades em busca de um desenvolvimento sustentável, não só no aspecto do ensino, mas de práticas de funcionamento ambientalmente corretas (TAUCHEN; BRANDLI, 2006).

No Rio Grande do Sul um exemplo de educação ambiental que vem ganhando destaque é o atual Sistema de Gestão Ambiental da Unisinos - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, que tem origem no projeto Verde Campus, aprovado em 1997. Em 2002 foi aprovado o projeto de busca da certificação ambiental do campus que foi obtido em dezembro de 2004, onde recebeu a certificação ISO 14001, atestando que a instituição cumpre todas as normas para reduzir o impacto de suas atividades sobre o ambiente natural. Com a certificação, a Unisinos consagrou-se como a primeira universidade da América Latina a obter o certificado. Desde então, diariamente é realizada a manutenção da implantação dos requisitos da ISO 14001, atividades monitoradas semestralmente pelas auditorias internas e pela BRTÜV. Atualmente, o Sistema de Gestão Ambiental da Unisinos desenvolve atividades para a integração de toda a comunidade acadêmica nos processos relacionados ao meio ambiente e a certificação ISO 14001.

#### **4. Considerações Finais**

O acelerado avanço tecnológico tem causado um progresso sem precedentes, entretanto ao mesmo tempo em que trouxeram benefícios, produziram sérias consequências, devido a grande obsolescência que geram nos equipamentos eletrônicos num curto espaço de tempo, juntamente com a má destinação destes resíduos sólidos, que na maioria das vezes são descartados no meio ambiente.

Para a reversão desta crise socioambiental que acompanha a evolução do planeta, é necessário que toda a sociedade passe a rever seus atos e se reconheça como parte integrante do meio ambiente. O grande desafio é promover o desenvolvimento sustentável de forma rápida e eficiente. Neste contexto, a Educação e a Gestão Ambiental aparecem como instrumento de mudança, respondem pela produção e disseminação do conhecimento gerando uma maior sensibilização.

#### **5. Referências**

[1] FERREIRA, J. M. B, FERREIRA, A. C. A sociedade da informação e o desafio da sucata eletrônica. Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, v. 6, n. 3, p. 157-170, 2008.

[2] ROCHA, A. C., CERETTA, G. F., CARVALHO, A. P. Lixo eletrônico: um desafio para a gestão ambiental. Revista TechnoEng Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, 2 ed., v. 1, 2010.

- [3] GOMES, A. N.; DE SOUZA, A. L.; COELHO, F. M. G.; DA SILVA, M. L. Sustentabilidade de empresas de base florestal: o papel dos projetos sociais na inclusão das comunidades locais. *Revista Árvore*, v. 30, n. 6, p. 951-960, 2006.
- [4] CELINSKI, T. M., CELINSKI, V. G., REZENDE, H. G., FERREIRA S. J. Perspectivas para reuso e reciclagem do lixo eletrônico. II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Paraná, p. 1-4, 2011.
- [5] LEONARD, A. A história das coisas: da natureza ao lixo, o que acontece com tudo que consumimos. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.
- [6] DA SILVA, R. R. Brasil é o maior produtor de lixo eletrônico da América Latina. 2018. Disponível em: < <https://canaltech.com.br/meio-ambiente/brasil-e-o-maior-produtor-de-lixo-eletronico-da-america-latina-122458/>>. Acesso em: 11/08/19.
- [7] BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF, ago. 2010.
- [8] ANDRADE, R. Caracterização e classificação de placas de circuito impresso de computadores como resíduos sólidos, Campinas – SP, 2002. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, São Paulo, 2002.
- [9] GOUVEIA, R. M. F.; QUADROS, M. B. Lixo eletrônico: um problema que afeta a saúde ambiental do planeta. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense, v. 1, 2012. Disponível em: <[www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=20](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=20)>. Acesso em 09/11/18. ISBN 978-85-8015-063-6. Acesso em: 08/11/2018.
- [10] VALENTIM, G. H.; MALAGOLLI, G. A. Uma abordagem sobre a reciclagem em aparelhos eletrônicos. In: III SIMTEC – Simpósio de Tecnologia da FATEC Taquaritinga. Disponível em: <[www.fatectq.edu.br/SIMTEC](http://www.fatectq.edu.br/SIMTEC)>. p.12, 2015.
- [11] PALLONE, S. Resíduo eletrônico: redução, reutilização, reciclagem e recuperação. 2008. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=32&id=379>>. Acesso em: 11/08/19.
- [12] XAVIER, L. H.; CORRÊA, H. L. Sistemas de Logística Reversa: Criando cadeias de suprimento sustentáveis. **Revista Brasileira de Contabilidade**, (S.l.), n. 216, p. 90, 2015.
- [13] RICARDO, E.; DE MORAIS, C. B.; ZANELLA, L. F. T. Logística Reversa: um estudo sobre o descarte de lixo eletrônico em Fraiburgo, SC. *Unoesc & Ciência – ACSA*, v. 7, n. 1, p. 85-92, 2016.
- [14] SANTOS, I. B.; ECKERT, A.; DOMINGUES, J. B.; MECCA, M. S. O uso da logística reversa para minimizar os efeitos causados pelo lixo eletrônico ao meio ambiente. XVII Mostra de Iniciação Científica, Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, Programa de Pós-Graduação em Administração – UCS, 2017. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/mostraucsppga/xviimostrappga/paper/viewFile/5155/1812>>. Acesso em: 13/08/19.

- [15] LEITE, P. R., LAVEZ, N.; SOUZA, V. M. Fatores da logística reversa que influem no reaproveitamento do “lixo eletrônico” – um estudo no setor de informática. SIMP01, Anais, 2009. Disponível em: <[http://web-resol.org/textos/e2009\\_t00166\\_pcn20771.pdf](http://web-resol.org/textos/e2009_t00166_pcn20771.pdf)>. Acesso em: 08/11/18.
- [16] GERBASE, A. E.; OLIVEIRA, C. R. Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química. Química Nova, v. 35, n. 7, p. 1486-1492, 2012.
- [17] SOUZA, D. F., SILVA, L. R.; NAGAI, N. P.; DESIDÉRIO, P. H. M. A Logística reversa e a Reciclagem de componentes eletrônicos como opções sustentáveis: Análise de um projeto no Estado de Mato Grosso. Revista Estudo & Debate, Lajeado, v. 25, n. 2, p. 27-40, 2018.
- [18] MAIA, H. J. L. M.; CAVALCANTE, L. P. S.; DE OLIVEIRA, A. G.; DA SILVA, M. M. P. Educação ambiental: instrumento de mudança de percepção ambiental de catadores de materiais recicláveis organizados em associação. Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas e Revista Monografias, v. 13, n. 13, p. 2797 – 2806, 2013.
- [19] JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. Cadernos de Pesquisa, n. 118, p. 189-205, 2003.
- [20] BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF, abr. 1999.
- [21] DE BRUNS, G. B. Afinal, o que é gestão ambiental?. Disponível em: <[https://ambientes.ambientebrasil.com.br/gestao/artigos/afinal%2C\\_o\\_que\\_e\\_gestao\\_ambiental%3F.html](https://ambientes.ambientebrasil.com.br/gestao/artigos/afinal%2C_o_que_e_gestao_ambiental%3F.html)>. Acesso em: 08/11/18.
- [22] MORAES, Maria Cândida. Pensamento Eco-sistêmico: educação, aprendizagem e cidadania no século XXI. Rio de Janeiro: Vozes, p. 341, 2004.
- [23] TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A Gestão Ambiental em instituições de ensino superior: Modelo para implantação em campus universitário. Gestão & Produção, v. 13, n. 3, p. 503-515, 2006.
- [24] FERNANDES, M. C.; DA SILVA, L. M. S. MACHADO, A. L. G.; MOREIRA, T. M. M. Universidade e a extensão universitária: a visão dos moradores das comunidades circunvizinhas. Educação em Revista, v. 28, n. 4, p. 169-194, 2012.
- [25] UNISINOS. SGA Unisinos. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/institucional/meio-ambiente/sga-unisinos>>. Acesso em: 06/11/18.