

ASSOCIAÇÃO CARUARUENSE DE ENSINO SUPERIOR E TÉCNICO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS DA
FACULDADE ASCES EM CARUARU/PE

CARUARU/PE

2016

NAYANA ROBERTA BARRETO PAIVA

PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS DA
FACULDADE ASCES EM CARUARU/PE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental da Faculdade ASCES, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Deivson Cesar Silva Sales.

CARUARU/PE

2016

BANCA EXAMINADORA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao corpo docente da Faculdade ASCES, da autoria de **NAYANA ROBERTA BARRETO PAIVA**, intitulado “**PROPOSTA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS DA FACULDADE ASCES EM CARUARU/PE**”, requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia Ambiental, defendida em 09 de Junho de 2016, pela banca examinadora constituída por:

Data de aprovação: 09/06/2016

Nota: 9,5

Aprovada por:

Orientadora: Professoro Doutor Deivson César Silva Sales

Primeiro Avaliador: Mestre Cláudio Emanuel Silva Oliveira

Segundo Avaliador: Mestre Mariana Ferreira Martins Cardoso

“ATE AQUI NOS AJUDOU O SENHOR” (1 Sm 7:12).

*“QUERO TRAZER A MEMÓRIA AQUILO QUE ME
PODE DAR ESPERANÇA” (Lm 3:21).*

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho ao meu Deus, que permitiu chegar onde cheguei, pois sem Ele seria totalmente impossível. Aos meus queridos pais Roberto Paiva e Jaidete Barreto, que sempre demonstraram seu amor, cuidando, zelando, orando por mim. Ao meu namorado David, que em todos os momentos sempre está comigo. *In Memoriam* aos meus queridos avós, que com certeza estariam felizes com essa minha conquista.

AGRADECIMENTOS

Quero começar meus agradecimentos com uma frase Bíblica que marca o início da minha jornada, “ DEUS PROVERÁ”, isso já diz tudo. O meu primeiro agradecimento vai para o grande Deus, que cumpriu o que prometeu. Ele não falha. Foi uma promessa dele, que em meio a muitas dificuldades, permitiu que eu chegasse até aqui. O que seria de mim sem a fé que eu tenho nele? Obrigado Deus por ter iluminado o meu caminho durante toda esta longa caminhada e pela força, coragem e sobretudo por ser essencial em minha vida, autor do meu destino, meu guia, socorro bem presente na hora da minha angústia. Cada traço que o Senhor fez teve um propósito e o meu seria, nesse momento, agradece-lhe por todas as maravilhas e obstáculos, pois através deles amadureci, tornei-me firme, e carrego comigo que tudo tem seu tempo, na hora certa tudo acontece.

Cada noite que passei quebrantada, o Senhor me tomou pelos braços dizendo: filha, ergue-te pois o que eu tenho guardado para ti são maiores que os teus pensamentos, não retroceda, levante e anda pois eu sou contigo, não te assombres porque eu sou o teu Deus, guerreio todas as tuas lutas e te farei uma vencedora. Aquieta o teu coração, porque o que tenho preparado para ti, pessoa alguma pode imaginar, assim diz o autor da tua vida. Desde o “ventre” da tua mãe Jaidete até tua trajetória acadêmica eu estive presente. Eu por vezes me calei sem entender o que estava acontecendo e querendo ao mesmo tempo achar uma resposta para tudo que estava confuso, porém não obtive, porque em meio ao silêncio de tudo ali estavas fazendo o impossível acontecer e assim aconteceu graças ao teu poder sublime. E eternamente cantarei “Quão Grande é o meu DEUS”. E hoje digo, com toda certeza do mundo, que “Vai Valer a Pena” cada esforço, tropeço, queda, determinação, planos e sonhos a serem realizados e conquistados.

Aos meus queridos pais Roberto Paiva e Jaidete Barreto, que tanto se empenharam, sempre me incentivando e acreditando em mim, apoiando-me, dando forças, cuidando de mim e orando para eu nunca desistir, nem desanimar. Agradeço especialmente a minha mãe Jaidete Barreto, heroína, guerreira, que me deu apoio incondicional, incentivo nas horas difíceis de desânimo e cansaço. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que me deram, em muitos momentos, a esperança para seguir. Ao meu pai, que apesar de todas as dificuldades, fortaleceu-me, o que para mim foi muito importante. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinha nessa caminhada. Pais, vocês são pessoas importantes na formação do meu

caráter, do que eu hoje sou. Minha eterna gratidão por serem os melhores pais do mundo, exemplo de vida, de uma família estruturada e acima de tudo como servos do Deus altíssimo.

Agradeço a David, pessoa com quem amo partilhar a vida, meu namorado, amigo, parceiro, amor e futuramente esposo, pois sempre me ajudou em tudo, com muita paciência, carinho, cuidado, amor, dedicação desde quando iniciei até o término desse trabalho. Posso dizer com todas as palavras que sem ele não conseguiria chegar até onde cheguei. Sou grata a DEUS por coloca-lo em minha vida e ter desfrutado cada momento com ele ao meu lado, pessoa ímpar no mundo, que me deixa satisfeita em ter conhecido e poder caminhar cada trilha ao seu lado. Ele de uma forma especial e carinhosa me deu força, amparo no dia-a-dia e coragem, apoiando-me nos momentos de dificuldades.

A Edilene, minha verdadeira amiga, que como uma mãe me deu forças com suas palavras sempre encorajadoras.

Ao professor Deivson, que desde o começo me aceitou para orientar e, com muita paciência e disponibilidade, proporcionou-me expectativas no meu trabalho. Obrigada pelas palavras de incentivo e coragem no decorrer da escrita, sempre me dizendo para ter calma, que tudo aí dar certo.

Ao Pastor Ericksom e a toda Igreja Congregacional em Palmares, que me ajudou espiritualmente, orando por minha vida.

Agradeço a coordenadora do Curso de Engenharia Ambiental, professora Mariana, pelo convívio, apoio, compreensão e amizade. Principalmente nos momentos de muitas lágrimas e tristeza, ela sempre teve a preocupação de me consolar e de me ver sorrindo. Lembro-me perfeitamente de uma noite que dedicou um tempinho da sua aula para mim, dando-me ânimo e esperança de uma decisão que estive prestes a tomar, mas seu abraço e suas palavras me ergueram de tal forma que logo decidi ir adiante com meus planos e objetivos. Naquele exato momento me senti muito acolhida. Digna de todo meu afeto, respeito e confiança, pessoa totalmente iluminada por Deus, com um dom de ajudar sem pensar em receber retorno, parabéns.

Agradeço a professora Luiza Sousa por seus ensinamentos, paciência e confiança ao longo das supervisões das minhas atividades na faculdade. Pela sua disponibilidade em sempre me ajudar, sua forma carinhosa de transformar o pranto em alegria. Lutou comigo cada segundo de conclusão desse trabalho, sempre prestativa e caridosa.

A Associação Caruaruense de Ensino Superior e Técnico – Faculdade Asces, em especial, aos organizadores do Curso de Engenharia Ambiental, e às pessoas com quem convivi durante os anos que estive nesse lugar. A produção compartilhada na comunhão com amigos, nesses espaços, foi a melhor experiência da minha formação acadêmica. Aos meus colegas de turma, em especial Jeisiane Isabella, João Pedro, Gabriela Diene, Maria Gabriela Guimarães, Thaisa Souza, Emília Silva, Luana Lima, Caroline Cavalcanti e Nyanne Marina, que em vários momentos tiveram comigo, auxiliando-me de alguma forma. A Leticia Simões, colega de apartamento, sou grata pelos incentivos.

RESUMO

A rápida obsolescência tecnológica na atualidade tem implicado no aumento da quantidade de resíduos eletrônicos gerado ao longo dos anos. Dentre os setores da sociedade que mais geram resíduos eletrônicos estão as universidades. A faculdade ASCES localizada na Caruaru – PE, Agreste do estado de Pernambuco faz o uso de grande equipamentos eletrônicos tanto na área administrativa quanto na área de ensino aprendizagem. Contudo, ainda não está definida para instituição um plano de gerenciamento dos resíduos oriundos desses equipamentos. No presente trabalho, foi realizado um diagnóstico dos resíduos eletrônicos gerados pela a instituição com o objetivo de se propor um plano de gerenciamento, por meio das normas estabelecidas pela ABNT NBR 10.007/2004. Após classificação, foi observado que a maior parte dos resíduos foi de plásticos de PVCs, e metais a base de cobre e alumínio. Após a quantificação de todos os resíduos da instituição, observou-se um montante de 101 kg, referentes a 2 (dois) anos de armazenamento de materiais dessa categoria, com destaque para o Campus II, onde estavam armazenados 77 kg desse total. Na sequência, foi proposto um plano de gerenciamento específico para a faculdade Ascens, que envolveu desde a capacitação dos funcionários responsáveis pela manipulação desses materiais, até a forma de armazenamento e destinação final. O plano destacou os principais passos do gerenciamento dos resíduos: segregação para fins de reciclagem, acondicionamento, coleta, armazenamento e a destinação final apropriada, com registros do material descartado.

Palavras chave: resíduo eletrônico, logística reversa, plano de gerenciamento.

ABSTRACT

The rapid obsolescence technology today has been implicated in increasing the amount of electronic waste generated over the years. Among the sectors of society that generate more electronic waste are universities. The Faculae Asces located in Caruaru – PE, Agrestic of Pernambuco State, makes use of large electronic equipment in the administrative area and area of teaching and learning. However, it is not yet defined for institution a management plan for waste from such equipment. In presenter work it was made a diagnosis of electronic waste generated by the institution with objective to propose a management plan by the standards established by ABNT NBR 10.007/2004. After classification, it was observed that most of the waste plastics was PVCs and the metals copper and aluminum-based. After quantification of all waste of the institution, there was an amount of 101 kg, referring to 2 (two) years of that category of materials storage, especially the Campus II, where 77 kg of this total were stored. Following a plan was proposed that specific management for Faculae Asces, which involved since the training of the responsible for handling these materials until the form of storage and disposal. The plan highlighted the main waste management steps: segregation for recycling, storage, collection, storage and disposal appropriate, with records of discarded material.

Keywords: electronic waste, reverse logistics, management plan.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Armazenamento do resíduo eletrônico no NTI da Faculdade Asces: (a) Campus I e (b) Campus II.....	307
Figura 2. Separação dos resíduos do Campus I.....	318
Figura 3. Separação dos resíduos do Campus II.....	318
Figura 4. Imagens dos resíduos eletrônicos observados na Faculdade Asces.....	29
Figura 5. Separação dos resíduos do Campus I.....	30
Figura 6. Separação dos resíduos do Campus II.....	30
Figura 7 Separação dos resíduos do Campus II.....	31
Figura 8 Separação dos resíduos do Campus II.....	31
Figura 9 Separação dos resíduos do Campus II.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantificação dos resíduos sólidos dos dois Campus da Faculdade Asces.....	332
--	-----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Contaminantes do resíduo eletrônico.	232
Quadro 2. Nova proposta de classificação dos resíduos eletrônicos da Faculdade Asces. Erro!	
Indicador não definido.	34

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

ONU – Organização das Nações Unidas

PIB – Produto Interno Bruto

ASCES – Associação Caruaruense de Ensino Superior e Técnico

NTI – Núcleo de Tecnologia de Informação

SEMAM – Secretaria de Meio Ambiente

ASSINC – Associação das Indústrias do Curado

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EUA – Estados Unidos da América

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

ONG – Organizações Não-Governamentais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	18
2.1. Objetivo Geral	18
2.2. Objetivos Específicos.....	18
3. REVISÃO DA LITERATURA	19
3.1. Resíduos Eletrônicos, Resíduos Sólidos e Responsabilidade Compartilhada.....	19
3.2. Resíduos Eletrônicos no Brasil.....	20
3.3. Resíduos Eletrônicos no Nordeste.....	21
3.4. Resíduos Eletrônicos nas Universidades	21
3.5. Reciclagem de Resíduos Eletrônicos.....	22
3.6. Componentes e Contaminantes do Resíduo Eletrônico	23
3.7. Descarte e Logística Reversa	24
3.8. Plano de Gerenciamento de Resíduos Eletrônicos	25
4. METODOLOGIA	27
4.1. Diagnóstico de Geração dos Resíduos Eletrônicos	27
4.2. Análise dos Resíduos Eletrônicos.....	27
4.3. Gerenciamento dos Resíduos Eletrônicos na Faculdade Asces.....	28
4.4 Armazenamento de lixo eletrônico	29
4.5 Separação, Classificação e Quantificação dos Resíduos Eletrônicos	30
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	33
5.1. Proposta de Nova Classificação dos Resíduos Eletrônicos	34
5.2. Proposta de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Eletrônicos para Faculdade Asces	36
5.2.1 Recebimento.....	36
5.2.2 Segregação, Classificação e Acondicionamento.....	37
5.2.3 Destinação Final	37
5.2.4 Monitoramento	37
6 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

Em sua definição, o resíduo eletrônico pode ser entendido como todo resíduo gerado a partir de equipamentos eletroeletrônicos e seus componentes, inclusive pilhas, baterias e produtos magnetizados (LAVEZ et al., 2011). Quando descartados de forma inadequada, as substâncias químicas presentes nas peças que compõem esses componentes, tais como o mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo, alumínio, entre outros, penetram no solo e nos lençóis freáticos, contaminando a água e, conseqüentemente, plantas e animais (NATUME; SANT'ANNA, 2011). Em consequência disso, os seres humanos podem ser contaminados pela ingestão direta da água ou de alimentos cultivados a partir da mesma (RIBEIRO; SILVA, 2012). Segundo Reidler e Günther (1998), as conseqüências da ingestão de água nessas condições vão desde dor de cabeça e vômito até complicações mais sérias, como comprometimento do sistema nervoso e surgimento de câncer. Sob esses aspectos, faz-se necessário o gerenciamento desse resíduo eletrônico, como forma de mitigação desses efeitos.

O gerenciamento do resíduo eletrônico no Brasil é uma questão que requer muita atenção de iniciativas públicas, privadas e das comunidades. Essa atenção está centrada principalmente no que se refere ao manejo seguro e à disponibilização de informações sobre esses materiais (RIGOTTI, 2011). O Brasil em 2014, foi o responsável pela segunda maior margem de geração de resíduos eletrônicos do continente americano, com cerca de 1,4 milhões, perdendo apenas para os Estados Unidos da América (EUA). Segundo Biasi (2011), dentre os fatores críticos na situação dos resíduos eletroeletrônicos, está a rápida obsolescência tecnológica; a redução planejada, por parte dos fabricantes, do tempo de vida útil dos produtos; os altos custos para a manutenção e conserto de equipamentos usados. Esses efeitos estão relacionados com o crescimento de vendas dos produtos eletrônicos nos últimos anos, bem como, com o considerável acúmulo de lixo.

De acordo Schluep et al. (2009), o Brasil entra no cenário mundial como o maior produtor per capita de resíduos eletrônicos provenientes de computadores pessoais (0,5 kg/cap. ano), considerando-se os países ditos emergentes. Além disso, o país é pobre quanto a quantidade de informações e estudos sobre a produção, reaproveitamento e reciclagem de eletroeletrônicos. Em se tratando do estado de Pernambuco, especificamente da região metropolitana do Recife, a prefeitura do Recife (PREFEITURA DO RECIFE, 2012), destaca que a cidade do Recife foi a primeira a ter uma campanha permanente de coleta de resíduo

tecnológico, organizada pelo setor de Meio Ambiente, Políticas Ambientais da Secretaria de Meio Ambiente (SEMAM). Além disso, a cidade possui ainda os primeiros pontos de coleta de resíduo eletrônico, dispostos como: coletores no Shopping Paço Alfândega, localizado no Bairro do Recife; coletores abertos na Praça da Jaqueira, além de postos de coleta próximo a praça de patinação do local. Diversos setores da sociedade contribuem para produção desse resíduo eletrônico.

Segundo Dias et al. (2013), dentre os setores da sociedade que mais geram resíduos eletrônicos, estão as universidades, devido ao elevado descarte de equipamentos eletrônicos que ocorrem, em vista da obsolescência ou mal funcionamento. Diversos trabalhos na área acadêmica, relacionados com a gestão de resíduos eletrônicos em universidades, já vêm sendo desenvolvidos, onde se pode destacar os trabalhos de Tauchen e Brandli (2006), que discutem a gestão ambiental nas instituições de ensino superior; e Andrade, Fonseca e Mattos (2010), que discute a geração e destino dos resíduos eletrônicos realizados nas instituições de ensino superior da cidade de Natal – RN.

A Faculdade Asces, instituição de ensino superior estabelecida na cidade de Caruaru, Agreste do Estado de Pernambuco, em seu funcionamento administrativo e de ensino-aprendizagem, faz uso de grande quantidade de equipamentos eletrônicos. No presente trabalho, foi proposto um plano de gerenciamento desses resíduos, tendo em vista a proposição de uma forma adequada de disposição final. Foram classificados e quantificados os resíduos, onde foi observado um valor final de 101 kg, principalmente gerado no Campus II desta instituição. A proposta de gerenciamento contemplou as características do resíduo apresentada pela instituição, passível de implantação para melhoria da sustentabilidade ambiental.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Propor um plano de gerenciamento de resíduos eletrônicos para a Faculdade Asces.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar um diagnóstico quantitativo dos resíduos eletrônicos gerados na Faculdade Asces;
- Caracterizar e classificar os resíduos eletrônicos diagnosticados;
- Elaborar uma proposta de gerenciamento de resíduos sólidos eletrônicos, a partir do diagnóstico quantitativo, da caracterização e classificação dos resíduos.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Resíduos Eletrônicos, Resíduos Sólidos e Responsabilidade Compartilhada

Em sua definição, o resíduo eletrônico pode ser entendido como todo resíduo gerado a partir de equipamentos eletroeletrônicos e seus componentes, inclusive pilhas, baterias e produtos magnetizados. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define resíduos sólidos como “resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, comercial, agrícola, de serviços e de varrição” (ABNT, 2004). De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, “resíduo sólido é todo material no estado sólido ou semissólido, bem como gases disposto em recipientes, e líquidos nos quais se tornam inviável seu lançamento quer seja em corpos hídricos ou na rede pública de esgoto, como também um bem descartado considerado como inútil, indesejável que necessita ser removido e passível de tratamento”.

De acordo com a NBR 10004/2004 (ABNT, 2004), que dispõe sobre a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, os resíduos são classificados como: Resíduos Classe I – Perigosos; Resíduos Classe II – Não-Inertes; e Resíduos Classe III – Inertes. Seguindo esta norma, o resíduo tecnológico pode ser enquadrado como resíduos Classe I. Em complementação, a PRNS classifica os resíduos quanto à origem e a periculosidade (art. 13, §1º e §2º). Segundo esta Lei, o resíduo eletrônico pode ser classificado como resíduo perigoso (BRASIL, 2014).

Em seu Artigo 33, a PNRS também estabelece a obrigatoriedade aos comerciantes, distribuidores, fabricantes, importadores e consumidores, quanto a devolução, após o uso, dos produtos e das embalagens (art. 33, §4º), desde que efetuem a devolução aos importadores e aos fabricantes dos produtos e embalagens reunidos ou devolvidos (art. 33, §5º). Nessa responsabilidade compartilhada, os importadores e fabricantes são incumbidos de efetuar a destinação ambientalmente adequada às embalagens e aos produtos reunidos ou devolvidos, na forma estabelecida pelo órgão competente do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e, se porventura houver, pelo plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (art. 33, §5º). Todavia, atualmente, há um déficit de leis específicas para a questão do resíduo tecnológico na grande maioria dos estados brasileiros.

3.2. Resíduos Eletrônicos no Brasil

Segundo Ferreira e Ferreira (2008), o resíduo eletrônico é definido como todo e qualquer tipo de material que resulta da obsolescência de equipamentos eletrônicos produzidos a partir da atividade humana. Segundo Dias et al. (2013), dentre os fatores críticos na situação dos resíduos eletroeletrônicos, está a rápida obsolescência tecnológica; a redução planejada, por parte dos fabricantes, do tempo de vida útil dos produtos; os altos custos para a manutenção e conserto de equipamentos usados.

Na América Latina, o Brasil apareceu como um grande gerador de resíduos eletrônicos. Pelo país foram geradas aproximadamente 1,4 milhões de toneladas de resíduo eletrônico em 2012, o equivalente a média global de 7,0 kg por habitante, perdendo apenas para o México, que gerou 9,0 kg por pessoa (SPITZCOVSKY, 2012). Esses resíduos são recolhidos para lixões a céu aberto, ou misturados aos resíduos orgânicos e levados para aterros sanitários. Em decorrência disso, são observados prejuízos à saúde pública decorrentes da poluição do solo, do ar e das águas. De acordo com Philippi Júnior (2005), de forma indireta, esses resíduos também servem como meio de cultura e proliferação de agentes infecciosos nocivos ao ser humano e aos demais seres vivos, que em consequência do contato com a contaminação tornam-se também vetores de patologias.

De acordo com informações apresentadas pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) em 2012, dentre os municípios brasileiros, as regiões Sul e Sudeste são responsáveis por cerca de 67% da produção de resíduos eletroeletrônico total do país (KOBAL et al., 2014). Ainda, segundo dados das Organização das Nações Unidas (ONU), o Brasil é o mercado emergente que gera o maior volume de resíduos eletrônico per-capita a cada ano no mundo. Desse montante, são abandonadas 96,8 mil toneladas de computadores anualmente. Esse volume só é inferior ao gerado pela China, com 300 mil toneladas. Contudo, em termos per-capita, o Brasil supera a China. Por ano, cada brasileiro descarta o equivalente a meio quilo desse resíduos eletrônico. Na China, com uma população bem maior, a taxa per-capita é de 0,23 kg, contra 0,1 kg na Índia, por exemplo (ESTADÃO, 2010).

3.3. Resíduos Eletrônicos no Nordeste

De acordo com a Prefeitura do Recife (RECIFE, 2012), o Recife é a primeira cidade do Norte e Nordeste a ter uma campanha permanente de coleta de resíduo tecnológico, organizada pelos setores de Meio Ambiente e Políticas Ambientais da SEMAN, Pernambuco Verde Reverso, Guerdau (parceira do projeto) e Porto Digital, além do apoio da Associação das Indústrias do Curado (ASSINC). A cidade se encontra em processo de elaboração e atualização de sua política de tratamento de resíduos sólidos e pelo fomento de criar locais de coleta para resíduo eletrônico, como primeiro passo para conscientizar a população. A cidade possui os primeiros pontos de coleta de resíduo eletrônico do Nordeste, dispostos em coletores abertos para o uso da população. Esse material após o recolhimento passa por um processo de triagem, pelo qual o que puder ser aproveitado poderá voltar à indústria eletrônica, e o restante do material, como metais e plásticos dos componentes, seguirá para a reciclagem.

3.4. Resíduos Eletrônicos nas Universidades

A temática do gerenciamento de resíduos eletrônicos nas instituições vem sendo investigada a muito tempo. Dias et al. (2013) realizaram estudos sobre o gerenciamento de resíduos em três universidades do Paraná, uma de Santa Catarina e uma do Rio Grande do Sul. Observaram que a forma de obtenção dos computadores é a mesma (por licitação a partir da solicitação e necessidade da instituição), e que a vida útil desse equipamento dura em média 5 anos. Identificaram que os equipamentos obsoletos ou danificados eram aproveitados inicialmente dentro das instituições, ou ainda, desmontados e aproveitadas em partes. Os demais equipamentos eram doados para outras instituições públicas de ensino fundamental, creches e entidades carentes. Os autores indicaram que apenas a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Campus Curitiba) declarou cumprir com o Decreto N° 5.940/2006, que “Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências”, doando os resíduos a entidades sem fins lucrativos (cooperativas de catadores) legalmente cadastradas.

Mizukoshi (2012), tratando como projeto de extensão o gerenciamento do resíduo eletrônico das Faculdades Integradas “Antônio Eufrásio de Toledo” de Presidente Prudente – SP, criou um cadastro online para arrecadação desses resíduos vindos da comunidade. Foram colocados coletores nos acessos a instituição, e os estudantes envolvidos no projeto ficaram como responsáveis por direcionar o material para as empresas responsáveis pelo tratamento. De acordo com as informações disponibilizadas, envolvem-se no processo em torno de 30 estudantes e 20 colaboradores. No primeiro mutirão de coleta realizado, informou-se uma arrecadação de mais de 4 toneladas desses resíduos.

3.5. Reciclagem de Resíduos Eletrônicos

O ato de reciclar diz respeito à transformação de objetos usados em novos produtos de consumo. Essa prática foi uma necessidade despertada pela sociedade a partir do entendimento dos benefícios que este procedimento traz para o meio ambiente (ECYCLE, 2016). De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2015), para que ocorra a reciclagem do resíduo eletrônico, em sua forma mais ampla, existe a necessidade de aplicação de uma tecnologia aprimorada de tratamento desses resíduos. Atualmente o Brasil não dispõe desse tipo de tecnologia, o que torna muito difícil a reciclagem de um material por completo.

De acordo com Salves (2014), em geral, a maioria das empresas do Brasil só reutilizam alguns tipos específicos de materiais provenientes de resíduo eletrônico, com destaque para os metálicos e plásticos. Geralmente esses dois materiais são separados e encaminhados para usinas de reciclagem específicas. Por outro lado, as placas que contém circuitos integrados são geralmente enviadas para outros países que possuem a tecnologia necessária para prover a separação dos elementos contidos nelas. Essas placas costumam possuir mais de 17 (dezessete) tipos de metais diferentes, dentre os quais se encontram até metais preciosos, que precisam passar por processos de separação e triagem, antes do reaproveitamento. Na composição desse tipo de resíduo também são encontrados cabos responsáveis pela interligação entre os componentes eletrônicos das placas, além de cabos de força responsáveis pela alimentação elétrica dos equipamentos. Geralmente a reciclagem desses materiais é realizada de forma inadequada, pois os catadores costumam expor o material ao fogo, para

eliminação da borracha e recuperação do metal. Esse tipo de ação resulta na contaminação do meio ambiente.

3.6. Componentes e Contaminantes do Resíduo Eletrônico

Segundo Moreira (2010), levantamentos feitos a respeito dos componentes presentes no resíduo eletrônico informam que podem ser encontrados até 60 (sessenta) elementos químicos de alto valor agregado. De acordo com Baio (2008), entre as substâncias usadas para a fabricação de equipamentos eletrônicos, figuram o mercúrio, arsênio e chumbo que, quando em contato com seres humanos, podem causar diversos danos à saúde (Quadro 1).

Quadro 1. Contaminantes do resíduo eletrônico.

Contaminante	Equipamento	Efeito
Mercúrio	Computador; monitor; televisão de tela plana	Danos ao cérebro e ao fígado
Cádmio	Computador; monitor de tubo; bateria de notebook	Envenenamento; problemas nos ossos, rins e pulmões
Arsênio	Celular	Câncer de pulmão; doenças de pelo; prejuízo ao sistema nervoso
Berílio	Computador; celular;	Câncer de pulmão
Retardantes de chamas	Usado para prevenção de incêndio	Problemas hormonais, no sistema nervoso e reprodutivo
Chumbo	Computador; celular; televisão;	Danos ao sistema nervoso e sanguíneo
Bário	Lâmpadas fluorescentes; tubos;	Edema cerebral; fraqueza muscular; danos ao coração, fígado e baço
PVC	Usados em fios para isolar correntes elétricas	Problemas respiratórios se inalado

Fonte: adaptado de BAIIO (2008).

O uso dessas substâncias necessários à fabricação dos equipamentos eletrônicos implica na dificuldade de manipulação do resíduo gerado durante o descarte. De acordo com Ferreira e Ferreira (2008), o envio desses materiais a aterros sanitários compromete sua destinação final, pois se processa de forma inadequada, promovendo uma contaminação. Em contato com resíduos orgânicos e sob influência da chuva, a água resultante dessa contaminação será percolada pelo solo, promovendo uma contaminação do solo e lençóis freáticos. Essa particularidade implica numa dificuldade muito maior para o tratamento da área afetada, do que para o próprio manejo do resíduo eletrônico.

3.7. Descarte e Logística Reversa

Segundo Boechat (2015), apenas 13% de todo resíduo eletrônico desenvolvido no Brasil é tratado de maneira correta, permanecendo ainda cerca de 500 milhões desses tecnológicos na casa dos brasileiros. De acordo com relatórios divulgados pela ONU, existe uma perspectiva de geração de 50 milhões de toneladas de resíduos eletrônicos por ano até 2017. Estima-se que entre 60% e 90% desses resíduos são ilegalmente comercializados ou descartados, computando um valor de 19 milhões de dólares (ÁVILA, 2010). Em decorrência dessas perspectivas, a ONU se responsabilizou por elaborar um documento que estabelece reduções na geração e tratamento adequado de resíduo eletrônico. Em colaboração com outras entidades, esse documento visa o controle em países considerados pobres, principalmente na região da América Latina, pois são ausentes de recursos financeiros e tecnologia adequada para se ter um descarte correto. De antemão, nesse cenário, pode-se destacar o Brasil, por ser dos maiores produtores das Américas, tendo uma margem de 1,4 milhões de toneladas produzidas em 2014, apenas perdendo em montante para os EUA (REVISTA EXAME, 2010).

De acordo com Lacerda (2002), o excessivo descarte de equipamentos eletrônicos e seus componentes sofrem influência direta do processo de globalização, que tem atuado de forma acentuada nesse tipo de atividade empresarial. Essa atuação tem contribuído para o crescimento intensificado das quantidades, frequências e variedades de produtos disponibilizados no mercado. Dessa forma, os equipamentos ficam restritos a uma utilidade temporal, que reduz significativamente a vida útil do produto, gerando a indução ao consumismo mercadológico. Uma forma de mitigação desse efeito seria derivada da prática da logística reversa.

Segundo a PNRS, a logística reversa é definida como um método social e econômico, preconizado no desenvolvimento de um conjunto de ações, procedimentos e formas viáveis para a etapa de coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, de forma que seja reaproveitado em seu ciclo ou em novos ciclos produtivos, ou então dando outra destinação final ambientalmente adequada. Com essa mesma abordagem, Mattos, Mattos e Perales (2008), tratam a logística reversa como uma “economia reversa” ou “Produto Interno Bruto (PIB) reverso”, quando explanam que essa prática se traduz no somatório da produção de produtos reaproveitáveis juntamente com serviços especializados nesta área.

Dentre as principais funções dessa prática, pode-se destacar: o retorno e destinação adequada dos produtos, recaptura de valor de alguma natureza e inserções estratégicas quanto a questão ambiental da sustentabilidade ambiental de forma a viabilizar a própria atividade econômica. Para avaliar essa possibilidade, surge a necessidade de um plano de gerenciamento de resíduos.

3.8. Plano de Gerenciamento de Resíduos Eletrônicos

Devido a crescente geração de resíduos sólidos relacionada com o aumento do consumo de equipamentos, houve a necessidade de se promover formas de gerenciamento visando adequada destinação. De acordo com as normas estabelecidas pela PNRS, devem ser seguidas etapas definidas como “5 R’s”, para as quais se estabelece:

- Repensar: prévia análise dos padrões de consumo, verificando de fato se todos os produtos adquiridos e/ou consumidos são necessários.
- Reduzir: contínuas melhorias na hora das compras do produto, bem como, nas realizações das atividades cotidianas, de maneira que possa reduzir o consumo.
- Reaproveitar: análise antes do descarte de qualquer material, refletindo se ele pode ser utilizado de novo, mesmo que seja para outro propósito.
- Reciclar: separar os resíduos para serem encaminhados para este processo. É essencial para se ter uma reciclagem eficiente a qualidade do resíduo separado.
- Recusar: analisar as licitação da instituição, especificações dos editais, verificando a de etapa de ciclo de vida do produto, para assim como não estão adquirir produtos danosos.

Tendo em vista o acompanhamento das etapas de administração dos resíduos sólidos dentro das instituições, recorre-se a um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2013), é um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Ainda segundo o MMA (BRASIL, 2014), através da cartilha de diretrizes para o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos: Instrumento de Responsabilidade Socioambiental na Administração Pública, Os

PGRS são instrumentos de implementação da PNRS que contribuem para um maior controle da destinação dos resíduos pelo poder público. No Brasil, não existe um plano específico para resíduos eletrônicos, pois eles são inseridos como categoria dentro da PNRS.

De acordo com o MMA (BRASIL, 2013), nas etapas de descrição da elaboração de um PGRS, inicialmente se faz uma descrição do empreendimento ou atividade, seguida de um diagnóstico. Na etapa de diagnóstico serão realizadas a identificação e a classificação dos resíduos sólidos que são gerados na instituição, de acordo com a ABNT NBR 10.004/2004. Na sequência, é realizado o gerenciamento dos resíduos sólidos propriamente, que inclui as etapas de segregação (separação/seleção dos resíduos), coleta, armazenagem, transporte e destinação final. Na coleta devem ser consideradas as normas do CONAMA e da ABNT.

4. METODOLOGIA

Tendo em vista o descarte adequado dos resíduos eletrônicos produzidos na Faculdade Asces, foi adotada uma metodologia sistemática que atendeu aos objetivos de realizar diagnóstico e analisar os resíduos, bem como elaborar uma proposta para o gerenciamento, considerando os aspectos intrínsecos de geração da faculdade.

4.1. Diagnóstico de Geração dos Resíduos Eletrônicos

Inicialmente, foram identificados os locais onde ser encontravam armazenados os equipamentos considerados resíduos eletrônico na Faculdade Asces, distribuídos nos Campus I e II. Na sequência, foram realizadas visitas a esses locais, para averiguação das condições de armazenamento, onde foram realizados registros através fotografias.

4.2. Análise dos Resíduos Eletrônicos

Após realizada a identificação dos locais de armazenamento de resíduo eletrônico, os materiais foram coletados, entre os meses de fevereiro e março de 2016, transportados para o Laboratório Multidisciplinar de Engenharia Ambiental I. Toda a população de materiais considerados como lixo eletrônico nos Campus I e II da Faculdade Asces foram usadas na análise. Esses resíduos foram então trabalhados de acordo com as seguintes etapas:

1. **Seleção:** separou-se os resíduos do tipo resíduo eletrônico, daqueles que não faziam parte dessa categoria.
2. **Classificação e caracterização:** identificou-se as diferentes origens dos componentes, com posterior aglomeração daqueles com características comuns. Essa etapa serviu a determinação de possíveis destinações finais adequadas para cada conjunto de componentes. Devido ao fato dos equipamentos coletados se encontrarem desmontados, os resíduos oriundos desses equipamentos foram então divididos em: baterias, toners, cabos, fios, partes metálicas, partes plásticas, placas, estabilizadores e periféricos em geral. Além disso, também devido ao fato desse desmonte, para manipulação dos componentes (com partes que poderiam causar lesões e contaminação por exposição aos metais), foi

necessária a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI): óculos de segurança, luvas protetoras, jaleco, sapatos fechados e máscaras descartáveis (em razão da poeira).

3. **Quantificação:** os resíduos separados por suas categorias foram contabilizados e, posteriormente pesados com o auxílio de um balança digital (modelo: Digital Ultra Slim Wiso W912) e uma balança analógica (modelo: Western KC-05).
4. **Armazenamento:** acondicionou-se os materiais anteriormente classificados, para posterior destinação adequada.

4.3. Gerenciamento dos Resíduos Eletrônicos na Faculdade Asces

Após a realização dos diagnósticos, caracterização e classificação dos resíduos eletrônicos, foi proposto um plano de gerenciamento em conformidade com as metodologias propostas pelo Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (MONTEIRO et al., 2001), bem como por Carvalho e Xavier (2014). O plano proposto buscou estabelecer as normas para o recebimento, seleção, pesagem, acondicionamento, armazenamento e destinação final dos resíduos eletrônicos da Faculdade Asces.

Figura 1- Etapa da pesagem do resíduo eletrônico, no campus II



Fonte: arquivo pessoal do autor

Figura 2- etapa de acondicionamento do resíduo eletrônico



Fonte: arquivo pessoal do autor

Figura 3- etapa de acondicionamento do resíduo eletrônico



Fonte: arquivo pessoal do autor

4.4 Armazenamento de lixo eletrônico

Tendo em vista a proposição de um plano de gerenciamento de resíduos eletrônicos para a Faculdade Asces, inicialmente foi realizada a identificação dos locais de armazenamento desses resíduos. Em ambos os Campus I e II da instituição, os resíduos estavam armazenados nos Núcleos de Tecnologia da Informação – NTI. Esse armazenamento era realizado no próprio local de trabalho dos técnicos responsáveis pelo setor, nas condições apresentadas na Figura 4.

Figura 4. Armazenamento do resíduo eletrônico no NTI da Faculdade Ascens: (a) Campus I e (b) Campus II.



(a)



(b)

Fonte: arquivo pessoal do autor

Observou-se que os resíduos eletrônicos se encontravam espalhados na sala do NTI, configurando assim um ambiente impróprio para realização das funções dos técnicos responsáveis pelo setor. Grandes volumes de materiais impediam o trânsito livre dentro da sala. As dimensões da sala não se mostraram adequadas para suportar o funcionamento do setor e o armazenamento de resíduos eletrônicos. Os resíduos estavam desmontados e misturados a outros tipos de resíduos. Não havia uma separação clara entre os equipamentos classificados como resíduos eletrônicos, daqueles com bom estado de funcionamento, devido as dimensões da sala. Na sequência, foi realizado o transporte para o laboratório multidisciplinar de engenharia ambiental I, seguido da separação e quantificação dos resíduos coletados.

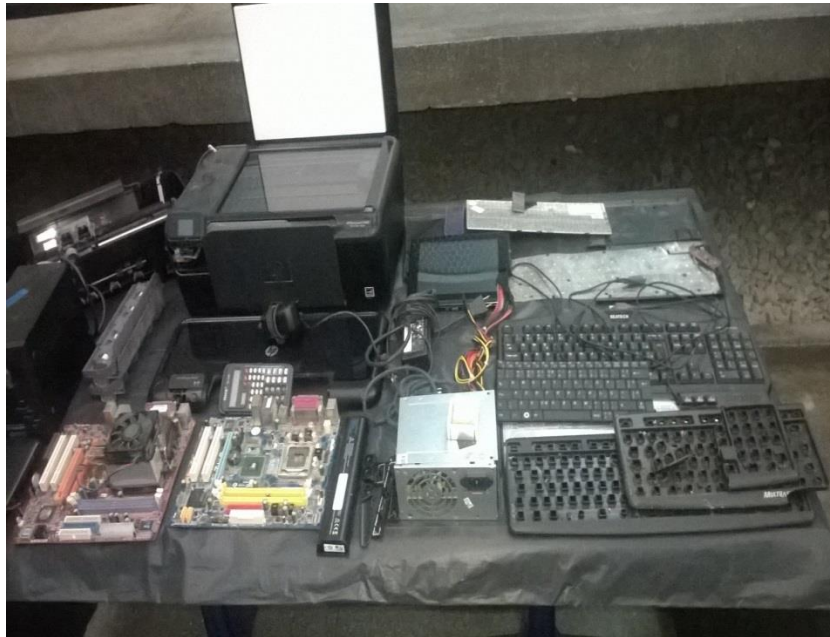
4.5 Separação, Classificação e Quantificação dos Resíduos Eletrônicos

Na etapa de análise dos resíduos eletrônicos, foi realizado o transporte manual apenas dos materiais oriundos do Campus II para o Laboratório Multidisciplinar de Engenharia Ambiental I. Os resíduos que estavam localizados no Campus I da instituição foram

analisados na praça central. Na Figura podem se observada uma imagem da separação realizada para os resíduos do Campus I. Na

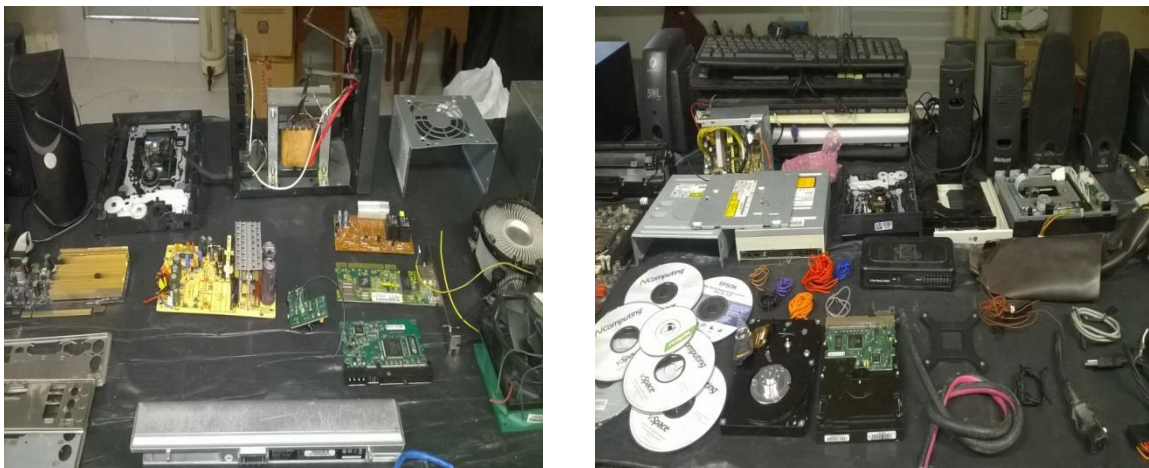
Figura , a separação é relativa ao Campus II. Outras imagens relativas à separação podem ser observadas no ANEXO I.

Figura 5. Separação dos resíduos do Campus I.



Fonte: arquivo pessoal do autor

Figura 6. Separação dos resíduos do Campus II.



Fonte: arquivo pessoal do autor

Figura 7 Separação dos resíduos do Campus II.



Fonte: arquivo pessoal do autor

Figura 8 Separação dos resíduos do Campus II.



Fonte: arquivo pessoal do autor

Figura 9 Separação dos resíduos do Campus II.



Fonte: arquivo pessoal do autor

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentadas as informações referentes a quantificação dos resíduos sólidos, classificados segundo as categorias propostas na metodologia.

Tabela 1. Quantificação dos resíduos sólidos dos dois Campus da Faculdade Asces.

Categoria de equipamento e peças	Campus I		Campus II	
	Quantidade	Peso (g)	Quantidade	Peso (g)
Placa mãe	2	1.093	15	8.200
Fonte	1	3	-	-
Transformador 220/110 V	-	-	5	2.500
Impressora	2	9.200	-	-
Estabilizador	2	7.100	8	28.400
Cabo de força	22-	-	-	2.700
Cabo flat	-	-	8	400
Cabo de telefone	-	-	3	100
Cabo de vídeo	-	-	5	700
Carregador de notebook	1	200	-	-
Cabo em retalho	-	-	-	1.100
Carcaça de fonte do computador	-	-	4	500
Dissipador de calor	1	390	10	3.900
Placa de alumínio	-	-	4	100
Switch com 24 portas	-	-	2	3000
Disco rígido	-	-	2	900
Switch com 12 portas	-	-	2	700
Processador	-	-	6	120
Gabinete	-	-	9	13.500
Cooler	-	-	8	600
Carcaça de unidade de DVD	-	-	1	200
Mouse	-	-	6	500
Caixa de som	-	-	4	1550
Teclado	7	4.200	6	3.600
Netebook do pequeno	1	550	-	-
Carcaça de notebook (com bateria)	-	-	1	1.300
CD	-	-	6	100
Unidade de DVD	-	-	4	1.800
Tampas plásticas	-	-	10	200
Placas diversas	-	-	9	1.100
Encaixe de impressora	2	300	-	-
Total	19	23.035	160	77.770

Fonte: arquivo pessoal do autor

Os resultados apresentados indicaram uma grande diversidade de resíduos. Esses resíduos se distribuíram em diversas categorias, devido ao fato de que os equipamentos estavam minunciosamente desmontados. Foram observados 22 unidades de resíduos eletrônicos no Campus I, enquanto que no Campus II essa quantidade foi significativamente maior, apresentando valor de 160 unidades. Dentro os materiais, os mais encontrados foram cabos de força no Campus II (22 unidades) e teclados no Campus I (7 unidades). Segundo informações do NTI, nem todos esses equipamentos estavam necessariamente danificados, contudo, a maioria deles já se mostravam obsoletos para o uso. Ainda, de acordo com o setor, o tempo necessário para o acúmulo dessa quantidade de resíduo eletrônico foi em torno de 2 (dois) anos.

Em relação à massa de resíduos observada, no Campus I foi quantificado um valor de aproximadamente 23 kg, enquanto que no Campus II foi quantificado um valor superior de aproximadamente 78 kg, correspondendo a um total de 101 kg de resíduos na instituição. O valor observado no Campus II correspondeu a aproximadamente 78% do valor total de resíduos produzidos pela faculdade nesse período. Devido à diversidade do material recolhido, uma nova classificação foi proposta para servir a destinação final dos resíduos.

5.1. Proposta de Nova Classificação dos Resíduos Eletrônicos

Devido a diversidade observada dos resíduos, uma nova proposta de classificação foi proposta, levando-se em consideração a interpretação das normas estabelecidas pela ABNT NBR 10.004/2004, conforme apresentada no **Erro! Fonte de referência não encontrada.** do ANEXO II.

Quadro 2. Nova proposta de classificação dos resíduos eletrônicos da Faculdade Asces.

Resíduo eletrônico	Classes	Tipo de resíduo	Principais propriedades
Placa mãe	IA – Perigosos II ou Não-inertes	Metal/Cobre PVC	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Fonte	IA – Perigosos II ou Não-inertes	Metal/Cobre PVC	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Impressora	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Carregador de notebook	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Bateria de notebook	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Switch com 24 portas	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Cabo de força, cabo flat, Cabo de telefone, Cabo de vídeo, Cabo em retalho, Mouse, Gabinete	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Disco rígido	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	Metal/Cobre	Oxidação,
Processador	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	Metal/Cobre/ lício	Oxidação,
Caixa de som	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Teclado	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Carcaça de notebook com bateria	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Unidade de DVD	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Estabilizador	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Dissipador	II ou Não-inertes	Metal	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Cooler	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Transformador	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Fonte	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Encaixe de impressora	II ou Não-inertes	PVC	Baixa densidade, Combustibilidade
Tablet	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Netebook do pequeno	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Tampas plásticas	II ou Não-inertes	PVC	Baixa densidade, Combustibilidade
Switch com 12 portas	IA – Perigosos, II ou Não-inertes	PVC/Metal/Cobre	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Placas diversas	II ou Não-inertes	PVC	Baixa densidade, Combustibilidade
CD	II ou Não-inertes	PVC	Baixa densidade, Combustibilidade
Carcaça de unidade de DVD	II ou Não-inertes	PVC	Baixa densidade, Combustibilidade
Carcaça de fonte do computador	II ou Não-inertes	PVC/Metal	Baixa densidade, Combustibilidade, oxidação
Placa de alumínio	II ou Não-inertes	Metal	Oxidação

Fonte: arquivo pessoal do autor

Dentre os principais materiais encontrados, considerando essa classificação, foram observados os plásticos de PVC e metais a base de cobre e alumínio. Os materiais plásticos normalmente são inertes não contaminando o meio ambiente, contudo causando poluição visual e propagação de vetores. No caso dos metais em especial do cobre e do alumínio, são considerados como metais pesados e, quando descartados de forma inadequada, podem causar danos no meio ambiente.

5.2. Proposta de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Eletrônicos para Faculdade Asces

Inicialmente, propõe que a equipe do NTI da instituição passasse por uma capacitação para identificação sobre gerenciamento de resíduos sólidos, com um profissional especializado nessa área. Esta capacitação teria finalidade de trazer à equipe informações inerente à gestão, seguindo as prerrogativas da instituição, no âmbito de responsabilidade ambiental dos resíduos gerados, bem como das etapas necessárias para o estabelecimento desse gerenciamento. Desta forma, seria assegurado o comprometimento da instituição com a redução dos impactos ambientais, o que concerne numa forma de administração passível de sustentabilidade. Além disso, estudantes poderiam ser capacitados para auxiliar o setor no gerenciamento desses materiais.

5.2.1 Recebimento

Os resíduos eletrônicos produzidos dentro do ambiente da instituição deverão ser direcionados aos NTI, que terão o papel de realizar as etapas do gerenciamento desses materiais. Quando necessário, caberia ao NTI à busca desses resíduos *in loco*. Não se estabelece um horário preferencial para a coleta dos equipamentos, estando relacionada com a observação estrita do mau funcionamento. Recomenda-se no transporte dos materiais o uso de carrinhos, devido aos problemas de saúde que podem vir a ser relacionados com o peso dos mesmos.

5.2.2 Segregação, Classificação e Acondicionamento

No ato do recebimento dos materiais, caberia ao NTI encaminhar os mesmos para avaliações técnicas que atestem seu mau funcionamento, verificando também que não haveria nenhum outro tipo de aproveitamento direto dentro da instituição. Essa verificação também poderia ser realizada por estudantes previamente capacitados. Não havendo a possibilidade de aproveitamento do material, o NTI realizaria um registro do problema apresentado, com posterior alocação do mesmo em local adequado para tal. Esse local deverá ser distinto do local de funcionamento do NTI. Esse local seria uma sala fechada, apenas no Campus II, com área de 10,0 m², onde deveriam ser colocados em caixas de papelão, rotulados e devidamente especificados de acordo com a classificação de cada tipo de resíduo ou a categoria, conforme o **Erro! Fonte de referência não encontrada.** do ANEXO II.

5.2.3 Destinação Final

Os resíduos eletrônicos deverão ficar armazenados no local adequado até a destinação final, que se caracterizaria como doação para uma instituição (cooperação ou ONG) ou envio para uma empresa especializada licenciada. Nesta fase se daria também o registro de transferência dos resíduos para as cooperativas, para que houvesse um maior controle do material que estivesse saindo da instituição. Além disso, com as devidas avaliações prévias, esses materiais poderiam ser utilizados em atividades de aulas práticas.

5.2.4 Monitoramento

Visando a manutenção do gerenciamento dos resíduos eletrônicos, seria incorporado às funções e atividades do NTI a etapa de monitoramento. Capacitações continuadas e registros da realização das etapas, por meio de planilhas de gerenciamento e relatórios mensais, deveriam ser realizados com frequência, para se evitar o acúmulo de resíduos nas dependências da instituição.

6 CONCLUSÃO

Tendo em vista a proposição de um plano de gerenciamento de resíduos eletrônicos para a Faculdade Asces, foram realizadas etapas de identificação, separação e quantificação do resíduos produzidos nos Campus I e II da instituição. Inicialmente, foram identificados os locais de armazenamento desses resíduos na instituição, ocorrendo apenas nos NTI de cada Campus. Na sequência, foi realizada uma avaliação da situação do armazenamento no setor, onde se observou que o mesmo era realizado de uma forma que atrapalhava seu funcionamento, expondo também os técnicos a diversos riscos.

Os resíduos foram transportados e quantificados em cada Campus, e se observou que a maioria desses era produzida no Campus II, chegando ao valor de 77 kg. A massa total de resíduos dessa categoria chegou a 101 kg. Os equipamentos estavam, em sua maioria, desmontados, o que dificultou o manuseio, transporte, etapas de separação e classificação, além do acondicionamento. O transporte desses resíduos foi complicado devido a sua realização de forma estrita por carregamento, sem que houvesse o auxílio de um carrinho. Além disso, alguns equipamentos que foram descartados, o foram por obsolescência, e não por mal funcionamento. A instituição ainda não possui uma forma de gerenciamento desses resíduos, contudo praticando doações pontuais desses materiais. Nenhuma logística reversa é praticada na instituição.

Devido a diversidade de materiais presentes no resíduo, houve a necessidade de uma classificação mais específica que contemplasse todo componente observado. Essa classificação serviria para facilitar a destinação adequada desses materiais, em termos de doações para entidades, ou ainda o direcionamento para empresas especializadas e certificadas para o tratamento dos mesmos. Após classificação e quantificação, foi apresentado um plano de gerenciamento de resíduos para Faculdade Asces, atendendo ao objetivo proposto no trabalho. Esse plano estabeleceu as diretrizes para a gestão dos resíduos a partir de sua implementação. Como sugestão, recomenda-se também um programa de divulgação para conscientização dentro da instituição sobre a problemática do resíduo eletrônico gerado, que promova conhecimentos a respeito dos resíduos eletrônicos quanto a sua identificação e manipulação.

De forma independente, foi verificado um estabilizador escolhido de forma aleatória, quanto ao funcionamento. Foi realizada a manutenção do equipamento por um professor da

instituição e o mesmo se encontra operacional. Dessa forma, esses materiais podem servir também ao uso dentro da construção de novos equipamentos da instituição.

REFERÊNCIAS

- ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Sustentável. Sondagem de Inovação da ABDI – 2º trimestre de 2015 – Abril/Maio/Junho. Disponível em: <[http://www.abdi.com.br/Estudo/Boletim_Sondagem2Tri_2015\(3aprova\).pdf](http://www.abdi.com.br/Estudo/Boletim_Sondagem2Tri_2015(3aprova).pdf)>. Acesso em: 20/05/2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.007/2004**: amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.
- ANDRADE, R. T. G.; FONSECA, C. S.; MATTOS, K. M. Geração e destino dos resíduos eletrônicos de informática nas instituições de ensino superior de Natal – RN. **HOLOS**, v. 2, p. 100-112, 2010.
- ÁVILA, F. PNUMA. Alerta para o descaso com lixo eletrônico Disponível em: <<http://www.plurale.com.br/site/noticias-detalhes.php?cod=7689&codSecao=8>>. Acesso em: 20/05/2016.
- BAIO, C. Para onde vai o lixo eletrônico? Disponível em: <<http://tecnologia.uol.com.br/ultnot/2008/02/26/ult4213u358.jhtm>>. Acesso em: 09/05/2016.
- BIASI, C. M. R. **Gestão do Lixo Eletrônico nos municípios de abrangência das SDR do extremo oeste de Santa Catarina**. 2011. Monografia. (Especialização MBA em Gestão Ambiental e Projetos Sustentáveis) Universidade do Oeste de Santa Catarina – Campus de São Miguel do Oeste, Santa Catarina: São Miguel do Oeste, 2011.
- BOECHAT, L. **Gerenciamento do lixo eletrônico no Brasil**, 2015. Disponível em: <https://techinbrazil.com.br/gerenciamento-de-lixo-eletronico-no-brasil>. Acesso 19/05/2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gerenciamento de resíduos sólidos na administração pública**. (2013). Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 20/05/2016.
- BRASIL – Ministério do Meio Ambiente. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos: instrumento de responsabilidade socioambiental na administração pública**. (2014). Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 20/05/2016.
- CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. **Gestão de resíduos eletrônicos: uma abordagem prática para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014
- DIAS, G. F. et al. Práticas organizacionais ambientalmente corretas relacionadas com a tecnologia de informação: um estudo qualitativo em universidades brasileiras bem ranqueadas In: **XXXVII Encontro da ANPAD**. Rio de Janeiro, 2013.
- ECYCLE. **Você sabe o que é reciclagem? E como ela surgiu?** Disponível em: <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/44-guia-da-reciclagem/2046-reciclagem-o-que-e-como-surgiu-reaproveitamento-upcycle-origem-como-reciclar-coleta-seletiva-onde-reciclar.html>>. Acesso em: 20/05/2016.
- ESTADÃO. Brasil é emergente que mais produz lixo eletrônico, diz ONU. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,brasil-e-emergente-que-mais-produz-lixo-eletronico-diz-onu,514908>>. Acesso em: 20/05/2016.

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

KOBAL, M. A. B. O setor produtivo de eletroeletrônicos e a logística reversa de seus produtos pós-consumo. **Produto & Produção**, v. 15, n. 2, p. 46-65, 2014.

LACERDA, L. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2002.

LAVEZ, N.; SOUZA, V. M.; LEITE, P. R. O papel da logística reversa no reaproveitamento do “lixo eletrônico” – um estudo no setor de computadores. **Revista de Gestão Social e Ambiental – RGSA**, v. 5, n. 1, p. 15-32, 2011.

MATTOS, K. M. C.; MATTOS, K. M. C.; PERALES, W. J. S. Os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico e o uso da logística reversa para minimizar os efeitos causados ao meio ambiente In: **XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Rio de Janeiro – RJ, 2008.

MIZUKOSHI, A. M.; ALMEIDA, J. P.; ZANATTA, M. M. P. Projeto de extensão lixo eletrônico: reuse, reduza, recicle. **Intertem@s Negócios**, v. 9, n. 9, 2012.

MONTEIRO, J. H. P. et al. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos In: **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MOREIRA, A. ONU alerta para aumento do lixo eletrônico em emergentes In: **O Globo**. Fev. 2010. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/onu-alerta-para-aumento-do-lixo-eletronico-em-emergentes-3049634>>. Acesso em: 20/05/2016.

NATUME, R. Y.; SANTANNA, F. S. P. Resíduos eletroeletrônicos: um desafio para o desenvolvimento sustentável e a nova lei da política nacional de resíduos sólidos. In: **3rd International Workshop on Advances in Cleaner Production**. São Paulo, 2011.

PHILIPPI JÚNIOR, A. Resíduos sólidos: características e gerenciamento. In: **Coleção Ambiental**. São Paulo: Universidade de São Paulo – USP, 2005.

RECIFE, Recife tem pontos de coleta de lixo eletrônico. Disponível em: <<http://www2.recife.pe.gov.br/NOTICIAS/09/06/2012/RECIFE-TEM-PONTOS-DE-COLETA-DE-LIXO-ELETRONICO>>. Acesso em: 20/05/2016.

REIDLER, N. M. V. L.; GÜNTHER, W. M. R. Impactos ambientais e sanitários causados por descarte inadequado de pilhas e baterias usadas. **Revista Limpeza Pública**, v. 60, p. 20-26, 2003.

REVISTA EXAME. Brasil produz muito lixo eletrônico. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/meio-ambiente-e-energia/noticias/brasil-emergente-mais-produz-lixo-eletronico-diz-onu-535153>>. Acesso em: 20/05/2016.

RIBEIRO, F. D.; SILVA, J. S. Lixo eletrônico: estudo sobre a atual situação do lixo eletroeletrônico na cidade de Uruaçu. **Fasem Ciências**, v. 2, n. 2, p. 61-81, 2012.

RIGOTTI, C.M. Gestão do lixo eletrônico nos municípios de abrangência das SDR do extremo oeste de Santa Catarina. 72p. Dissertação (mestrado em MBA – Gestão Ambiental e

Projetos Sustentáveis) Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus de São Miguel do Oeste.2011. Disponível em: www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/10/Claudia-Michele-Rigotti.pdf. Acesso em 20/05/2016.

SALVES, D. Saiba o que acontece com a sucata eletrônica. Disponível em: <<http://www.terra.com.br/noticias/tecnologia/infograficos/sucata-eletronica/>>. Acesso em: 20/05/2016.

SCHLUEP, M. et al. **Sustainable innovation and technology transfer industrial sector studies: recycling – from e-waste to resources**. United Nations Environment Programme & United Nations University, Germany: Bonn, 2009.

SPITZCOVSKY, D. ONU lança primeiro mapa global de lixo eletrônico. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/onu-lanca-primeiro-mapa-global-lixo-eletronico-e-lixo-world-map-763469.shtml>>. Acesso em: 20/05/2016.

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.