

## Upcycling e o reaproveitamento de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos

Vinícius Ferreira Baptista<sup>1</sup>  
Willian Costa Santos<sup>2</sup>  
Raquel Conceição Alves<sup>3</sup>

### Resumo:

O presente artigo aborda o Projeto Pense F5, desenvolvido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, cujo objetivo é atualizar e promover o pensamento crítico junto à comunidade universitária sobre resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE). Assim, este trabalho objetiva demonstrar, sob a luz da perspectiva do upcycling, ferramentas que possibilitem um desenvolvimento sustentável. Primeiramente, apresentamos fundamentação teórica acerca da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), REEE e upcycling. Em seguida, expomos a metodologia adotada no trabalho e na pesquisa de campo realizada na UFRRJ. Por fim, objetivamos institucionalizar um debate acerca dos REEE na UFRRJ, em termos de inovação tecnológica e social. Neste sentido, a possibilidade de ampliar, a velocidade e alcance, a metodologia upcycling, pode potencializar ações públicas e privadas não somente como medida de reaproveitamento, mas também de políticas públicas de geração de trabalho e renda, além de propriedade intelectual e inovação no âmbito dos REEE.

**Palavras-Chave:** Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE); Upcycling.

### Abstract:

This article discusses the Think Project F5, developed at the Federal Rural University of Rio de Janeiro, whose objective is to update and promote critical thinking in the university community about electrical and electronic equipment waste (EEEW). Thus, this work aims to demonstrate, in the light of the perspective of upcycling, tools that enable a sustainable development. First, we present the theoretical basis for National Policy on Solid Waste (PNRS), EEEW and upcycling. Next, we present the methodology adopted in the work and field

---

<sup>1</sup> Professor Adjunto do Departamento de Administração Pública e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Políticas Públicas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

<sup>2</sup> Graduando em Administração Pública pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

<sup>3</sup> Graduada em Administração Pública pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

research carried out at UFFRJ. Finally, we aim to institutionalize a debate about EEEW in UFFRJ, in terms of technological and social innovation. In this sense, the possibility of increasing the speed and reach of the upcycling methodology can boost public and private actions not only as a reuse, but also of public policies to generate work and income, as well as intellectual property and innovation in the scope of EEEW.

**Keywords:** National Policy on Solid Waste (PNRS); Electrical and Electronic Equipment Waste (EEEW); Upcycling.

## 1. Introdução

A Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, regulamenta a forma pelas quais os resíduos sólidos devem ser geridos no Brasil. A partir desta lei, ficam classificados como geradores de resíduos sólidos pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, incluindo nelas o consumo (Cap II, art 3º, parágrafo IX).

A Política Nacional de Resíduos sólidos (PNRS) estabelece que o gerenciamento de resíduos sólidos são 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, que deve estar alinhado com o plano municipal de gestão integrada, buscando assim soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável. A PNRS prevê como alguns de seus princípios e objetivos (Cap II, art 6º) a “cooperação entre todas as esferas do poder público o setor empresarial e demais segmentos da sociedade” (parágrafo VI). Desta forma, corrobora-se o compartilhamento de responsabilidades no que se refere ao ciclo de vida dos produtos.

Ainda com este propósito, a lei destaca como um de seus vários instrumentos a reciclagem, que procura recuperar resíduos que, aparentemente, não apresentem potencial de uso e são descartados. Contudo,

a reciclagem é associada ao *downcycling*, ou seja, um processo de recuperação de determinado resíduo que resulta em produto com valor abaixo do inicial. Por outro lado, existe a metodologia *upcycling*, que visa recuperar determinado resíduo, transformando-o no sentido de agregar valor e potencializar a percepção sobre o mesmo, criando um produto novo. Neste sentido, o *upcycling*, pode ser uma ferramenta que possibilite um desenvolvimento sustentável trabalhando e, desta maneira, a percepção do resíduo eletrônico como material reutilizável com um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho, renda e promotor de cidadania.

O artigo, desta forma, tem como objetivo demonstrar a reutilização do lixo eletrônico via metodologia *upcycling*, como um instrumento fundamental à aplicabilidade da lei federal. Também possui como objetivo secundário apontar a produção do projeto Pense F5 como uma das maneiras práticas e inovadoras para tal, por meio da técnica denominada de *upcycling* ao dar nova visualização aos REEE.

O trabalho tem como base o projeto Pense F5, desenvolvido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica, com financiamento pela mesma instituição via bolsa de extensão. O texto está dividido em quatro seções. Primeiramente, apresentamos fundamentação teórica acerca da PNRS, resíduos eletroeletrônicos e *upcycling*, de forma a situar o leitor na conjuntura pertinente aos resíduos, no geral e, especificamente, nos eletrônicos. Em seguida, apresentamos a metodologia adotada no trabalho e na pesquisa de campo realizada na UFRRJ, objetivando situar a problemática dos resíduos para orientar proposições futuras do Pense F5. Ainda nesta seção, destacamos a metodologia aplicada pelo processo *upcycling*. Posteriormente, destacamos a análise via pesquisa de campo em paralelo com a proposta de desenvolvimento do Pense F5. Por fim, apresentamos nossas considerações finais.

## 2. Fundamentação teórica

A lei 12.305/2010, que instituiu a PNRS, foi sancionada pela Presidência da República em 2 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Neste sentido, esta lei estabelece as diretrizes para a criação do Plano Nacional de Resíduos Sólidos que será elaborado pela União e coordenado pelo o ministério do Meio Ambiente sofrendo alterações a cada quatro anos. A PNRS abrange todo o tipo de resíduos sólidos, exceto os rejeitos radioativos. Também direciona ações, estabelece responsabilidades perante a destinação de resíduos nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final dos rejeitos, o qual deve estar alinhado com o plano municipal de gestão integrada. Desta forma, ela busca soluções para os resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social sob a premissa do desenvolvimento sustentável, onde cada integrante da cadeia produtiva e os órgãos governamentais possuem funções específicas no manuseio e controle adequado dos resíduos sólidos.

Ao introduzir o discernimento entre resíduos e rejeitos, a PNRS reconhece o resíduo sólido como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho, renda e promotor de cidadania e define como rejeitos os “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e tecnicamente viáveis não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (artigo 3º, inciso XV), além de criar instrumentos fundamentais para a gestão de resíduos, como ciclo de vida do produto e logística reversa.

A PNRS apenas abrange os materiais que podem ser potencialmente reaproveitados. A proposta dela é “avaliar a possibilidade da criação de um sistema de logística reversa e de responsabilidade compartilhada para elas” (IPEA, 2012, p. 13)

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), no mesmo ano da sanção da lei, realizou, por meio de um relatório de pesquisa, cujo enfoque era

o pagamento por serviços ambientais urbanos para Gestão dos resíduos sólidos, uma estimativa dos possíveis benefícios nas áreas econômicas e ambientais no ato da reciclagem dos resíduos sólidos urbanos. Os benefícios econômicos se encontram no custo que poderia ser evitado na área de consumo de matéria-prima e energia ao ser substituída por material secundário (IPEA, 2010, p. 12). Os benefícios gerados na área ambiental estão mais ligados ao índice de consumo de água (p.18) e biodiversidade (p.18). O valor de R\$ 8 bilhões representaria a estimativa dos benefícios potenciais da reciclagem à sociedade brasileira. Neste contexto, se todo o resíduo reciclável que ultimamente é disposto em aterros e lixões fosse encaminhado para reciclagem, poderiam ser gerados benefícios dessa ordem para a sociedade. (IPEA, 2010, p. 26)

Por outro lado, embora existam inúmeras vantagens na implementação da lei, a aplicabilidade e institucionalização dela no país, carregam desafios em grande escala que precisam ser superados. Por exemplo, foi realizada uma análise qualitativa na região metropolitana de Aracaju e foi constatado como um dos desafios que os próprios gestores tinham um conhecimento incipiente sobre o assunto desta legislação e de um consórcio (HEBER; SILVA, 2014, p. 14), o que atrapalha na implementação da lei e acarreta consequências negativas futuras.

Embora estas dificuldades existam, entendemos que elas serão superadas progressivamente. Por exemplo, a aprovação do Produto Interno Bruto – PIB Verde - para avaliar o patrimônio ecológico pode ser um aporte facilitador na prática da PNRS. Esse é “um indicador de crescimento econômico que leva em conta as consequências ambientais do crescimento econômico medido pelo PIB padrão” (HAJE, 2015).

## 2.1 Resíduos sólidos eletroeletrônicos

A quantidade de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) gerados no planeta cresce exponencialmente, sendo 40 milhões de toneladas de REEE no mundo, sobretudo, oriundas de países desenvolvidos (GERBASE; OLIVEIRA, 2012, p. 1486). Tal perspectiva tem dois motivos: 1) a obsolescência programada – resultado da obsolescência técnica/funcional; 2) ou da obsolescência perceptiva do consumidor pelos aspectos (sociais, visuais ou funcionais). A obsolescência programada ou planejada tem a ver com o caso em que fabricantes seguem um programa voltado à elaboração de produtos que fiquem obsoletos antes de haver real necessidade de substituição (KOTLER; ARMSTRONG, 2007). A base descartável vem inserida nesse processo.

Um equipamento eletroeletrônico se torna obsoleto por: 1) não cumprir mais suas funcionalidades técnicas de uso; ou 2) percepção social, visual, estética ou psicológica de que aquele equipamento não satisfaz plenamente ao usuário. O primeiro exemplo está no caso de um celular ou teclado cujas teclas não respondam aos comandos. Já o segundo exemplo está na troca de celulares, câmeras fotográficas, computadores por outros com designs mais atraentes ou que satisfaçam necessidades de estima ou de pertencimento a determinado grupo. Equipamentos eletroeletrônicos são divididos em quatro linhas: Branca (refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça); Marrom (monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED); Azul (batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos,); e Verde (computadores desktop e laptops, acessórios de informática, tablets e celulares).

Os componentes eletrônicos utilizados na fabricação desses equipamentos possuem elementos tóxicos, como mercúrio, chumbo, cádmio, dentre outros, e não podem ser descartados no meio ambiente e nem incinerados, visto que isso acarretaria a contaminação dos solos, água e ar (FERREIRA, 2008). Os REEE são compostos por materiais diversos: plásticos, vidros, componentes eletrônicos, mais de vinte tipos de metais pesados e

outros. Estes materiais estão, amiúde, dispostos em camadas e subcomponentes afixados por solda ou cola. Alguns equipamentos ainda recebem jatos de substâncias químicas específicas para fins diversos como proteção contra corrosão ou atraso de chamas. A concentração de cada material pode ser microscópica ou de grande escala. A extração de cada um deles exige um procedimento distinto. Assim, a separação para processamento e casual reciclagem, tem uma complexidade, custo e impactos muito maiores do que aqueles exemplos notórios de recolhimento e tratamento de resíduos, como é o caso das latas de alumínio, garrafas de vidro e outros (ABDI, 2013, p. 17).

Segundo o art. 3º, inciso XIV, da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n. 12.305/2010, a reciclagem é “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos” (BRASIL, 2010). Desde a sanção desta política, a União, os Estados e Municípios, além da Iniciativa Privada e a Sociedade, possuem responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos, dentre eles, os REEE.

Assim, o Pense F5 tem como foco o trabalho desenvolvido pelo designer chileno Rodrigo Alonso, que propôs mobiliário feito a partir de resíduos eletrônicos e resina. A metodologia de Alonso se pauta pelo upcycling, o processo de transformar resíduos ou produtos “inúteis” e “descartáveis” em novos materiais ou produtos de maior valor, uso ou qualidade, utilizando materiais no fim de vida útil na mesma forma que ele está no lixo para dar uma nova utilidade. Ao contrário da reciclagem, que usa energia para destruir a forma e então transformar em algo novo. Sua proposta é dar nova visualização a esses materiais e mostrar que é possível inserir essa inovação em elementos tão presentes no cotidiano. Em suma, trata-se de construir valor em materiais “obsoletos” em determinada funcionalidade para que os mesmos possuam outra funcionalidade.

## 2.2 Upcycling

Define-se como upcycling o processo em que resíduos ou materiais inúteis são expostos a uma dinâmica de transformação a fim de que lhe sejam atribuídos novo valor econômico e de utilidade material sem que haja a alteração em sua forma original, e é nesse ponto em que o processo de upcycling se difere da reciclagem. Em alguns casos, os processos de reciclagem podem alcançar tais objetivos, no entanto, o fato de não existir no sistema de upcycling uma modificação direta da estrutura física do material, se consegue se atingir uma economia de energia e de água o tornando assim um método mais sustentável e rentável em termos econômicos (SUNG, 2015, p. 28).

O neologismo upcycling foi utilizado em 1994 por Reine Pilz. Reine utiliza a nova terminologia fazendo uma contraposição ao termo downcycling que remete a uma parte do processo de reciclagem onde há uma mudança no resíduo ou material à base de energia para a obtenção de um novo objeto de menor valor econômico e funcionalidade inferior (SUNG, 2015; MCDONOUGH, BRAUNGART, 2002).

O objetivo primário do upcycling é a remodelação e integralização de componentes e materiais descartados, produzindo dessa forma uma variável gama de novos produtos, que contribuem para a redução do desperdício de matérias que ainda possuem potencial de uso. Desta forma, é possível um refreamento sistemático do uso de matérias-primas na produção de novos produtos, o que gera uma cadeia de reações como a redução de consumo de energia, poluição do ar e água até mesmo a diminuição de gases agravantes do efeito estufa. Tais reações são classificadas nesse estudo como os objetivos secundários do upcycling. (MCDONOUGH, BRAUNGART, 2002).

A partir da definição inicial do upcycling, é possível chegarmos aos objetivos terciários da técnica em questão. Como determinado anteriormente, o upcycling é capaz de agregar aos resíduos ou materiais inúteis uma nova utilidade e valor econômico, o que pode ser aplicado como fator de geração de

renda. Ton Szaky (2013) destaca que, mesmo sendo uma expressão moderna, o upcycling pode ser considerado como uma técnica antiga, sendo exercida através da ação individual de converter resíduos ou materiais descartados em objetos de maior valor e qualidade que vem sendo praticada ao redor do mundo antes mesmo da Revolução Industrial.

O upcycling já existe como um processo de pós-produção em determinados nichos da indústria. A construção civil, por exemplo, apresenta grandes volumes de materiais de construção e de atividades nos canteiros de obras, o que acaba gerando um elevado índice de resíduos produzidos nas áreas urbanas. Empresas como a construtora WTorre (uma das maiores do país no segmento de construção civil que, tradicionalmente, são as maiores produtoras de resíduos sólidos), realiza um trabalho de reutilização dos materiais que sobram em suas construções, reutilizando o entulho das obras que realizou no WTorre Shopping Iguatemi e também dos escombros recolhidos na demolição da Cracolândia – conhecida como o reduto dos usuários de crack na cidade de São Paulo – para a recuperação do Parque do Povo, uma área pública de lazer também localizada em São Paulo (DINÂMICA AMBIENTAL, 2013).

### **3 Metodologia**

O Projeto Pense F5, realizado por equipe que inclui alunos e docente vinculados aos departamentos de Ciências Administrativas e Contábeis, Química, Economia Doméstica, Comunicação Social, Belas Artes e Engenharia Química, tem como objetivo promover o debate e incitar um compromisso com o desenvolvimento de consciência crítica acerca das potencialidades de recuperação de resíduos eletrônicos, bem como a correta identificação e descarte dos mesmos.

Por conta disso, um dos objetivos elencados como prioritários no desenvolvimento do projeto compreendeu um levantamento acerca do estado

em que se encontra o conhecimento sobre resíduos, em um amplo sentido de descarte e coleta e, mais substancialmente, no viés dos resíduos eletroeletrônicos (REEE).

O questionário conta com uma série de perguntas abertas e fechadas, dicotômicas e plurais (VERGARA, 2009), objetivando traçar, em um primeiro momento, um breve perfil da comunidade acadêmica, assim como substanciar o aporte para posteriores atividades a serem contempladas pelo Projeto Pense F5 no âmbito da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

O questionário foi desenvolvido pelos alunos envolvidos no projeto, sob a orientação do docente coordenador do projeto; este que sistematizou e dispôs online, via link, o questionário à comunidade acadêmica, junto aos alunos, nas páginas de comunidades de alunos da UFRRJ em redes sociais e também convites por e-mail. O período de aplicação compreendeu as duas primeiras semanas de junho de 2015, obtendo 49 respondentes como amostra. Tendo em mente o fim das atividades acadêmicas, assim como o paralelo período de provas, o número de respondentes ficou aquém da meta estabelecida pelo grupo (100 respondentes como universo), o que implicou o aprendizado de se repensar o período de aplicação para novos questionários na comunidade acadêmica.

### **3.1 Método de desenvolvimento do upcycling**

O Pense F5 tem duas bases (aspecto teórico e outro prático), que são indissociáveis e transversais. Tem como base parcial o projeto "Reaproveitamento dos Resíduos Eletrônicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) Campus Porto Alegre". O objetivo dele é a recuperação de resíduos eletrônicos em posse do IFRS, tais como computadores (CPUs), monitores de vídeo (telas), impressoras, dentre outros. A diferença é que, enquanto o projeto do IFRS se direcionava para o reaproveitamento funcional dos REEE, o projeto Pense F5 tem como foco o

trabalho desenvolvido por Rodrigo Alonso, agregando valor criando novos produtos a partir dos REEE.

A primeira etapa do processo de fabricação dos produtos compete na organização do local onde ocorrerá a confecção das peças, sendo importante lembrarmos que o processo em questão trabalha com a manipulação de materiais químicos presentes tanto na própria resina, quanto contidos no lixo eletrônico e, para que a produção ocorra em uma faixa de segurança, são de uso obrigatório os Equipamentos de Proteção Individual (E.P.I.), a exemplo de máscara de proteção PFF1 e luva em borracha nitrílica. Em seguida, separam-se os materiais que serão usados no processo: a resina do tipo epóxi (com o catalisador específico); pote de vidro (volume comportado pelo pote é variável com a quantidade de resina que será usada); espátula de silicone para artesanato; molde para o produto (varia de acordo com o resultado esperado); desmoldante compatível com a resina do tipo epóxi; por fim, o lixo eletrônico.

Na fabricação, já em uso dos EPI e com os materiais separados, parte-se à técnica de transformação, iniciando com a preparação do molde com o desmoldante, e inserimos o lixo eletrônico dentro do molde. A fase imediata envolve o preparo da resina, alocando dentro do pote de vidro a mesma junto com o catalisador conforme instruções da embalagem, mantendo em temperatura ambiente (entre 20°C a 25°C). Em seguida, esta resina é despejada no molde e se espera 24 horas para secagem. Após a sua desmoldação, a peça estará envolta em uma película verde decorrente dos resíduos do desmoldante utilizado. A retirada do material ocorre via lavagem com água e sabão neutro.

Quanto à questão da segurança, devemos nos ater a cuidados referentes ao manuseio dos resíduos eletrônicos, esses podem apresentar uma variedade de substâncias químicas nocivas à saúde humana, como por exemplo, o cádmio, berílio, arsênio, mercúrio e chumbo. Estes metais são comumente encontrados em aparelhos celulares, televisores e placas de computadores, todos possuem um alto potencial de reatividade que pode desencadear uma gama de reações químicas com facilidade, além de serem

bioacumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los naturalmente. Uma pequena quantidade absorvida pelo corpo humano pode causar danos cerebrais, no sistema nervoso, doenças de pele, câncer e deficiências ósseas. Portanto, durante o processo de separação dos resíduos, é imprescindível a utilização dos EPI necessários para evitar contaminação. Na figura a seguir, tem-se exemplos dos produtos prontos (puffs), criados por Rodrigo Alonso.

**Figura 1.** Exemplos de matérias (puffs) fabricados a partir de REEE recuperados<sup>4</sup>.



#### 4 Análise dos resultados

Como indicado anteriormente, uma das etapas do projeto Pense F5 é a aplicação de questionários junto à comunidade acadêmica, com o objetivo de entender a necessidade, importância e viabilidade do projeto de desenvolvimento do upcycling de materiais eletroeletrônicos. Pudemos entender que há um indicativo de que se necessita melhorar aspectos formativos e educativos, além de informação ampla acerca dos REEE, assim como instrumentos para o desenvolvimento do mesmo.

---

<sup>4</sup>Disponível em: <<http://revistapegn.globo.com/Revista/Common/0,,EMI292448-17180,00-DESIGNER+CHILENO+PRODUZ+COLECAO+DE+MOVEIS+FEITOS+DE+LIXO+ELETRONICO.html>>  
Acesso em 20 de agosto de 2015.

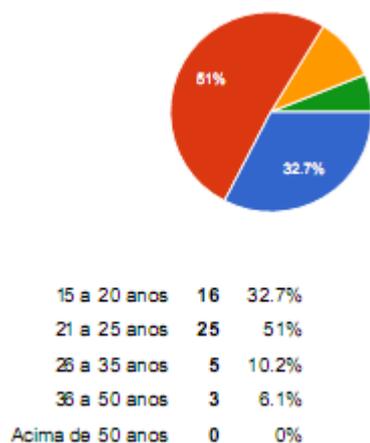
Do total dos 49 respondentes do questionário, 47 são discentes da universidade e dois são técnicos. Como a escolha das páginas foram feitas em comunidades de alunos, fica evidenciado a maioria destes respondentes, em detrimento de docentes e técnicos. Interessa situar que 20 (40.8%) respondentes são vinculados ao Instituto de Ciências Sociais Aplicadas (ICSA), seguido por Instituto de Ciências Humanas e Sociais (ICHS) com 16 (32.7%), como pode ser observado no quadro a seguir.

**Figura 2.** Disposição dos respondentes por Instituto.

INSTITUTO DE AGRONOMIA (IA)	1	2%
INSTITUTO DE BIOLOGIA (IB)	2	4.1%
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS (ICE)	3	6.1%
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS (ICHS)	16	32.7%
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS (ICSA)	20	40.8%
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO (IE)	3	6.1%
INSTITUTO DE FLORESTAS (IF)	2	4.1%
INSTITUTO DE TECNOLOGIA (IT)	3	6.1%
INSTITUTO DE ZOOTECNIA (IZ)	0	0%
INSTITUTO DE VETERINÁRIA (IV)	0	0%
Other	1	2%

Fonte: elaborado pelos autores.

Em relação à faixa etária, a maior parte inclui pessoas entre 21 a 25 anos (51%). E na disposição por sexo, o maior quantitativo compreende mulheres (77,1%). Já quanto à escolaridade, 41 pessoas (83,7%) responderam “Ensino Superior Incompleto”. No que diz respeito à cidade onde reside, 18 indicaram Rio de Janeiro (36.7%), 12 apontaram Seropédica (24.5%), cinco destacaram que moram no Alojamento (10.2%). Tal base aponta para o fato de que os respondentes compreendem, em maioria, alunos matriculados na UFRRJ. Veja nos gráficos a seguir.

**Gráfico 1.** Faixa etária.

Fonte: elaborado pelos autores.

**Gráfico 2.** Disposição por sexo

Sexo



Fonte: elaborado pelos autores.

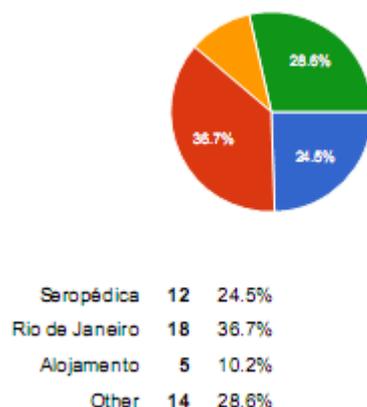
**Gráfico 3.** Disposição por Escolaridade

Ensino Fundamental Incompleto	0	0%
Ensino Fundamental Completo	0	0%
Ensino Médio Incompleto	0	0%
Ensino Médio Completo	6	12.2%
Ensino Superior Incompleto	41	83.7%
Ensino Superior Completo	1	2%
Pós-graduação Incompleta	1	2%
Pós-graduação Completa	0	0%

Fonte: elaborado pelos autores.

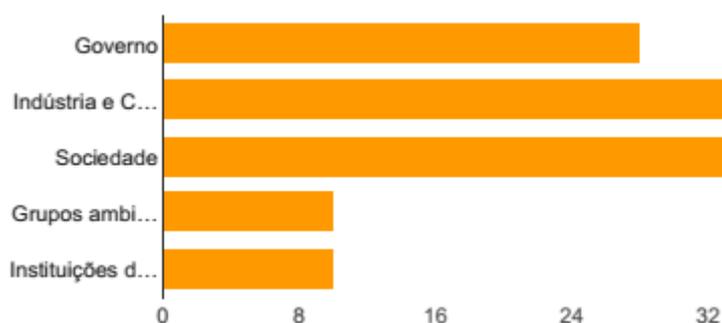
**Gráfico 4. Residência**

Cidade onde mora



Fonte: elaborado pelos autores.

Com o objetivo de descobrir a opinião dos entrevistados referente à qual instituição se deve atribuir a responsabilidade do tratamento e descarte do lixo eletrônico, percebe-se a Indústria e Comércio com 75,5% dos votos. O público acredita que o principal responsável pelo resíduo é da organização que o produz e comercializa, utilizando-se do reaproveitamento destes materiais para se beneficiar financeiramente e ecologicamente.

**Gráfico 5. Responsabilização pelos resíduos.**

Fonte: elaborado pelos autores.

Com porcentagem próxima da instituição acima, a sociedade também se destaca com 71,4% dos votos. Os entrevistados acreditam que tanto os

consumidores quanto os produtores são responsáveis diretos pelos resíduos eletrônicos e que ambos devem trabalhar em conjunto com o governo para que os materiais sejam tratados ou descartados da melhor forma possível.

Sobre os resultados da pesquisa, 57,1 % dizem que o Governo deve ser o maior responsável pelo processo de tratamento e descarte dos resíduos, pois esta instituição detém o controle da regulamentação sobre os mesmos, incentivam a industrialização e são capazes de utilizar-se de recursos midiáticos que podem instruir a população sobre como descartar seus aparelhos inutilizados.

Quanto aos Grupos Ambientais e Instituições de Ensino, ambas obtiveram o percentual de 20,4%. No que diz respeito aos Grupos Ambientais, como são órgãos que lidam diretamente com esse tipo de material, o descarte correto deveria ser feito por eles primeiro. Em relação ao segundo grupo, incluindo o Governo, foi relatado que este deve dar o exemplo para a sociedade, e a educação escolar também é responsável pela cultura da sociedade.

Embora o questionário apresente que 36,7% das pessoas, além de conhecerem sobre o lixo eletrônico, procuram tomar cuidado quanto ao descarte, 40,8% não sabem da legislação da Política de Resíduos Sólidos. Em seguida, os que afirmaram que conhecem a lei federal são de 28,6% e, por fim, apenas 30,6% responderam que possuem conhecimento da lei.

A seguir, foi constatado que apenas 6,1% das pessoas tinham conhecimento da localidade que a coleta de lixo eletroeletrônico é realizada de forma permanente. Os outros 49% afirmaram que não possuíam conhecimento sobre o assunto, e 44,9% afirmaram que o local para a coleta de lixo eletroeletrônico na cidade não existia. Tendo em vista esta conjuntura apresentada pela comunidade acadêmica, realizamos um breve “perfil de descarte” dos 49 respondentes, no sentido de compreender a quantidade, a qualidade e frequência do descarte de determinados componentes que formam os REEE.

Quanto à quantidade, pode-se observar que todos os objetos estudados já foram descartados ou trocados pelo menos uma vez. Isto pode ser explicado, pois a maior parte destes objetos são os que possuem como prioridade a qualidade e eficácia e são produtos que precisam estar ultrapassados na área tecnológica para serem descartados. Por outro lado, a maior preocupação é o sucateamento em grande escala destes produtos descartados. Por isso, precisa-se criar e colocar em prática formas viáveis para estes produtos serem reutilizados. Pelo pouco espaço disponível no texto, não podemos nos debruçar profundamente na tabela, contudo, destacamos dois aspectos essenciais e a disponibilizamos por inteiro.

Dentre os objetos destacados, o celular adquire destaque. De acordo com a tabela, ele é o objeto que mais se descarta tanto nos últimos três anos (três vezes ou mais) quanto nos últimos seis meses. Isso pode ser explicado porque é um produto que, além da qualidade e eficácia como prioridade, o consumidor também visa o design do produto e, assim, o seu constante avanço neste aspecto. Em seguida, pode-se analisar que os produtos que possuem menos trocas e descartes são os que possuem funções-chave (o que o faz ser limitado e o faz prioridade para que se mantenha em boa conservação) e que só precisariam ser substituídos caso haja insuficiência funcional do aparelho eletroeletrônico. Podem-se destacar o monitor, estabilizador/ no break e o aparelho de som. Estes foram os que possuíram o maior índice do indicativo de pessoas que não trocaram nos últimos três anos.

**Tabela 1.** Quantidade de aparelhos e pessoas que trocaram de objetos nos últimos 3 anos.

OBJETOS TROCADOS NOS ÚLTIMOS 3 ANOS	NÚMERO DE PESSOAS QUE TROCARAM:			
	Nenhuma vez	1 vez	2 vezes	3 vezes ou mais
Computador	37	11	1	0
Monitor	39	8	2	0
Notebook/Netbook	37	10	2	0

Celular	4	28	11	6
Impressora	35	12	2	0
Teclado/mouse	27	13	8	1
Roteador/modem	30	16	3	
Pen-drive/HD Externo	32	9	3	5
Estabilizador/No-break	40	9	0	0
Fonte de Energia	35	12	1	1
Bateria (celular ou notebook)	28	13	7	1
Televisor LCD/LED	39	7	3	0
Televisor de Tubo	31	15	3	0
Aparelho de som	40	8	1	0
Aparelho Telefônico	29	13	6	1
Aparelho de Videocassete/DVD	37	10	2	0

**Fonte:** elaborado pelos autores.

**Tabela 2.** Quantidade de aparelhos e unidades trocadas últimos 6 meses

OBJETOS DESCARTADOS NOS ÚLTIMOS 6 MESES	Não se desfez	QUANTITATIVO DE UNIDADES							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Computador	45	4	0	0	0	0	0	0	0
Monitor	48	1	0	0	0	0	0	0	0
Notebook/Netbook	46	2	1	0	0	0	0	0	0
Celular	30	14	4	1	0	0	0	0	0
Impressora	41	7	1	0	0	0	0	0	0
Teclado/mouse	41	5	3	0	0	0	0	0	0
Roteador/modem	43	5	1	0	0	0	0	0	0

Pen-drive/HD Externo	44	5	0	0	0	0	0	0	0
Estabilizador/No-break	45	4	0	0	0	0	0	0	0
Fonte de Energia	41	7	1	0	0	0	0	0	0
Bateria (celular ou notebook)	40	6	3	0	0	0	0	0	0
Televisor LCD/LED	48	1	0	0	0	0	0	0	0
Televisor de Tubo	42	6	0	1	0	0	0	0	0
Aparelho de som	46	3	0	0	0	0	0	0	0
Aparelho Telefônico	41	8	0	0	0	0	0	0	0
Aparelho de Videocassete/DVD	47	2	0	0	0	0	0	0	0

**Fonte:** elaborado pelos autores.

Por fim, por estas duas tabelas, entendemos que existe, de fato, dentro da comunidade acadêmica, material disponível para o desenvolvimento das atividades de upcycling no sentido de desenvolver metodologias de conscientização acerca do descarte correto e seguro, trabalhando aspectos como a obsolescência programada e reutilização dos mesmos para a criação de novos produtos. O desafio consiste em três etapas específicas que foram parcialmente detectadas nos questionários: 1) a criação de peças publicitárias e de educação ambiental acerca dos REEE, em termos de periculosidade, descarte adequado e viabilidade de recuperação; 2) o estabelecimento de um espaço físico dentro da UFRRJ, onde a comunidade acadêmica possa descartar adequadamente os REEE; e 3) a institucionalização de uma cultura de crítica e conscientização das potencialidades e problemáticas dos resíduos no âmbito da cidade, das políticas públicas e do Estado enquanto entidade que organiza o espaço urbano.

Pretendemos neste projeto dar nova visualização aos REEE e mostrar que é possível inserir essa inovação em elementos presentes no cotidiano. Em

suma, trata-se de construir valor em materiais “obsoletos” em determinada funcionalidade para que os mesmos possuam outra funcionalidade. Indicamos no item “justificativa” uma foto com dois puffs fabricados. Todavia, aplicamos e desenvolvemos a metodologia upcycling, no sentido de agregar valor aos REEE, produzindo produtos novos. O projeto em si é composto de dez atividades/fases, dentre elas a aplicação de questionário na comunidade acadêmica, o desenvolvimento de produtos, a elaboração de seminários, palestras e oficinas para socialização de metodologias para recuperação de REEE.

Na equipe do projeto, os alunos de Administração Pública terão como pressuposto a organização das ações; já o aluno de Engenharia Química orientará os processos químicos e de segurança; os alunos de Belas Artes e Economia Doméstica se responsabilizarão pelo desenvolvimento do design em conjunto com a Equipe; e todos organizarão as peças publicitárias e o marketing do projeto, facilitando o alcance do mesmo; por fim, todos os alunos participarão das atividades operacionais em regime de escala na parte produtiva.

Paralelamente, o projeto procurará demonstrar por meio das obras de arte produzidas que existem possibilidades concretas de reaproveitamento de materiais, necessitando, primeiramente, da percepção do REEE como um bem com valor de uso e de troca, porém desgastado com o uso e, em segundo, da percepção de novas formas funcionais para o uso dos mesmos, o que garante a construção de valor de uso e de troca. Por fim, o projeto buscará incentivar, desenvolver e aperfeiçoar as capacidades cognitivas de aprendizagem, criatividade e inovação dentre os membros da equipe para instaurar métodos, técnicas, designs e funcionalidades para além das desenvolvidas pelo designer chileno Rodrigo Alonso, assim como institucionalizar um debate acerca dos REEE na UFRRJ, em termos de inovação tecnológica e social. As figuras a seguir apresentam um dos produtos criados pela equipe do projeto.

**Figura 3.** Caixa porta-joias produzida pelos autores.



Fonte: elaborado pelos autores

**Figura 4.** Caixa porta-joias produzida pelos autores.



Fonte: elaborado pelos autores.

Na produção, utilizamos uma caixa em papel carta resistente nas dimensões 15x15x15, na qual utilizamos 30 CDs (doados pela comunidade acadêmica) para envelopamento. O conceito envolvido na criação era o de que a caixa porta-joias apresentasse o brilho e a preciosidade daquilo o que seria guardado lá dentro. Desta forma, conseguimos agregar valor (físico, social, econômico e simbólico) a uma simples caixa que, *a priori*, seria jogada fora. Da mesma forma, em relação aos CDs.

A caixa porta-joias representa o início do desenvolvimento de ideias e produtos que venham a demonstrar, não somente à comunidade acadêmica a

necessidade de se investir na formação discente no que toca ao aspecto empreendedor de solução de problemas e verificação de oportunidades, mas representa também uma oportunidade do Estado investir em iniciativas populares e coordenadas, objetivando ações de geração de trabalho e renda, pela inovação e criatividade de soluções para a problemática dos resíduos.

O papel do projeto Pense F5 é o de publicizar estas ações e demonstrar sua viabilidade, assim como evidenciar que há possibilidade de ganhos sociais, econômicos e políticos na estruturação de ações e políticas públicas pelo Estado no desenvolvimento do espaço urbano sustentável, não-agressor ao ambiente e, ao mesmo tempo, proativo quanto às potencialidades e problemáticas na gestão dos REEE e dos resíduos em geral.

## **5 Conclusões**

A PNRS regulamenta a forma com os resíduos sólidos devem ser geridos no Brasil, prevê como alguns de seus princípios e objetivos a cooperação entre todas as esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade, contribuindo assim para o compartilhamento de responsabilidades no que se refere ao ciclo de vida dos produtos. Ainda com este propósito, a lei destaca como um de seus vários instrumentos, a reciclagem, procura recuperar resíduos que aparentemente não apresentam potencial de uso e são descartados. Contudo, a reciclagem é associada ao downcycling, ou seja, um processo de recuperação de determinado objeto que resulta em produto com valor abaixo do inicial. Por outro lado, existe a metodologia upcycling, que visa recuperar determinado resíduo, transformando-o no sentido de agregar valor e potencializar a percepção sobre o mesmo, criando um produto novo. Neste sentido, este trabalho objetivou demonstrar, sob a luz da perspectiva do upcycling, ferramentas que possibilitem um desenvolvimento sustentável, trabalhando desta maneira a percepção do resíduo eletrônico como material reutilizável com um bem

econômico e de valor social, gerador de trabalho, renda e promotor de cidadania.

O trabalho abre uma agenda de discussão sobre uma técnica pouco conhecida no Brasil e quem vem ganhando espaço ao redor do mundo: o *upcycling*. Como definido anteriormente, ele se baseia em um método em que resíduos ou materiais considerados inúteis são expostos a uma dinâmica de transformação a fim de que lhe sejam atribuídos novo valor econômico e de utilidade material sem que haja alteração em sua forma original, tornando-o assim um método mais sustentável e rentável em termos econômicos. Em virtude dos fatos mencionados, somos levados a acreditar que a metodologia do *upcycling* deve ser estudada e sistematizada a fim que seus estudos contribuam para o seu uso em larga escala.

Desta forma, pensamos o projeto *Pense F5*, desenvolvido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica, com financiamento pela mesma instituição via bolsa de extensão. O projeto *Pense F5* tem como questão social a percepção de discentes, docentes e servidores técnico-administrativos acerca dos REEE. Percebemos que a falta de informações quanto ao descarte correto torna os REEE um problema crônico, uma vez que podem ser descartados incorretamente, causando impactos sociais e ambientais. Entendemos que neste problema há uma solução que perpassa justamente um processo educativo e comunicacional acerca dos mesmos, não somente por meio de informações, mas com propostas claras de como agir. O projeto pretende lidar com a falta de uma informação pública que seja clara, direta e simples, mas ao mesmo tempo, completa e direcionada ao dia-dia das pessoas. Por outro lado, esta informação se torna mais prática ao oferecer, além do aspecto teórico, informações quanto ao descarte e destinação adequada dos REEE no sentido de reaproveitamento. Neste sentido, a metodologia *upcycling* pode potencializar ações públicas e privadas não somente como medida de reaproveitamento, mas também de políticas públicas de geração de trabalho e renda, além de propriedade intelectual e inovação no âmbito dos REEE. É

fundamental desenvolver a percepção do REEE como um bem com valor de uso e de troca. E é neste sentido que as obras de arte desenvolvidas pela equipe do projeto vêm a ocupar esta função. O espaço da universidade é essencial para a aplicação destas iniciativas e ações, fundamentais para o desenvolvimento da capacidade crítica dos discentes, em termos pessoais, profissionais e acadêmicos acerca das problemáticas da Administração Pública.

### Referências bibliográficas

ABDI [AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL]. **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos: Análise de Viabilidade Técnica e Econômica**. Brasília: ABDI, 2013. Disponível em: <[http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl\\_1362058667.pdf](http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1362058667.pdf)>. Acesso em 20 de agosto de 2015.

BRASIL. **Lei nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em 20 de agosto de 2015.

DINÂMICA AMBIENTAL. **Conheça alguns exemplos de logística reversa e a reutilização do lixo industrial**. 2013. Disponível em: <<http://www.dinamicambiental.com.br/blog/sustentabilidade/conheca-exemplos-logistica-reversa-reutilizacao-lixo-industrial/>>. Acesso em 23 de agosto de 2015.

FERREIRA, Juliana Martins de Bessa; FERREIRA, Antônio Claudio. A Sociedade da Informação e o Desafio da Sucata Eletrônica. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**. v. 3, n. 3, 2008. p. 157-170. Disponível em: <<http://residuoseletronicos.poa.ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2013/10/A-Sociedade-da-Informacao-e-o-Desafio-da-Sucata-Eletronica.pdf>>. Acesso em 20 de agosto de 2015.

GERBASE, Annelise Engel; OLIVEIRA, Camila Reis de. Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química. **Quim. Nova**, Vol. 35, No. 7, p. 1486-1492, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422012000700035&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422012000700035&script=sci_arttext)>. Acesso em 20 de agosto de 2015.

HAJE, Lara. **Aprovada criação de PIB Verde para avaliar patrimônio ecológico**. Câmara Notícias, abril. 2015. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/MEIO-AMBIENTE/486336->

[APROVADA-CRIACAO-DE-PIB-VERDE-PARA-AVALIAR-PATRIMONIO-ECOLOGICO.html](#)>. Data de acesso: 18 de agosto de 2015.

HEBER, Florence; SILVA, Elvis Moura da. Institucionalização da política nacional de resíduos sólidos: dilemas e constrangimentos na Região Metropolitana de Aracaju (SE). **Rev. Adm. Pública** - Rio de Janeiro, vol 48, n. 4, p. 913-917, jul./ago. 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-76122014000400006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-76122014000400006&script=sci_arttext)>. Acesso em 20 de agosto de 2015.

IPEA [INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA]. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009\\_relatorio\\_residuos\\_solidos\\_urbanos.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf)>. Acesso em 20 de agosto de 2015.

IPEA. [INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA]. **Pesquisa sobre pagamento por serviços Ambientais Urbanos para Gestão de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/253/arquivos/estudo\\_do\\_ipea\\_253.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/253/arquivos/estudo_do_ipea_253.pdf)>. Acesso em 20 de agosto de 2015

KOTLER, Philip; ARMSTRONG, Gary. **Princípios de marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **Cradle to Cradle: Remaking the Way we Make Things**. 1.v. New York: North Point Press, 2002.

SUNG, K. A Review on Upcycling: Current Body of Literature, Knowledge Gaps and a Way Forward. **ICECESS 2015: International Conference on Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainability**, vol. 17, n. 4, p. 28-40, Part I, Venice, Italy, Apr 13-14, 2015. Disponível em: <<https://www.waset.org/abstracts/25698>> Acesso em 29 de Agosto de 2015.

SZAKY, Tom. **Revolution in a Bottle: How Terra Cycle is Eliminating the Idea of Waste**. New York: Penguin Group, 2013.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de coleta de dados no campo**. São Paulo: Atlas, 2009.