

**FABRÍZIA SOARES MELO**

**TRABALHO E SUSTENTABILIDADE NO TRATAMENTO DE  
RESÍDUOS ELETRÔNICOS: UM ESTUDO DE CASO NA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Trabalho de formatura apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do diploma de Engenheira de Produção.

**São Paulo**

**2013**



**FABRÍZIA SOARES MELO**

**TRABALHO E SUSTENTABILIDADE NO TRATAMENTO DE  
RESÍDUOS ELETRÔNICOS: UM ESTUDO DE CASO NA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Trabalho de formatura apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do diploma de Engenheira de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Laerte Idal Sznelwar

**São Paulo**

**2013**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Melo, Fabrizia Soares**

**Trabalho e sustentabilidade no tratamento de resíduos eletrônicos: um estudo de caso na Universidade de São Paulo / F.S. Melo. -- São Paulo, 2013.**

**146 p.**

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1.Ergonomia 2.Sustentabilidade I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.**

À minha mãe, por seu amor incondicional.



## **AGRADECIMENTOS**

Meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho:

Ao meu orientador Prof. Dr. Laerte Idal Sznelwar, pela disponibilidade de orientação, pelos ensinamentos, pela compreensão, e pela motivação para a conclusão do curso.

Ao grupo de pesquisa Trabalho e Sustentabilidade, pelos conselhos e conhecimento compartilhado.

À toda a equipe de TI da engenharia de produção, principalmente ao Flávio Ferreira, pela acolhida, disponibilidade e colaboração.

Aos profissionais do CEDIR, sobretudo à Neuci Bicov, pela boa vontade, cooperação e disponibilidade.

À minha família, por sempre me encher de energia e amor nas férias, feriados e folgas descansadas no meu querido Piauí.

A todos meus amigos de Teresina, de São Paulo e de Nantes, por nunca terem esgotado os conselhos e as palavras de motivação. Bianca, meu muito obrigada!

Ao meu namorado Fábio, por me apoiar em tudo o que faço, sempre me incentivando e acreditando que eu sou capaz. Obrigada, meu amor, por sempre me trazer à razão nos momentos de ansiedade.

À minha mãe maravilhosa, por ter suportado todos esses anos longe de sua filha única, que saiu de casa em Teresina, aos 17 anos, para realizar o sonho de estudar na Escola Politécnica da USP. Eu te amo demais, mãe!



“Não basta saber ler que ‘Eva viu a uva’. É preciso compreender qual a posição que Eva ocupa no seu contexto social, quem trabalha para produzir a uva e quem lucra com esse trabalho.”

(Paulo Freire)



## **RESUMO**

Este trabalho foi realizado no contexto da pesquisa Trabalho e Sustentabilidade, desenvolvida no departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Essa pesquisa pretende analisar o desenvolvimento sustentável por meio de uma abordagem ampla, em seus aspectos ambientais, sociais e econômicos. Mais especificamente, pretende-se analisar as ações sustentáveis do ponto de vista de seus executores, ou seja, do trabalho necessário para colocá-las em prática. O que se pretendeu analisar neste trabalho foram os impactos e implicações no trabalho de determinados funcionários devido à implementação do tratamento de resíduos eletrônicos pela Universidade de São Paulo. O trabalho dos atores envolvidos foi analisado por meio de método compreendendo as seguintes etapas: coleta de informações a respeito da população estudada e do contexto em que esses trabalhadores estão inseridos, mapeamento dos processos realizados, descrição das tarefas prescritas e atividades realizadas pela população estudada. Por fim, apresentaram-se sugestões de melhoria a serem adotadas pela universidade para tornar o tratamento de resíduos eletrônicos sustentável do ponto de vista dos executores do trabalho, e não apenas do meio ambiente.

**Palavras-chave:** Trabalho. Ergonomia. Sustentabilidade. Desenvolvimento sustentável. Lixo eletrônico. Reciclagem.



## **ABSTRACT**

This work was performed in the scope of the "Trabalho e Sustentabilidade" research developed in the "Engenharia de Produção" department at "Escola Politécnica da Universidade de São Paulo". This research intends to analyze the sustainable development through an in-depth approach in their environmental, social and economic aspects. More specifically, the goal is to analyze sustainable actions through the point of view of those who execute them, of the labor necessary to implement them. The intention of this work is to analyze the impacts and implications in the labor of certain employees due to the implementation of the electronic waste treatment carried by the "Universidade de São Paulo". The labor of the concerned actors was analyzed using a method that comprises the following stages: gathering of information about the studied population and the context in which these employees are inserted, mapping of the performed processes and description of the jobs prescribed to and fulfilled by the studied population. Finally, there were presented solutions of improvements to be made by the university in order to make the treatment of electronic waste sustainable both from the point of view of the environment and the workers.

**Keywords:** Labor. Ergonomics. Sustainability. Sustainable development. Electronic waste. Recycling.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Abordagem integrada da sustentabilidade e enfoque nas organizações .....	25
Figura 2 - Enfoque da pesquisa Trabalho e Sustentabilidade.....	26
Figura 3 - Princípio dos 3 Rs .....	40
Figura 4 - Da tarefa à atividade .....	45
Figura 5 - Esquema simplificado de um processo produtivo .....	54
Figura 6 - Escopo da pesquisa Trabalho e Sustentabilidade .....	55
Figura 7 - Etapas de gerenciamento de resíduos eletrônicos.....	62
Figura 8 - Criança chinesa sentada entre pilhas de cabos.....	64
Figura 9 - Equipe de suporte de TI do PRO .....	78
Figura 10 - Termo de Responsabilidade de Uso e Guarda dos Bens Móveis .....	80
Figura 11 - Macroprocesso de troca de material de informática (PRO).....	83
Figura 12 - Subprocesso de compra de material de informática por pedido individual (PRO).....	84
Figura 13 - Subprocesso de compra de material de informática por depreciação (PRO).....	85
Figura 14 - Subprocesso de compra de material de informática: troca de parque inteiro (PRO) .....	85
Figura 15 - Subprocesso de entrega das compras (PRO) .....	87
Figura 16 - Placas-mãe sem uso no PRO .....	88
Figura 17 - Subprocesso de reciclagem de material de informática (PRO) .....	89
Figura 18 - Material de reciclagem (sucata) armazenado no PRO.....	90
Figura 19 - Material de reciclagem (em bom estado) armazenado no PRO.....	91
Figura 20 - Material de reciclagem (sucata) na sala de audiovisual do PRO .....	91
Figura 21 - Lousa digital sem uso no PRO.....	92
Figura 22 - Container para embalagens .....	94
Figura 23 - Armário com cartuchos.....	95
Figura 24 - Equipamentos obsoletos na sala do TTO.....	95
Figura 25 - Divulgação do CEDIR na Cidade Universitária em 2009 .....	99
Figura 26 - Equipe do CEDIR (USP) .....	100
Figura 27 - Esquema de processos do CEDIR .....	101
Figura 28 - Macroprocesso de reuso e descarte de equipamentos eletrônicos na USP .....	103
Figura 29 - Subprocesso de reuso/reciclagem de equipamentos de informática (CEDIR) ....	105
Figura 30 - Soprador para a poeira .....	106
Figura 31 - Estoque de entrada paletizado.....	106

Figura 32 - Carrinho paleteiro.....	107
Figura 33 - Posto de trabalho dos técnicos onde ocorre a desmontagem .....	107
Figura 34 - Ferramentas de trabalho dos técnicos.....	108
Figura 35 - Separação por tipo de material .....	108
Figura 36 - Estoque de saída para empréstimo (equipamentos testados) .....	109
Figura 37 - Subprocesso de cadastro de entidade .....	110
Figura 38 - Subprocesso de cadastro de recicladores/fabricantes.....	110
Figura 39 - Subprocesso de empréstimo para entidades cadastradas.....	111
Figura 40 - Subprocesso de envio de material para fabricantes/recicladores .....	112
Figura 41 - Certificado de venda de material de reciclagem .....	112
Figura 42 - Galpão antigo do CEDIR, com bastante espaço livre e separação de materiais .	113
Figura 43 - Galpão atual do CEDIR, com pouco espaço de circulação .....	114
Figura 44 - Aviso de uso obrigatório de EPI no CEDIR .....	116
Figura 45 – Marca de poeira no estoque de saída do CEDIR .....	117
Figura 46 - Controle de iluminação improvisado na janela da sala de desmontagem de equipamentos do CEDIR .....	118
Figura 47 - Copa do CEDIR .....	118
Figura 48 - Tela de requisição de compra.....	141
Figura 49 - Tela de consulta de compras .....	141
Figura 50 - Consulta de um bem.....	142
Figura 51 - Planilha de material de reciclagem eletrônico no PRO: parte 1.....	143
Figura 52 - Planilha de material de reciclagem eletrônico no PRO: parte 2.....	144
Figura 53 - Planilha de material de reciclagem eletrônico no PRO: parte 3.....	145
Figura 54 – Trecho da planilha de organização das tarefas da equipe de TI do PRO .....	146

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Lixo eletrônico gerado em 2005-2006 entre emergentes, em toneladas/ano.....	65
Gráfico 2 - Lixo eletrônico gerado em 2005-2006 entre emergentes da América Latina, em toneladas/ano.....	66
Gráfico 3 - E-lixo gerado de computadores em kg/capita*ano .....	66



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - A USP em números (2012) .....	36
Tabela 2 - Categorias de equipamentos eletroeletrônicos .....	58
Tabela 3 - Quantidades de equipamentos eletroeletrônicos injetados no mercado mundial nos últimos anos.....	59
Tabela 4 - Principais componentes presentes em resíduos eletrônicos .....	60
Tabela 5 - Quadro explicativo de danos causados pelos resíduos eletrônicos .....	60
Tabela 6 - Quadro explicativo da notação dos fluxogramas .....	75
Tabela 7 - Descrição aproximada do aparato de infraestrutura do departamento de engenharia de produção.....	79
Tabela 8 - Material de reciclagem armazenado do PRO .....	89
Tabela 9 - Quadro das tarefas gerais da equipe de TI do PRO.....	96
Tabela 10 - Tarefas (trabalho prescrito) do macroprocesso de troca de equipamento no PRO	97
Tabela 11 - Atividades (trabalho real) no macroprocesso de troca de equipamento no PRO ..	98
Tabela 12 - Quadro de tarefas (trabalho prescrito) dos funcionários do CEDIR .....	114
Tabela 13 - Quadro de doenças ocupacionais dos funcionários do CEDIR .....	116



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AET</b>	Análise Ergonômica do Trabalho
<b>AVA</b>	Ambiente Virtual de Aprendizagem
<b>Bovespa</b>	Bolsa de Valores de São Paulo
<b>CCE</b>	Centro de Computação Eletrônica da USP
<b>CEDIR</b>	Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática
<b>CLT</b>	Consolidação das Leis do Trabalho
<b>Conama</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>EEE</b>	Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
<b>EPI</b>	Equipamento de Proteção Individual
<b>FAPESP</b>	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
<b>FCAV</b>	Fundação Carlos Alberto Vanzolini
<b>GRI</b>	<i>Global Reporting Initiative</i>
<b>HFS</b>	<i>Human Factors Society</i>
<b>IEA</b>	<i>International Ergonomics Association</i>
<b>IES</b>	<i>International Ergonomics Society</i>
<b>ISE</b>	Índice de Sustentabilidade Empresarial
<b>MIT</b>	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
<b>OCT</b>	Organização Científica do Trabalho
<b>ONG</b>	Organização Não Governamental
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>PNRS</b>	Política Nacional dos Resíduos Sólidos
<b>POLI</b>	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
<b>PRO</b>	Departamento de Engenharia de Produção da USP
<b>REEE</b>	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos

<b>SESMT</b>	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
<b>TBL</b>	<i>Triple Bottom Line</i>
<b>TI</b>	Tecnologia da Informação
<b>UNEP ou PNUMA</b>	<i>United Nations Environment Programme</i>
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	25
1.1	Contextualização e motivação .....	25
1.2	Objetivos .....	28
1.2.1	Objetivo geral .....	28
1.2.2	Objetivos específicos .....	28
1.3	Estrutura do trabalho.....	29
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	31
2.1	Sustentabilidade .....	31
2.1.1	Introdução.....	31
2.1.2	Sustentabilidade nas universidades .....	35
2.1.3	Reducir, reutilizar e reciclar .....	39
2.2	Ergonomia.....	41
2.2.1	Introdução.....	41
2.2.2	Principais conceitos .....	44
2.2.3	Diferença entre trabalho prescrito e trabalho real: consequências .....	51
2.3	A interface entre sustentabilidade e ergonomia .....	53
3	A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS .....	57
3.1	Introdução .....	57
3.2	Consequências do descarte inadequado .....	60
3.3	Gerenciamento dos REEE.....	62
3.4	Tendência mundial.....	63
3.5	Tendência no Brasil .....	65
3.6	Legislação brasileira .....	67
3.7	Legislação em São Paulo .....	68
3.8	Novas oportunidades de negócio .....	69

3.9	Tratamento do lixo eletrônicos em outras universidades .....	70
3.10	A situação da USP no tratamento de resíduos eletrônicos .....	71
4	MÉTODOS .....	73
5	RESULTADOS .....	77
5.1	Departamento de engenharia de produção .....	77
5.1.1	Histórico .....	77
5.1.2	A equipe de tecnologia da informação .....	78
5.1.3	O aparato de infraestrutura do PRO .....	79
5.1.4	Mapeamento dos processos .....	82
5.1.5	As quantidades de resíduos eletrônicos .....	89
5.1.6	Toners e cartuchos .....	94
5.1.7	Material de informática de grupos de pesquisa .....	95
5.1.8	Tarefas e atividades da equipe .....	96
5.2	Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR) .....	98
5.2.1	Histórico .....	98
5.2.2	A equipe do CEDIR .....	100
5.2.3	Mapeamento dos processos do CEDIR .....	101
5.2.4	O espaço de trabalho .....	113
5.2.5	A capacidade .....	114
5.2.6	Tarefas e atividades da equipe .....	114
5.2.7	Saúde dos trabalhadores .....	115
5.2.8	Condições de trabalho .....	117
5.2.9	CEDIR e PRO .....	119
6	DISCUSSÕES .....	121
6.1	Problemas encontrados .....	121
6.1.1	No departamento de engenharia de produção (PRO) .....	121

6.1.2	No Centro de Descarte e Reuso dos Resíduos de Informática da USP (CEDIR)	126
6.2	Sugestões de melhoria.....	128
6.2.1	No departamento de engenharia de produção (PRO) .....	129
6.2.2	No Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática da USP (CEDIR).....	130
6.3	Contribuições do trabalho .....	132
6.4	Limitações.....	133
7	CONCLUSÃO .....	135
	LISTA DE REFERÊNCIAS.....	137
	ANEXO A – Capturas de tela do sistema Mercúrio.....	141
	ANEXO B – Planilha de material de reciclagem (PRO).....	143
	ANEXO C – Planilha de organização das tarefas (PRO).....	145



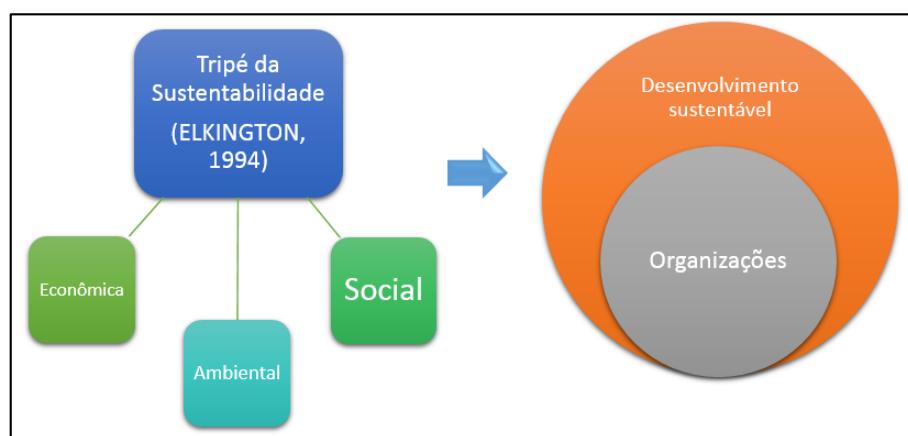
## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Contextualização e motivação

O presente trabalho propõe um estudo de caso sobre o tratamento de resíduos eletrônicos na Universidade de São Paulo (USP). Trata-se de um trabalho realizado no contexto da pesquisa Trabalho e Sustentabilidade, desenvolvida no departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP durante o período de maio de 2012 a abril de 2014, sob a responsabilidade do pesquisador Prof. Dr. Laerte Idal Sznelwar, e financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP<sup>1</sup>. A autora deste trabalho participa do referido grupo de pesquisa desde o início do ano letivo de 2013.

Como o próprio nome já diz, o enfoque desta pesquisa é analisar as relações entre trabalho e sustentabilidade, a partir de uma abordagem integrada do desenvolvimento sustentável, ou seja, considerando os seus aspectos ambientais, sociais e econômicos (ver Figura 1). Em outras palavras, o objetivo principal da pesquisa é estudar os impactos e implicações aos trabalhadores que executam atividades em empresas adeptas à sustentabilidade ou comprometidas com a responsabilidade social.

**Figura 1 - Abordagem integrada da sustentabilidade e enfoque nas organizações**



**Fonte:** elaborado pelo grupo de pesquisa Trabalho e Sustentabilidade.

A pesquisa Trabalho e Sustentabilidade realiza-se em um contexto em que cresce bastante o discurso sobre sustentabilidade nas organizações. Essas, por sua vez, adequam os seus processos produtivos para colocar em prática suas políticas sustentáveis, atingindo determinadas metas. Porém, percebe-se que, normalmente, o foco das adequações dos

<sup>1</sup> Site da FAPESP: <<http://www.fapesp.br>>

processos produtivos para a sustentabilidade está no resultado do trabalho, isto é, nas saídas dos processos: produtos que consomem menos energia, embalagens com menos quantidade de material, dentre outros. Assim, o enfoque está frequentemente direcionado a objetivos de cunho ambiental.

Mesmo quando as preocupações com a sustentabilidade estão no âmbito social, elas geralmente se traduzem em ações voltadas externamente à organização, tais como apoio financeiro a fundações e ONGs. Senão, quando aplicadas internamente, elas consistem em estimular o bem-estar dos trabalhadores através da prática de exercícios físicos, combate à obesidade, ao alcoolismo etc. Assim, não se explora o contexto da execução do trabalho em si, no que seria o trabalho em uma perspectiva sustentável para seu executor (ver Figura 2). Essa questão parece que ainda não faz parte das preocupações. A dimensão social da sustentabilidade com foco no conteúdo do trabalho geralmente é tratada em segundo plano, como se o ato de trabalhar tivesse, sob o ponto de vista da produção, uma menor relevância.

**Figura 2 - Enfoque da pesquisa Trabalho e Sustentabilidade**



**Fonte:** elaborado pelo grupo de pesquisa Trabalho e Sustentabilidade.

Nesse sentido, as questões da pesquisa Trabalho e Sustentabilidade são as seguintes (vale deixar claro que as questões são listadas a seguir apenas com o propósito de situar melhor o contexto deste trabalho, já que nem todas essas perguntas estão no escopo desse):

- De que forma o trabalho entra como questão estratégica para a sustentabilidade nas organizações?
- Quais as questões que influenciam na definição do projeto das operações, nos conceitos de serviços, nos procedimentos e nas tarefas?

- Quais são as variáveis, indicadores e fatores associados aos conceitos de um trabalho considerado sustentável para os sujeitos?
- Como o discurso da sustentabilidade e/ou responsabilidade social corporativa se traduz em ação direta na dimensão social interna, isto é, no trabalho?
- Como propiciar ao ambiente empresarial uma forma estruturada e proativa para considerar o trabalho em suas próprias estratégias de sustentabilidade?
- Como desenvolver um diálogo entre abordagens já existentes que se ocupam da questão do trabalho e que possam servir para a constituição deste referencial?

Pretende-se responder às questões de pesquisa relacionadas anteriormente a partir de duas abordagens distintas: o trabalho para a sustentabilidade e a sustentabilidade para o trabalho.

A primeira delas – o trabalho para a sustentabilidade – foca nas implicações no trabalho por conta da incorporação de ações de sustentabilidade na organização. Nesse caso, ao substituir ou adequar algum processo produtivo por outro considerado mais sustentável, as tarefas sofrem alterações, gerando novos constrangimentos não previstos, ou que não existiam anteriormente.

A segunda abordagem – a sustentabilidade do trabalho – dedica-se à maneira com a qual o trabalho é tratado pelas organizações, visto que qualquer processo necessariamente tem um trabalho a ele associado, seja ele direto ou indireto. Em outras palavras, trata-se de como é tida a questão da sustentabilidade da tarefa dos indivíduos.

Ao mesmo tempo, são crescentes as preocupações em âmbito mundial quanto à destinação apropriada para os milhões de toneladas dos resíduos eletroeletrônicos produzidos a cada ano, fruto dos recentes avanços tecnológicos, causando problemas sem precedentes. É um tema bastante em voga atualmente em sustentabilidade ambiental, em relação ao qual a USP decidiu tomar providências de maneira pioneira dentre as instituições de ensino brasileiras.

Este trabalho, então, compartilha das mesmas motivações da pesquisa Trabalho e Sustentabilidade, apresentando-se na interface entre a ciência da ergonomia e a sustentabilidade. Sendo o tratamento de resíduos eletrônicos uma ação sustentávelposta em prática há poucos anos na USP, o presente trabalho direciona algumas das questões de pesquisa internamente à universidade em questão. A abordagem utilizada é “o trabalho para a sustentabilidade”, uma vez que se pretende focar nas implicações para o trabalho devido à incorporação da reciclagem de resíduos eletrônicos na USP.

Em um primeiro momento, o tema é delimitado ao departamento de engenharia de produção (PRO) da Escola Politécnica Universidade de São Paulo, onde acontece uma primeira parte do tratamento dos resíduos eletrônicos. Em um segundo momento, o recorte passa a ser o Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática da USP (CEDIR), que atende toda a universidade na fase seguinte do tratamento dos resíduos.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como propósito analisar, sob a ótica da ergonomia, como se dá o processo de tratamento de resíduos eletrônicos no departamento de Engenharia de Produção (PRO) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e no Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR) da USP. Em outras palavras, o objetivo é investigar o trabalho humano necessário para pôr em prática o processo sustentável em questão – a destinação adequada do lixo eletrônico no contexto da USP –, e seus impactos e influências nas atividades dos funcionários envolvidos.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são os seguintes:

- Descobrir quem são os atores envolvidos no processo de troca de material de informática no departamento de engenharia de produção e quais são as suas responsabilidades;
- Investigar a trajetória percorrida por um equipamento eletrônico que passa pelo departamento de engenharia de produção, desde a sua compra até a saída do prédio, identificando processos e mapeando-os;
- Mapear as responsabilidades da equipe de trabalhadores do CEDIR;
- Investigar a trajetória percorrida por um equipamento eletrônico que passa pelo CEDIR, identificando processos e mapeando-os;
- Avaliar as conformidades do que acontece na prática com a legislação brasileira e as normas da USP;

- Averiguar possíveis diferenças entre o trabalho prescrito e o trabalho real dos atores envolvidos, tanto a nível do PRO quanto a nível do CEDIR, e detectar suas consequências para a saúde dos trabalhadores;
- Sugerir melhorias aos possíveis problemas encontrados.

### 1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho é composto pelos seguintes capítulos:

- Introdução;
- Revisão da literatura: é feita uma análise sobre o tema com base em artigos e livros. As áreas de conhecimento abordadas são a sustentabilidade e a ergonomia, seguidas de uma análise da interface entre essas duas disciplinas;
- A problemática dos resíduos eletroeletrônicos: é feita uma revisão da literatura existente sobre o tema do tratamento de resíduos eletroeletrônicos, com base em artigos, relatórios científicos, notícias e normas jurídicas;
- Métodos: são descritos os métodos e ferramentas utilizados para a realização do trabalho;
- Resultados: nesta seção, são apresentadas as informações colhidas relativas ao processo de tratamento de resíduos eletrônicos no departamento de engenharia de produção e no CEDIR, com seus respectivos processos mapeados;
- Discussões: nessa parte a autora discute os problemas detectados a partir dos resultados encontrados, propõe sugestões de melhorias, analisa as contribuições do trabalho e explicita suas limitações;
- Conclusão;
- Lista de referências;
- Anexos.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Sustentabilidade

Nas últimas décadas, a sociedade tem assistido a consequências de séculos de produção desenfreada de bens de consumo. Atualmente, discussões sobre desenvolvimento não podem mais ser dissociadas da exploração do meio ambiente nem da justiça social. Ganha força a tendência ao consumo social e ambientalmente responsável; a utilização de fontes alternativas de energia, tais como a solar e a eólica, é cada vez mais incentivada; grandes empresas são pressionadas a tomar medidas de conservação de recursos naturais. Cresce a responsabilidade das grandes organizações produtoras de bens e serviços em relação aos grandes problemas da sociedade, como a fome, a pobreza, a saúde. A sustentabilidade surge como um desafio rumo a um novo paradigma de produção, menos invasivo e mais consciente.

#### 2.1.1 Introdução

Segundo Romeiro (2010), desde o surgimento dos primeiros *homo sapiens*<sup>2</sup>, há centenas de milhares de anos, até a Revolução Industrial, ocorrida em meados do século XVIII, o ser humano interagiu com a natureza de maneira a modificá-la, porém sem desequilibrá-la. Mesmo o domínio do fogo, que permitiu o desenvolvimento de técnicas e instrumentos mais arrojados, não gerou um contexto em que o homem poderia desequilibrar o ecossistema em que vivia. Naquela época, as interações do homem com o meio ambiente assemelhavam-se às interações de outras espécies com a natureza, o que sabemos claramente não causar grandes impactos ao planeta.

Com a Revolução Industrial, aumentou a capacidade do ser humano de alterar a natureza e de retardar o máximo possível soluções que diminuíssem as consequências ruins da exploração desregrada. Simultaneamente, o progresso tecnológico permitia avanços na nossa qualidade de vida, podendo, portanto, mascarar durante um determinado tempo essas possíveis consequências negativas. Além disso, mesmo que essas modificações fossem de tal maneira que respeitassem todos os princípios de equilíbrio da natureza, a Revolução Industrial permitiu uma expansão imensa da atividade humana. Em outras palavras, não só o modo de interferir

---

<sup>2</sup> *Homo sapiens* é a espécie taxonômica do homem moderno.

mudou, como também a quantidade de interferências, e em grande velocidade (ROMEIRO, 2010).

Surge aí o conceito de “capacidade de carga”<sup>3</sup>: é o máximo que as atividades exploratórias humanas conseguem retirar de recursos naturais do planeta, sem que ocorram grandes catástrofes como consequência. Claro que o avanço tecnológico é capaz de atenuar esse impacto, mas a população humana vem crescendo em quantidade, e o consumo também. Por isso, surge uma necessidade urgente não só de inovações tecnológicas que permitem reverter esse quadro, como também de um novo padrão de consumo, que não implique em um crescimento contínuo e ilimitado do consumo dos recursos naturais *per capita* (ROMEIRO, 2010).

Para Khalili (2011, p.6), o economista John Hicks<sup>4</sup> conceituou sustentabilidade em 1946, quando definiu renda como sendo a quantidade de capital, seja natural ou financeiro, com o qual se pode viver durante um certo período de tempo e, no final desse período, estar tão bem quanto no início.

Segundo Blackburn (2007, p.3), as primeiras noções de sustentabilidade surgiram no ano de 1972, durante a Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente da ONU, mais conhecida como Conferência de Estocolmo<sup>5</sup>. Naquela época, a comunidade científica começava a relacionar as ações do homem com o meio ambiente, mais particularmente com os problemas ambientais causados pela poluição atmosférica que as indústrias provocavam. Percebeu-se que desenvolvimento econômico e a proteção ambiental estavam intrinsecamente ligados. A partir daí, vários episódios que aconteceram nos anos seguintes, como o acidente nuclear de Chernobyl em 1986 e o derramamento de óleo no Alaska em 1989, causaram comoção pública e consolidaram cada vez mais as exigências por responsabilidade com o meio ambiente.

Além disso, o contexto social mundial da época também passava por grandes transformações, podendo se citar como exemplo a luta contra o Apartheid na África do Sul. Quando o movimento pela igualdade de direitos foi ganhando força, empresas que não reconheciam a igualdade racial por meio da igualdade de oportunidades começaram a perder

<sup>3</sup> *Carrying capacity*, em inglês.

<sup>4</sup> John Richard Hicks (8 de abril de 1904 – 20 de maio de 1989) foi um economista britânico e um dos mais importantes e influentes economistas do século XX.

<sup>5</sup> Conferência realizada em Estocolmo entre 5 e 16 de junho de 1972. Primeira iniciativa internacional sobre o tema, da qual resultou um documento chamado “Declaração da Conferência da ONU sobre o ambiente humano”, contendo 26 princípios sobre a conservação do meio ambiente.

investimentos, contribuindo para o fortalecimento da responsabilidade social no ambiente corporativo (BLACKBURN, 2007).

Nesse contexto, a ONU criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, cuja responsabilidade seria propor estratégias para a melhoria do bem-estar da população sem ameaçar o meio ambiente. Como resultado dessa comissão, que foi presidida por Gro Harlem Brundtland, uma política norueguesa, foi escrito o Relatório Brundtland, publicado sob o título de Nossa Futuro Comum (*Our Common Future*). Esse relatório contém a descrição mais comumente usada atualmente para desenvolvimento sustentável: “é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades dos presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (BLACKBURN, 2007).

Mais tarde, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida também como ECO-92, o termo “desenvolvimento sustentável” foi consolidado, acrescentando-se a ele conteúdos de cunho social, tais como pobreza, paz, igualdade de gênero e preocupações com os povos indígenas (BLACKBURN, 2007).

Para Khalili (2011), sustentabilidade seria, em sua essência, manter uma economia que prevenisse a liquidação de capital natural. Já desenvolvimento sustentável seria um resultado de cunho social e ambiental originado da sustentabilidade.

Em 1997, John Elkington<sup>6</sup> originou o termo *Triple Bottom Line* (TPL), que pode ser traduzido para o português como “tripé da sustentabilidade”. Esse termo representa o conceito de que, para ser considerada sustentável verdadeiramente, uma organização não deve apenas atingir a performance desejada do *bottom line* (termo em inglês que geralmente significa lucro) econômico, mas também performances sociais e de meio ambiente (BLACKBURN, 2007). O *Global Reporting Initiative* (GRI)<sup>7</sup> incorporou o conceito de TPL nos seus documentos que serviriam de guia para empresas que quisessem produzir os seus relatórios de sustentabilidade.

Segundo Khalili (2011), as tentativas de conceituação tem mostrado que a sustentabilidade tem múltiplas facetas e é muito complexa. Por isso, os conceitos tem evoluído sempre para uma noção multidisciplinar do tema. De acordo com Amato Neto (2011), dentre as diversas abordagens existentes atualmente de sustentabilidade, a do TBL representa

<sup>6</sup> Sociólogo britânico, referência mundial em desenvolvimento sustentável e responsabilidade corporativa. Autor de best-sellers, como “Canibais com garfo e faca” e Green consumer guide (“Guia do consumidor verde”).

<sup>7</sup> GRI é uma organização que produz a mais abrangente estrutura para relatórios de sustentabilidade do mundo, incentivando a transparência organizacional nas empresas. É uma organização não-governamental composta por uma rede de líderes no assunto, fundada em 1997 pela Ceres ([www.ceres.org](http://www.ceres.org)) e pela UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente da ONU).

adequadamente, de forma sistêmica e integrada, a complexidade do tema em suas diversas dimensões. Ainda segundo Amato Neto (2011) as três dimensões da sustentabilidade seriam: dimensão socioeconômica, dimensão ambiental e dimensão cultural.

A dimensão socioeconômica consistiria em organizações produtoras de bens e serviços irem além da preocupação de ter uma atividade produtiva rentável e de gerar renda e emprego nas regiões onde atuam. No contexto da sustentabilidade, essas empresas devem: engajar-se no combate à pobreza e à fome; participar de ações individuais (internas) e coletivas (com sindicatos, entidades de classe etc.) a fim de fomentar o desenvolvimento sustentável em diversas regiões do planeta; empenhar-se na tarefa de alterar o padrão atual de consumo, pois a lógica da “sociedade do consumo”, inaugurada pelos Estados Unidos no pós-guerra, não se sustenta mais nos dias de hoje; promover a saúde e a qualidade de vida (AMATO NETO, 2011).

A dimensão ambiental, certamente a mais notável dentre os três pilares da sustentabilidade, trata dos impactos ao meio ambiente causados pelo modelo de desenvolvimento econômico dos últimos séculos. A crise ambiental manifesta-se de diversas formas, podendo-se citar: o aquecimento global do planeta – consequência da crescente emissão de gases de efeito estufa, a destruição da camada de ozônio, o crescente desmatamento de matas e florestas, a contaminação da água, a erosão dos solos, a desertificação de vastas regiões do planeta, a perda da diversidade da fauna e da flora (AMATO NETO, 2011). Dessa forma, as ações esperadas das empresas para minimizar esses impactos segundo a perspectiva da sustentabilidade seriam: ações de conservação da biodiversidade, proteção da qualidade dos recursos hídricos, gestão ecologicamente racional dos produtos químicos tóxicos, gestão apropriada de resíduos perigosos, gestão adequada dos rejeitos sólidos (AMATO NETO, 2011).

Para Amato Neto (2011), a sustentabilidade também tem um pilar cultural. Essa perspectiva engloba os seguintes aspectos: tolerância religiosa, respeito à multiplicidade de valores, respeito às diversas formas de produção e difusão do conhecimento nas comunidades, à diversidade de línguas, às diferentes expressões artísticas e visões de mundo, e também ações de educação para o desenvolvimento sustentável (AMATO NETO, 2011).

Para Blackburn (2007), dos anos 2000 até os dias de hoje, os conceitos de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável foram sendo espalhados e refinados. Atualmente, os relatórios de sustentabilidade estão presentes na grande maioria das grandes organizações mundiais. Produtos sustentáveis não são mais projetos para o futuro, mas sim realidades de sucesso no mercado, tais como: alimentos orgânicos, carros elétricos, dentre outros. Ativistas e ONGs possuem bastante força atualmente nas exigências de respeito ao meio

ambiente. O mais importante disso tudo é, claro, a mudança de cultura da população, principalmente em países mais desenvolvidos (América do Norte, Europa e Japão), que busca cada vez mais ter hábitos menos impactantes ao meio ambiente no dia-a-dia (BLACKBURN, 2007).

No Brasil, a sustentabilidade ainda caminha em seus primeiros passos. A grande maioria da população ainda não está sensibilizada quanto ao tema e as iniciativas empresariais são localizadas. Um bom exemplo seria o da Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa), que criou, em 2005, um índice de ações que fosse um referencial para investimentos: o Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE). Assim como outros índices utilizados no cenário financeiro internacional, o ISE passou a refletir o retorno de uma carteira formada por empresas ditas sustentáveis e responsáveis socialmente (AMATO NETO, 2011).

Outro termo que é recorrente quando se trata da temática sustentabilidade é o de Responsabilidade Social Corporativa<sup>8</sup>. Para Blackburn (2007, p.5), geralmente os termos “sustentabilidade”, “desenvolvimento sustentável”, “responsabilidade social corporativa” e “responsabilidade social” são usados para o mesmo fim. Porém, ele admite que responsabilidade social também pode ser usada às vezes como sendo sinônimo apenas do pilar social do TPL. Ou seja, na prática, não há um consenso sobre a amplitude desses conceitos, refletindo o caráter ainda não muito unânime da teoria de sustentabilidade.

A sustentabilidade é, portanto, sistêmica, a medida em que se refere à continuidade dos meios sociais, econômicos e ambientais da sociedade humana.

### **2.1.2 Sustentabilidade nas universidades**

Em seu livro *The Sustainability Handbook*<sup>9</sup>, Blackburn (2007) dedica um capítulo inteiro a uma análise da importância de se incorporar a cultura do desenvolvimento sustentável no funcionamento de universidades, por meio de políticas e práticas sustentáveis. Ele aborda, utilizando-se de vários exemplos, o que tem sido e o que deve ser feito na prática para que a mudança de paradigma dê certo.

Segundo ele, “para algumas pessoas, faculdades e universidades podem parecer como distantes e isoladas torres de marfim, oferecendo pouca ajuda prática na luta por

<sup>8</sup> Corporate Social Responsibility, em inglês.

<sup>9</sup> Em português seria algo como “o manual da sustentabilidade”.

sustentabilidade. Nada poderia estar mais longe da verdade”<sup>10</sup> (BLACKBURN, 2007, tradução nossa).

É uma ingenuidade pensar que instituições de ensino não tenham um papel essencial na iminente transformação do paradigma de produção para um padrão mais sustentável. Seria negar que universidades não fabricam produtos e serviços que impactam o meio ambiente, a economia e as pessoas, assim como outras organizações o fazem.

Um campus universitário pode ser comparado a uma pequena cidade: ele é formado por vários prédios, ruas e áreas verdes. Nele, há pessoas que transitam todos os dias, estudando, trabalhando, alimentando. Essas pessoas utilizam seus carros particulares ou transporte público para chegar e deixar o local, assim como para deslocar-se dentro dele ao longo do dia. Os *campi* geralmente tem uma área esportiva, um hospital universitário, museus, bancos, restaurantes, e até conjuntos residenciais, ou seja, possuem a estrutura básica de uma cidade (BLACKBURN, 2007). Então, se a preocupação em aplicar práticas sustentáveis é global, por que não dentro dos *campi* universitários?

Na tabela a seguir, são apresentados alguns números que caracterizaram a USP no ano de 2012, com o objetivo de se dar uma noção da grandiosidade dessa universidade. Vale frisar que os dados são relativos a todos os *campi* da universidade.

**Tabela 1 - A USP em números (2012)**

Área territorial (aproximadamente)	76.314.505 m <sup>2</sup>
Área edificada (aproximadamente)	1.823.625 m <sup>2</sup>
Unidades e outros órgãos	89
Ensino e pesquisa	42
Órgãos centrais de direção e serviço	33
Institutos especializados	6
Hospitais e serviços anexos	4
Museus	4
Alunos Matriculados	92064
Concluintes da graduação	7665
Títulos outorgados na pós-graduação	6016
Docentes	5860
Técnicos-Administrativos	16837
Bibliotecas	46
Acervo	16386167
Frequência de usuários das bibliotecas	2863010
Total de microcomputadores	56937

(continua)

---

<sup>10</sup> Transcrição do original: “to some people, colleges and universities may seem like distant, isolated ivory towers, offering little practical help in the fight for sustainability. Nothing could be further from the truth.”

## (conclusão)

Total de impressoras	14994
Museus (total de visitantes)	1138373

**Fonte:** Site da USP<sup>11</sup>.

Outro ponto relevante é que o papel fundamental da universidade em formar profissionais é essencial para conscientizar essas pessoas quanto aos problemas do atual padrão desenfreado e inconsequente de produção. Não só os profissionais formados, mas todos que vivem o ambiente acadêmico, direta e indiretamente, são também consumidores e trabalhadores das corporações. Portanto, sensibilizar esses seres humanos quanto ao desenvolvimento sustentável é sensibilizar a própria sociedade, primeiro passo para um caminho mais sustentável (BLACKBURN, 2007).

Ademais, a universidade é naturalmente um ambiente propício à inovação devido à grande geração e compartilhamento de conhecimento. Dessa maneira, sua capacidade de criar novas soluções para os atuais problemas econômicos, sociais, e ambientais que o mundo está enfrentando deve ser usada em favor da transformação da realidade (BLACKBURN, 2007).

Blackburn (2007) define um arcabouço conceitual<sup>12</sup> para a sustentabilidade em universidades. Em um primeiro momento, ele interpreta a introdução da sustentabilidade nas universidades como uma incorporação, na verdade, em três níveis:

- Sustentabilidade nas operações: refere-se ao funcionamento sustentável da parte operacional e administrativa que funciona nos prédios da universidade, como o seu abastecimento de materiais, água, energia e o consumo consciente;
- Sustentabilidade nos produtos e serviços: os produtos e serviços que a universidade produz seriam, no caso, a formação proporcionada e as pesquisas realizadas;
- Sustentabilidade nas atividades do corpo discente e de toda a comunidade atingida direta ou indiretamente pelas atividades da universidade.

Como é de esperar, dificuldades serão encontradas quando da implantação de práticas sustentáveis, da mesma maneira em que ocorre em outros tipos de empresas. Um obstáculo significativo pode ser a dificuldade de encontrar líderes da alta administração que sejam conscientizados quanto ao tema e tenham a ambição de colocar em prática políticas de

---

<sup>11</sup> Disponível em: <<http://www5.usp.br/usp-em-numeros>>

<sup>12</sup> Framework, em inglês.

sustentabilidade. Ter a visão é um início, mas não é suficiente sem a execução, obviamente (BLACKBURN, 2007).

Blackburn (2007) divide em três tipos os sistemas a serem implementados de maneira a possibilitar a execução de práticas sustentáveis em universidades: sistemas operacionais, sistemas financeiros, sistemas de relatórios. Ou seja, deve-se controlar as operações dos projetos, controlar os custos e documentar as mudanças.

Depois de implementar as práticas, para perpetuá-las é preciso desenvolver, integrar e alinhar esforços ao longo da organização, através de seus corpos administrativo, docente e discente, de maneira transversal. É preciso incorporar a lógica da sustentabilidade nas tomadas de decisão, nas compras, nos investimentos (BLACKBURN, 2007).

Ainda segundo Blackburn (2007), alguns obstáculos institucionais podem surgir devido à forma com que uma universidade se organiza. O autor explica-os da seguinte maneira:

- Abordagem multidisciplinar: tradicionalmente, as universidades são divididas por disciplinas. Essa forma de dividir está muito enraizada como padrão único possível, principalmente porque certos departamentos podem já ter um certo renome, isto é, podem ser conhecidos daquela maneira, com aquele nome, podem ter ganhado prêmios com aquela estruturação etc. Ou seja, a reputação da instituição já está ligada à forma com que ela se organiza. Mas a sustentabilidade é muito complexa, tem várias dimensões, é multidisciplinar, ou seja, não combina com a maneira funcionalista tradicional de divisão das faculdades/departamentos. É necessária uma visão mais transversal desses departamentos. É mais confortável permanecer organizado da maneira tradicional, mas isso isola conhecimentos complementares. Para se formarem equipes mais heterogêneas, pode ser necessário um incentivo externo, como o de autoridades do governo, de empregadores (grandes corporações etc.);
- Criação de uma abordagem multissetorial: a sustentabilidade deve ser implementada tanto nas operações, quanto nos produtos e serviços (ensino e pesquisa) e na mentalidade (na vivência) dos estudantes. Se há uma ideia de um projeto em sustentabilidade na universidade, quanto mais setores forem atingidos por ele, melhor. Por exemplo, o envolvimento de estudantes da instituição em projetos reais aplicados na estrutura na universidade, como o fornecimento de materiais para os prédios do campus, seria uma maneira de fomentar essa geração

de conhecimento multisectorial. Ademais, quando os estudantes vivenciam projetos na prática, ou em outras palavras, põem a “mão na massa”, a cultura de sustentabilidade é mais bem absorvida e pode servir para deslanchar novos projetos partindo deles próprios. O corpo administrativo e a base operacional também precisam cooperar com os projetos e, claro, fazer sua parte. Assim, é necessário que a equipe de projeto contenha membros motivados de todos esses setores, criando juntos uma nova maneira de trabalhar. Vale acrescentar que o envolvimento pode ser expandido por meio de publicidade e apoio da alta gerência da universidade.

- Financiamento: a cultura do desenvolvimento sustentável ainda não está implantada como deveria ser, portanto, é difícil que esses projetos multidisciplinares e multisectoriais sejam bem contemplados com o orçamento da universidade. Os recursos financeiros acabam se tornando um grande empecilho à implementação da sustentabilidade em universidades. Alguns governos de outros países financiam esse tipo de pesquisa, como o da Alemanha, Holanda e Reino Unido. Porém, infelizmente esses exemplos ainda são raros.

Portanto, a implantação de práticas sustentáveis em universidades demanda uma mobilização da instituição como um todo, e não apenas ações pontuais. Isso é uma consequência direta do caráter multidimensional e sistêmico da sustentabilidade.

### **2.1.3 Reduzir, reutilizar e reciclar**

Segundo Blackburn (2007, p. 501), a reciclagem permanece sendo a iniciativa de sustentabilidade mais popular nos *campi* universitários. A dimensão ambiental da sustentabilidade já é a mais visível dentre as três (ambiental, socioeconômica e cultural), e os benefícios da reciclagem para o meio ambiente são bem claros e a curto prazo. Por isso, as primeiras iniciativas de sustentabilidade geralmente começam por aí.

Nessa perspectiva, não se pode esquecer um dos princípios básicos de sustentabilidade ambiental: o princípio dos 3 Rs (ver Figura 3). Esse princípio ganhou mais notoriedade após a ECO-92<sup>13</sup>, pois foi previsto na Agenda 21<sup>14</sup>, um dos principais documentos resultantes dessa

---

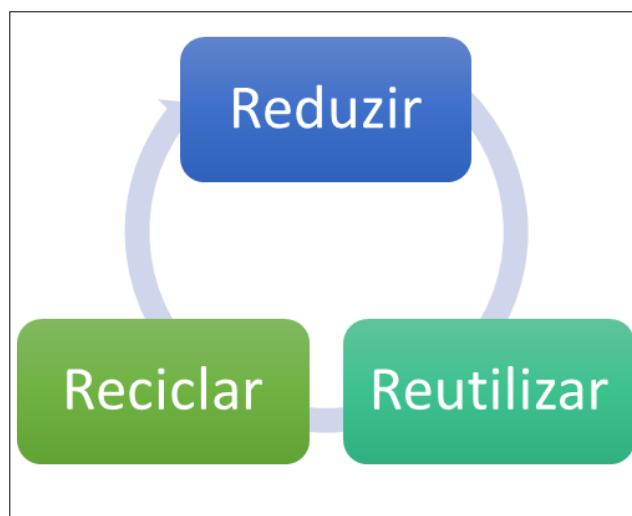
<sup>13</sup>A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida também como ECO-92, Rio-92, Cúpula ou Cimeira da Terra, realizada entre 3 e 14 de junho de 1992 no Rio de Janeiro, reuniu mais de cem chefes de Estado que buscavam meios de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a conservação e proteção dos ecossistemas da Terra (Fonte: Wikipedia).

<sup>14</sup>Documento lançado na ECO-92, que sistematiza um plano de ações com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável. Tem 40 capítulos, e foi escrito de maneira participativa. A partir de então, 179

conferência. A seguir, segue transcrição de trecho extraído do capítulo 21 do documento em questão:

- 21.5. Em consequência, a estrutura da ação necessária deve apoiar-se em uma hierarquia de objetivos e centrar-se nas quatro principais áreas de programas relacionadas com os resíduos, a saber:
- (a) Redução ao mínimo dos resíduos;
  - (b) Aumento ao máximo da reutilização e reciclagem ambientalmente saudáveis dos resíduos;
  - (c) Promoção do depósito e tratamento ambientalmente saudáveis dos resíduos;
  - (d) Ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos (AGENDA 21, 1992<sup>15</sup>).

**Figura 3 - Princípio dos 3 Rs**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

O princípio dos 3 Rs é, portanto, um dos caminhos para a solução dos problemas relacionados ao lixo. Reduzir significa consumir menos produtos, e preferir aqueles que tenham menor potencial de geração de resíduos e tenham maior durabilidade; reutilizar é aproveitar o máximo possível dos produtos já disponíveis, sem a compra de novos, até o fim de sua vida útil; reciclar envolve a transformação dos componentes dos produtos usados em matéria-prima para a indústria, por meio de processos industriais ou artesanais.

O Instituto Akatu<sup>16</sup> sugere a inclusão de mais um R antes dos 3 Rs originais. Seria o “repensar”: sempre fazer uma autorreflexão sobre o comportamento de consumo, e os impactos que eles provocam na economia, nas relações sociais e na natureza.

---

países assumiram o compromisso de contribuir para a preservação do meio ambiente.

<sup>15</sup> Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>

<sup>16</sup>O Instituto Akatu é uma organização não governamental sem fins lucrativos que trabalha pela conscientização e mobilização da sociedade para o consumo consciente (Fonte: [www.akatu.org.br](http://www.akatu.org.br)).

## 2.2 Ergonomia

### 2.2.1 Introdução

Desde os primórdios de sua existência, o homem sempre buscou melhorar o seu trabalho. Tanto é verdade que, durante a chamada pré-história, o homem aperfeiçoou seus instrumentos e suas armas ao longo do tempo, por meio de pedras polidas, ossos, madeiras e, mais tarde, através da introdução de metais (cobre, ouro e estanho).

Etimologicamente, o termo “ergonomia” deriva do grego *ergon*, que significa trabalho, e de *nomos*, que significa leis e regras. Foi um cientista polonês, Wojciech Jastrzebowski, o primeiro a cunhar o termo, em 1857, em um trabalho intitulado “Ensaios de ergonomia, ou ciência do trabalho, baseada nas leis objetivas da ciência sobre a natureza”.

Durante a Segunda Guerra Mundial, quase cem anos mais tarde, a ergonomia começou a se desenvolver no contexto de uma conjugação de esforços multidisciplinares (ciências humanas, biológicas e de tecnologia) para a solução de problemas no manuseamento de aparelhos militares complexos. Foi uma época em que engenheiros, médicos, antropólogos, psicólogos etc. trabalharam juntos, gerando um rico conhecimento, que foi aproveitado pela indústria no pós-guerra (DUL e WEERDMEESTER, 1995).

A ergonomia passou a ser oficialmente uma disciplina em 1949, com a criação da *Ergonomics Research Society*<sup>17</sup>, na Inglaterra. Dez anos depois, foram criadas nos Estados Unidos a *Human Factors Society*<sup>18</sup> (HFS) e a *International Ergonomics Society*<sup>19</sup> (IES). Em 1963, na França, foi criada a *Société d'Ergonomie de Langue Française*<sup>20</sup> (SELF).

A *International Ergonomics Association*<sup>21</sup> (IEA) define ergonomia como a seguir:

A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema (ABRAHÃO et al., 2009, p.18).

Complementando a definição:

Os ergonomistas contribuem para o planejamento, o projeto e a avaliação de tarefas, postos de trabalho, produtos, ambientes e sistemas de modo a torná-los compatíveis

<sup>17</sup> “Sociedade de pesquisa em ergonomia”, em português.

<sup>18</sup> “Sociedade de fatores humanos”, em português.

<sup>19</sup> “Sociedade internacional de ergonomia”, em português.

<sup>20</sup> Pode ser traduzido como “Sociedade de ergonomia da língua francesa”.

<sup>21</sup> A *International Ergonomics Association*, ou Associação Internacional de Ergonomia, é uma federação de sociedades de ergonomia e fatores humanos ao redor do mundo. Foi fundada em Zurique, na Suíça. (Fonte: <http://www.iea.cc/>)

com as necessidades, habilidades e limitações das pessoas (ABRAHÃO et al., 2009, p.18).

O objetivo da ergonomia é “transformar o trabalho de forma a adaptá-lo às características e variabilidade do homem e do processo produtivo” (ABRAHÃO et al., 2009, p.19). Segundo Falzon (2007), a ergonomia é “prática de transformação (adaptação, concepção) das situações e dos dispositivos. A ergonomia tem finalidade prática”.

A IEA também define três áreas de especialização para a ergonomia. São elas: a ergonomia física, a ergonomia cognitiva e a ergonomia organizacional.

- Ergonomia física: trata das características anatômicas, antropométricas, fisiológicas e biomecânicas do homem em relação à atividade física. Os temas centrais nessa especialização são: posturas de trabalho, manipulação de objetos, movimentos repetitivos, problemas ósseo-musculares, arranjo físico do posto de trabalho, segurança e saúde (FALZON, 2007). Consiste na parte mais conhecida da ergonomia, que, para leigos no assunto, pode ser até a única familiar;
- Ergonomia cognitiva: trata dos processos mentais, tais como a percepção, a memória, o raciocínio e as respostas motoras, que ocorrem durante a relação com outras pessoas ou com máquinas, dentre outros componentes de um processo produtivo. Os temas ligados à ergonomia cognitiva são: carga mental, os processos de decisão, o desempenho especializado, a interação homem-máquina, a confiabilidade humana, o estresse profissional e a formação, na sua relação com a concepção pessoa-sistema (FALZON, 2007);
- Ergonomia organizacional: trata da otimização dos sistemas sociotécnicos, incluindo sua estrutura organizacional, processos e regras. Os temas mais relevantes nessa área são a comunicação, a concepção do trabalho, a cultura organizacional, a gestão pela qualidade, a concepção dos horários de trabalho, dentre outros. (FALZON, 2007).

Segundo Abrahão et al. (2009), a ergonomia possui três pressupostos básicos:

- Interdisciplinaridade: o fenômeno do trabalho humano é muito complexo para não ter uma abordagem multidisciplinar. Além da complexidade, ele também é bastante dinâmico, necessitando de um contínuo desenvolvimento e geração de conhecimento para sempre renovar a ergonomia;

- Análise das situações reais: a pesquisa em ergonomia diferencia-se fundamentalmente da pesquisa em outras áreas de ciências sociais porque sua exigência científica principal é a observação sistemática das situações reais de trabalho. Nas ciências sociais, “a interação com o real destina-se à verificação de mecanismos hipotéticos, obtidos por meio de uma abordagem teórica ou a partir de modelos descritivos, numa perspectiva empírica, caracterizando um método dedutivo de construção do conhecimento” (ABRAHÃO, 1993).
- Envolvimentos dos sujeitos: o sucesso da ergonomia encontra-se não na capacidade intelectual e criativa do ergonomista, mas na participação coletiva de todos os atores envolvidos na execução da atividade. Quem executa o trabalho deve participar no entendimento do trabalho e na concepção de soluções. “Se por um lado o ergonomista possui ferramentas teórico-metodológicas para analisar a situação, por outro o indivíduo é quem detém as competências sobre o seu trabalho e possibilita a compreensão da atividade em profundidade e amplitude” (ABRAHÃO et al., 2009).

Pode-se identificar a existência de duas óticas distintas de desenvolvimento da ergonomia: a anglo-saxônica (ergonomia clássica) e a francesa (ergonomia contemporânea).

A escola anglófona começou a se desenvolver no contexto da Segunda Guerra Mundial, como já explicado anteriormente. Observou-se mais tarde que os mesmos problemas no manuseio do aparato militar eram observados na indústria do pós-guerra. O objetivo da escola anglo-saxônica era melhorar o trabalho humano tendo em vista um aumento de produtividade. Os aspectos físicos eram, portanto, os seus principais aspectos: força, postura, repetição, alcance, e os estudos eram realizados por meio de simulações dentro de laboratórios. O conforto do trabalhador não era, portanto, levado em conta (ALMEIDA, 2011).

Já a França não participou dessa corrida tecnológica da Segunda Guerra Mundial e, portanto, teve pouca influência da abordagem sistematizada dos ergonomistas anglófonos. A ergonomia na França surge em meados do século XX, por meio de análises de situações reais. Ela foca mais nos valores humanos, é mais centrada em subjetividades e singularidades (ALMEIDA, 2011).

No Brasil, a ergonomia surgiu associada às áreas de Engenharia de Produção e de Desenho Industrial, com a finalidade de produzir normas e padrões para a população brasileira em relação às medidas humanas. Em um segundo momento, a ergonomia brasileira

desenvolveu-se no departamento de Psicologia da USP, com estudos mais voltados à questão comportamental (ABRAHÃO et al., 2009). Em 31 de agosto de 1983 foi criada no país a Associação Brasileira de Ergonomia.

Segundo Falzon (2007), “a especificidade da ergonomia reside em sua tensão entre dois objetivos. De um lado, um objetivo centrado nas organizações e no seu desempenho. [...] De outro, um objetivo centrado nas pessoas”. O desempenho segundo as organizações pode ser traduzido em eficiência, confiabilidade, qualidade etc. Já o desempenho segundo as pessoas tem outras dimensões, tais como segurança, conforto, satisfação no trabalho, facilidade de uso etc. A ergonomia da atividade baseia-se profundamente nessa dualidade, que se traduz em alguns elementos: a diferença entre tarefa e atividade, e a noção de regulação (FALZON, 2007).

## 2.2.2 Principais conceitos

### 2.2.2.1 Situação de trabalho

Para Abrahão et. al (2009), o trabalho pode ser definido como uma ação coletiva, organizada e voltada pra um fim específico, realizada sob regras e delimitadores próprios, integrando a cultura da organização e as prescrições relativas às tarefas dos trabalhadores. Da perspectiva de quem faz o trabalho, ele pode ser visto como: um elemento que propicia o atendimento de necessidades básicas de sobrevivência e segurança; um meio de gratificação pessoal, que possibilita a constituição da identidade pessoal e social dos sujeitos, através da valorização e do reconhecimento dos resultados (ABRAHÃO et al., 2009 apud MENDES; ABRAHÃO, 1996); além disso, o trabalho também pode representar risco para a saúde, pode ser fator de envelhecimento precoce e de aumento dos custos sociais (aposentadoria precoce e assistência médica) (ABRAHÃO et al., 2009).

O olhar da ergonomia sobre o trabalho deve ser compreendido a partir da situação de trabalho, que articula diferentes elementos contextuais que influenciam na realização do trabalho. De acordo com Abrahão et al. (2009), esses elementos seriam:

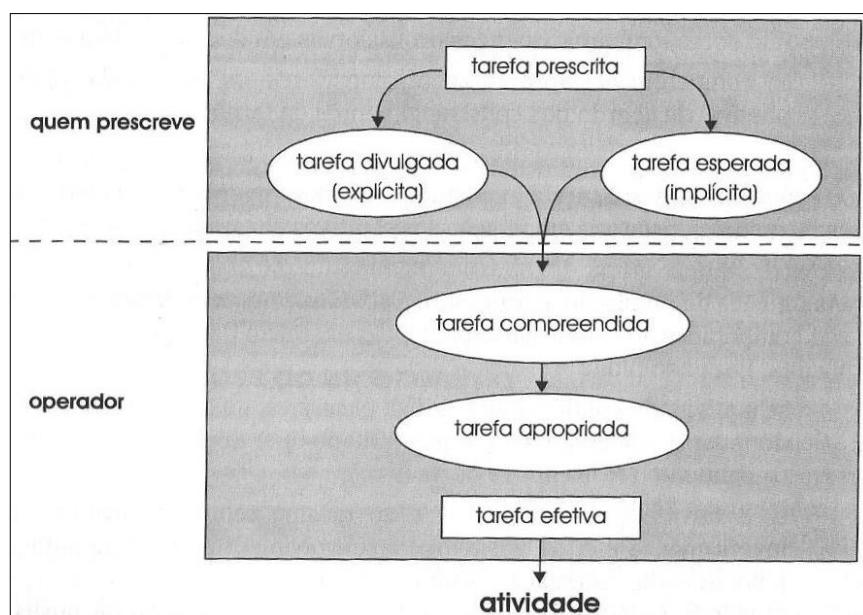
- As condições de trabalho: instalações físicas do ambiente de trabalho e materiais e métodos utilizados, tais como equipamentos, instrumentos, iluminação, temperatura, exposição a ruídos e gases, entre outros;

- A população de trabalhadores: características dos trabalhadores que possam ser relevantes na execução do trabalho, como por exemplo, aspectos antropométricos, fisiológicos, culturais, psicológicos e sociais;
- A organização da produção e do trabalho: aspectos organizacionais da empresa onde o indivíduo trabalha, tais como regras e procedimentos de trabalho, hierarquia, prazos etc.

Dois conceitos fundamentais para a compreensão do trabalho humano são o de tarefa e o de atividade. Falzon (2007) define tarefa como sendo o que se deve fazer, isto é, o que é prescrito pela organização. A tarefa prescrita define-se por um objetivo e por suas condições de realização, sendo o objetivo o estado final desejado, e as condições os meios dados pela organização, tais como os prazos, ritmos, materiais, métodos, informações, colegas de trabalho, a remuneração, dentre outros.

Já atividade é definida por Falzon (2007) como sendo o que é feito, ou seja, o que o sujeito mobiliza para efetuar a tarefa. “A atividade é finalizada pelo objetivo que o sujeito fixa para si, a partir do objetivo da tarefa” (FALZON, 2007). A atividade inclui o observável e o inobservável, ou seja, comprehende também os lados intelectual e mental. Falzon (2007) considera outras distinções suplementares de tarefas feitas por vários autores, que são representadas a seguir na Figura 4:

**Figura 4 - Da tarefa à atividade**



**Fonte:** Falzon (2007, p.11).

Muitos problemas no trabalho são oriundos dessa distância entre o prescrito e o real. Segundo Abrahão et al. (2009), “o conceito de trabalho resulta de uma dialética entre o conjunto de prescrições e a ação efetiva dos diferentes atores, pressupondo um investimento individual ou coletivo nessa gestão”.

Para Dejours (1997), a tarefa jamais pode ser exatamente atendida, por isso é sempre necessário rearranjar os objetivos fixados no início. Dessa forma, “a atividade real contém sempre uma face de revés, em face do qual o operador ajusta os objetivos e a técnica” (DEJOURS, 1997).

Um dos conceitos mais tradicionais em ergonomia é o de “carga de trabalho”, que não significa uma medição do trabalho. Quando esse termo é utilizado, ele se refere quase sempre a um excesso, a uma sobrecarga, que confere problemas à saúde. Pode ser, por exemplo, excesso de carregar peso ou excesso de informações. Pode ser quando não se suporta mais os horários de trabalho, as pressões, o assédio etc. (ABRAHÃO ET AL., 2009).

A organização do trabalho também é uma questão relevante, na medida em que, por exemplo, padrões rigorosos de execução e pressão temporal podem causar reflexos na saúde dos trabalhadores (ABRAHÃO ET AL., 2009).

#### 2.2.2.2 O corpo humano e o trabalho

Alguns aspectos naturais do corpo humano devem ser levados em conta quando se fala em trabalho, tendo em vista possíveis problemas causados nos trabalhadores caso não sejam respeitados. Muitas vezes a situação de trabalho pode impor uma situação em que os limites do corpo não são respeitados, como ritmos de trabalho não adequados, pouco tempo de descanso, medidas de postos de trabalho e de máquinas que não se adaptam às medidas do corpo humano, transporte manual excessivo de cargas, trabalho muscular excessivo, posturas inadequadas (e dificuldade de mudar de postura) etc. (ABRAHÃO ET AL., 2009).

Quanto aos ritmos de trabalho, esses devem respeitar os ritmos biológicos. Jornadas de trabalho muito extensas, ou que invertem o dia pela noite, por exemplo, podem romper os ritmos biológicos. Após se passar horas no computador, a visão cansa, os olhos ardem, e podem surgir dores de cabeça. É nesses momentos que geralmente acontecem os problemas de “falha humana” (ABRAHÃO ET AL., 2009).

A antropometria e a biomecânica estudam as medidas das dimensões do corpo humano e seus movimentos. Os postos de trabalhos devem ser ajustáveis a fim de serem adequados para a diversidade de corpos. Para a ergonomia, não existe o “homem médio”, mas sim o homem estatístico. Os indivíduos mais altos são tomados como parâmetros para medidas de altura de portas, por exemplo, e as medidas dos mais baixos são levadas em conta nos projetos de zonas de alcance (ABRAHÃO ET AL., 2009).

Em relação ao esforço muscular, ele pode ser estático (permanência em uma mesma posição por muito tempo) ou dinâmico (alternância rítmica de contração e de distensão, de tensão e de relaxamento). As pessoas devem poder sair de seu posto de trabalho para poder se recuperar desses tipos de esforço (ABRAHÃO ET AL., 2009). Já em relação às posturas, não se devem adotar aquelas que obrigam um esforço muscular constante contra a gravidade, como por exemplo, cadeiras sem apoio para o braço (ABRAHÃO ET AL., 2009). O trabalho de contração muscular precisa sempre de descanso, para que ocorra um relaxamento das fibras musculares, a fim de que a circulação sanguínea não seja afetada (ABRAHÃO ET AL., 2009).

Sobre o transporte de cargas e forças, o art. 198 da seção XIV, capítulo V da CLT<sup>22</sup> (Consolidação das Leis do Trabalho) dispõe o seguinte:

É de 60 kg (sessenta quilogramas) o peso máximo que um empregado pode remover individualmente, ressalvadas as disposições especiais relativas ao trabalho do menor e da mulher (CLT, 1977).

Porém, segundo Abrahão et al. (2009), esse limite está muito elevado. Na verdade, nenhum limite de peso é adequado para todos, pois, além do peso, devem ser consideradas outras circunstâncias, tais como treinamento, faixa etária, forma do objeto, localização, repetitividade etc. (ABRAHÃO ET AL., 2009 apud KROEMER; GRANDJEAN, 2005).

O transporte de cargas tem relação direta com problemas de saúde na coluna vertebral: “no manuseio e transporte de cargas, as forças têm especial incidência no segmento lombar da coluna vertebral. Muitas vezes, a atividade gera risco para a integridade das estruturas” (ABRAHÃO ET AL., 2009). As posturas adotadas nessas atividades podem representar risco de lesão muscular, em função do esforço excessivo.

#### 2.2.2.3 Espaços de trabalho

---

<sup>22</sup> Lei N° 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6514.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6514.htm)>

Além de postos de trabalho adaptados à grande maioria dos indivíduos (dentro de limites estatísticos razoáveis), desde o mais alto até o mais baixo com dimensões e zonas de alcance adaptados, outras características do espaço de trabalho merecem atenção. São os aspectos fisiológico-perceptivos: a qualidade da iluminação do ambiente, a quantidade de ruído e a temperatura/ventilação.

A iluminação pode dificultar a visão, que, por sua vez, dificulta as atividades. Temperaturas inadequadas – quente demais ou frio demais – dificultam a concentração na tarefa. Abrahão et al. (2009) fala sobre como essas condições inadequadas agem sobre o corpo humano, dificultando o trabalho:

O sistema sensorial é a porta de entrada da informação para o sistema nervoso central, no qual se efetuam as operações de tratamento de informação e de memorização, e a partir da qual são geradas ordens de comando aos músculos, por exemplo: falar, realizar um gesto, movimentar os olhos, acionar um dispositivo, dentre outros. Esse sistema sensorial é composto por órgãos receptores de estímulos que são o alicerce dos nossos sentidos: audição,visão, olfato, paladar, tato, cinestesia (movimento) e equilíbrio (ABRAHÃO ET AL., 2009).

O nosso organismo reage diferentemente frente à temperatura do ambiente. Temperaturas muito elevadas demandam maior irrigação sanguínea, o coração precisa bombear mais e pode ocorrer estresse térmico, traduzido em cansaço excessivo/esgotamento, desidratação, insolação, dor de cabeça, câimbras e acidentes vasculares cerebrais (AVC). Trabalho em baixas temperaturas demanda maior esforço muscular, além do fato de que a baixa temperatura nas extremidades pode reduzir o controle neuromuscular, aumentando a probabilidade de erros (ABRAHÃO ET AL., 2009).

A exposição constante a ruídos no trabalho pode causar: cefaleia leve, fadiga, tonturas, vertigens, náuseas, vômitos e até incapacidade de locomoção. Além disso, pode causar lesões no ouvido, tanto agudas, que seria a ruptura do tímpano, quanto crônicas, configurando a surdez progressiva (ABRAHÃO ET AL., 2009).

#### 2.2.2.4 Cognição no trabalho

O estudo da cognição humana consiste em compreender como o ser humano capta e interpreta as informações ao seu redor, utilizando-as para realizar alguma atividade. Os processos cognitivos são os seguintes: tomada de decisão, resolução de problemas, memória, atenção e consciência e reconhecimento de padrões. Sobre essa questão, Abrahão et al. (2009) destaca a importância de entender a cognição para se melhorar o trabalho:

Um artefato, ou um ambiente de trabalho, que altera ou confunde as informações que necessitamos pode induzir acidentes ou incidentes. Esse tipo de ambiente tende a sobrecarregar as pessoas, já que ele dificulta a compreensão da informação, tendo como consequência a necessidade de corrigir frequentemente os dados percebidos.

#### 2.2.2.5 Métodos

Por sua abordagem multidisciplinar e sistêmica, não existem modelos de ação predeterminada para problemas de melhorias no trabalho. É impossível fornecer soluções prontas para problemas de ergonomia, pois cada demanda apresenta suas peculiaridades (ABRAHÃO ET AL., 2009).

A metodologia proposta pela ergonomia chama-se Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Ela é diferente de outros métodos científicos, pois as ferramentas usadas para a coleta de dados podem variar bastante. Ainda assim, a AET possui várias etapas, que Abrahão et al. (2009) descreve resumidamente da seguinte maneira:

- Análise da demanda: formulação do problema, definição de objetivos;
- Informações sobre a empresa: conhecimento do contexto industrial, econômico e social, normas de produção, limitações espaciais e temporais etc.;
- Características da população: faixa etária dos funcionários, divisão por gênero, cargos e departamentos;
- Escolha da situação para análise: definir uma tarefa representativa dos problemas de saúde e de produção;
- Análise da tarefa: natureza da tarefa em si, controle da produção, constrangimento temporal, hierarquia etc.
- Observações globais e abertas da atividade: reorganizar as informações para construir hipóteses e elaborar um pré-diagnóstico;
- Elaboração do pré-diagnóstico: formulação de algumas hipóteses;
- Observações sistemáticas: coleta de informações no momento do exercício efetivo do trabalho;
- Validação: validação interna (com os trabalhadores) e externa (com os pares);
- Diagnóstico: síntese dos resultados, problemas e causas, a relação entre os problemas e a organização etc.

- Recomendações e transformação: a solução encontrada geralmente é de natureza integrada, já que são múltiplos os fatores que influenciam na realização de uma atividade.

O desenvolvimento desse trabalho aproxima-se de uma Análise Ergonômica do Trabalho (AET), na medida em que possui princípios comuns, oriundos de uma mesma base de conhecimento. A subseção 2.2.3 deste trabalho faz referência a alguns trabalhos que utilizaram uma abordagem metodológica semelhante à que foi utilizada aqui.

#### 2.2.2.6 Psicodinâmica do trabalho

A compreensão do trabalhar também envolve um aspecto subjetivo, ou seja, relativo ao sujeito. A psicodinâmica do trabalho trata de como os trabalhadores vivem o trabalho e o que isso significa para eles (SZNELWAR ET AL., 2011).

Christophe Dejours, psiquiatra e psicanalista, professor, pesquisador e filósofo militante francês, é grande referência quando se fala em subjetividade no trabalho. Suas obras representaram grande evolução à psicodinâmica do trabalho, na medida em que abordam questões que dizem respeito à organização do trabalho e seus impactos sobre a saúde mental do trabalhador (DEJOURS, 1993).

Organizações do trabalho muito restritivas, que, por sua vez, prescrevem tarefas repetitivas, restritivas, muitas vezes sem sentido, tenderiam a levar o executor do trabalho a um sofrimento psíquico. Porém, não se percebe, nesses ambientes, um quadro em que doenças mentais são predominantes, em uma espécie de epidemiologia. Na década de 1980, o trabalho de Dejours conseguiu explicar mecanismos de defesa individual e coletivo que permeiam as relações de sofrimento no trabalho, explicando, assim, porque o sofrimento psíquico relacionado ao trabalho não é tão demonstrado explicitamente (LANCMAN E SZNELWAR, 2011).

Além disso, Dejours também propôs que a adaptação das tarefas às características humanas não só permite maior conforto físico, cognitivo e proporciona ambientes mais propícios ao desenvolvimento de competências, mas também permite a realização de si mesmo no trabalho. O prazer no trabalho seria, então, um “edificador de identidades individuais e coletivas” (LANCMAN E SZNELWAR, 2011).

A ação transformadora segundo a abordagem da psicodinâmica do trabalho é diferente da ação proposta pela ergonomia. Enquanto que o transformar do trabalho pela ergonomia constitui em desenvolver melhores projetos para melhorar as atividades, envolvendo os trabalhadores, a ação transformadora da psicodinâmica do trabalho seria a de reforçar ou de dar um novo significado do sentido de trabalhar para os trabalhadores (SZNELWAR ET AL., 2011). Como coloca Sznelwar et al. (2011), “esse tipo de ação visa, sobretudo, criar um espaço livre de circulação da palavra que facilite uma ação coletiva de re-apropriação do sentido do trabalhar”. Dessa forma, mudando a relação que o indivíduo tem com o seu trabalho, podem também ser mudadas as relações de prazer e sofrimento que ele vivencia. Com a livre circulação da palavra, os insucessos deixariam de ser associados apenas a um indivíduo, mas sim a problemas no próprio sistema de produção (SZNELWAR ET AL., 2011).

Dessa forma, devem ser usados outros métodos de avaliação de desempenho dos trabalhadores, que não apenas a utilidade do que eles produziram. Dar valor também à inteligência posta nas atividades, ao esforço ajudaria a construir melhor a saúde mental das pessoas (SZNELWAR ET AL., 2011).

### **2.2.3 Diferença entre trabalho prescrito e trabalho real: consequências**

Segundo Ferreira (2004), a Organização Científica do Trabalho (OCT)<sup>23</sup>, concebida por Taylor<sup>24</sup>, deixou fortes rastros na maneira de gerenciar o trabalho, criando o que o autor chama de “cultura do trabalho prescrito”. Taylor naturalizou tanto a divisão vertical (concepção versus execução) quanto a horizontal (divisão por tarefas) do trabalho. Além disso, com seus estudos de cronometragem e movimentação de ações de operários, Taylor estabeleceu a padronização das atividades como o caminho para a otimização da produção e a lucratividade capitalista. Até hoje, esses aspectos encontram-se presentes em empresas que se utilizam de uma gestão do trabalho mais tradicional. Essa abordagem geralmente não pensa em pessoas, mas sim em tarefas.

Por outro lado, “a cultura do trabalho real surge, estrutura-se e desenvolve-se para se contrapor a uma racionalidade burocrática centrada na disciplina e na vigilância hierárquica”

---

<sup>23</sup>Organização Científica do Trabalho (OCT) é forma racional de gerenciar as tarefas. Para Taylor, a administração de empresas deveria ser uma ciência racional.

<sup>24</sup>Frederick Taylor foi um engenheiro norte-americano (1856-1915) considerado o pai da Administração Científica.

(FERREIRA, 2004). O que o autor chama de “cultura do trabalho real” seria um novo paradigma, de caráter processual e dinâmico, que analisa a fundo o trabalho humano.

Para Ferreira, o distanciamento entre a cultura da tarefa e a cultura do real fazem com que o trabalho humano seja subestimado, e, portanto, representado superficialmente. Dessa forma, o anseio de resolver as questões de produtividade e de lucro faz com que os trabalhadores sejam colocados em segundo plano. Como consequência, aspectos que realmente influenciam a produtividade dos funcionários acabam sendo ignorados.

Para ilustrar essa raciocínio, o autor mostra um exemplo de uma fábrica de queijos francesa, cujo dono pediu a um engenheiro para desenvolver uma máquina que virasse os queijos (a etapa de virar era uma parte do processo produtivo). A nova máquina foi adotada com facilidade, porém, depois de três meses, as vendas começaram a cair e os consumidores a reclamar. Em uma visita a outra fábrica de queijos, o engenheiro descobriu que as operárias tocavam nos queijos e os cheiravam, mas não os viravam sistematicamente como fazia a máquina. Só assim ele passou a perceber que o trabalho dessas pessoas envolvia uma multiplicidade de aspectos que não poderiam ser desconsiderados, com a pena de diminuir a qualidade do produto. Dessa forma, a falta de compreensão sobre o trabalho humano foi ruim: para as trabalhadoras, que perderam o emprego; para a própria empresa, que perdeu eficácia; e para os clientes, que ficaram insatisfeitos.

Para Colares e Freitas (2007), os erros de produção que são muitas vezes atribuídos à incompetência dos trabalhadores são resultado do desconhecimento por parte da empresa da situação real de trabalho, e também do menosprezo da variabilidade das atividades às quais os trabalhadores são confrontados. “A distância entre o trabalho prescrito e o trabalho real, estudada por vários autores no enfoque da ergonomia, está no eixo da compreensão de que o trabalho real jamais é meramente a simples execução dos procedimentos estabelecidos em uma descrição escrita na tarefa” (COLARES; FREITAS, 2007).

Dejours (1997) trabalha com o conceito de “real”. Real seria “aquilo que no mundo se faz conhecer por sua resistência ao domínio técnico e ao conhecimento científico” (DEJOURS, 1997). Ou seja, o real é aquilo sobre o qual a tecnologia não consegue atuar, por mais que sejam seguidas todas as normas técnicas. O real só pode ser aprendido pela experiência, e, uma vez que o é, surgirão novos limites que estarão além do conhecimento. É por causa dele que as tarefas jamais podem ser integralmente respeitadas, já que uma parte delas só se aprende através da experiência. Uma análise do “real do trabalho” é, portanto, fundamental para o entendimento do comportamento humano.

Finalmente, uma análise do trabalho que privilegie apenas a diminuição dos custos de produção pode trazer outros custos a longo prazo. Um deles é o custo humano, pois não se sabe profundamente os esforços físicos e cognitivos a que os trabalhadores são constrangidos. Ademais, secundarizar o papel dos trabalhadores pode ser causa de perda de competitividade para a empresa.

### 2.3 A interface entre sustentabilidade e ergonomia

Em um mundo corporativo cada vez mais competitivo, a produção de bens e de serviços é muitas vezes submetida a exigências definidas por metas acima da capacidade produtiva, a fim de alcançar objetivos preestabelecidos. Os trabalhadores, por outro lado, enfrentam situações em que as empresas prezam pela redução de custos, enxugando sua estrutura de recursos humanos. Ao mesmo tempo, é necessário produzir com qualidade. A consequência disso são pessoas que se desdobram estendendo o tempo de jornada de trabalho para concluir suas atividades e, ao mesmo tempo, enfrentam desdobramentos em sua saúde, sejam do tipo físico ou psíquico (SZNELWAR ET AL., 2011).

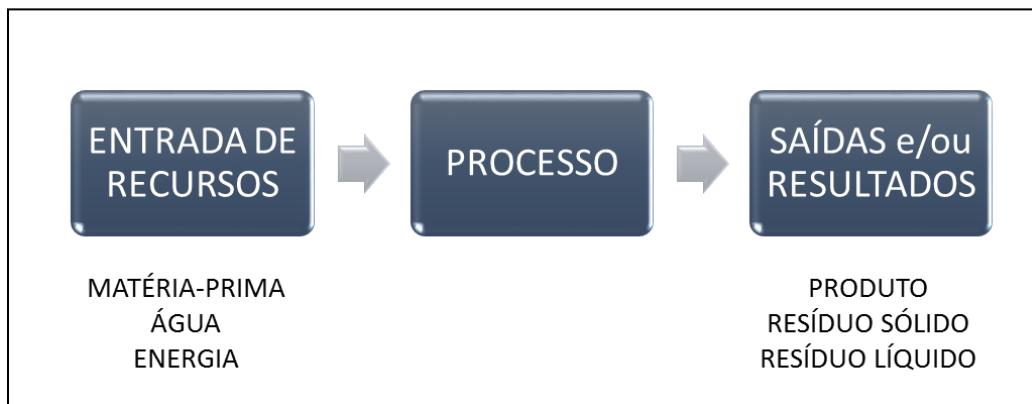
Esse mesmo mercado começa a passar recentemente por uma transição: novas exigências forçam-no a deixar a produção desenfreada rumo a um novo paradigma de produção sustentável.

Como já retratado anteriormente, a sustentabilidade teve a sua origem pautada nas questões ambientais, há aproximadamente quatro décadas. A medida que o conceito foi evoluindo e tornando-se mais sistêmico, outras dimensões passaram a englobá-lo: são as perspectivas social e econômica, como é o caso do *Triple Bottom Line* (TPL), ou “tripé da sustentabilidade” (ELKINGTON, 1997).

Entretanto, o que se percebe na prática é que as empresas tem incorporado muito mais facilmente as questões ambientais e econômicas da sustentabilidade. São priorizadas as soluções de economia de matéria-prima, redução do consumo de energia e do descarte de materiais, uso de fontes alternativas de energia, uso eficiente da água. Além disso, obviamente sempre são buscados resultados econômicos positivos (SZNELWAR ET AL., 2011). Dessa forma, percebe-se claramente que é mais palpável e mais claro enxergar os aspectos mais tangíveis, que podem ser traduzidos em números, e que geralmente envolvem as quantidades de entrada de recursos, de saídas e a eficiência operacional desse processo.

Ora, todo processo produtivo está necessariamente associado a um trabalho humano (ver Figura 5), seja na sua fase de planejamento (e supervisão), seja na sua realização propriamente dita. E, se esse processo for sustentável, seria também sustentável o trabalho a ele correspondente? Como os princípios de sustentabilidade podem estar relacionados ao trabalho?

**Figura 5 - Esquema simplificado de um processo produtivo**



**Fonte:** Sznelwar et al. (2011, p.139).

Em se tratando de uma perspectiva ampla da sustentabilidade, o “ser humano está presente na dimensão social, sendo este um agente que interfere e sofre interferências das outras dimensões desse contexto” (SZNELWAR ET AL., 2011). Sobre a dimensão socioeconômica da sustentabilidade, Amato Neto (2011) coloca:

Do ponto de vista das condições de trabalho e da qualidade de vida dos profissionais, as empresas se defrontam com outros desafios, que vão desde ações de proteção e promoção da saúde humana, em seus aspectos mais básicos, até planos de desenvolvimento sustentável das pessoas, através de investimentos em treinamento e principalmente em educação de qualidade para, de fato, desenvolver as potencialidades de seus empregados.

Dessa forma, a dimensão social da sustentabilidade relaciona-se com a ergonomia, na medida em que se preocupa com uma vida profissional sustentável para os trabalhadores, isto é, promoção da saúde humana, desenvolvimento de competências profissionais, dentre outros aspectos. Assim, segundo um modelo abrangente de sustentabilidade, mais especificamente na sua dimensão social, o ser humano enquanto trabalhador deve ser levado em consideração na concepção do trabalho, e não apenas como variável de ajuste.

Na prática, as organizações geralmente abordam a questão social apenas externamente à empresa, sem ter o trabalho como foco de atuação. Isto é, a responsabilidade social corporativa frequentemente está associada ao financiamento de fundações e ONGs. Mesmo quando existe alguma ação social interna, ela consiste em distribuição de benefícios, programas de atenção à

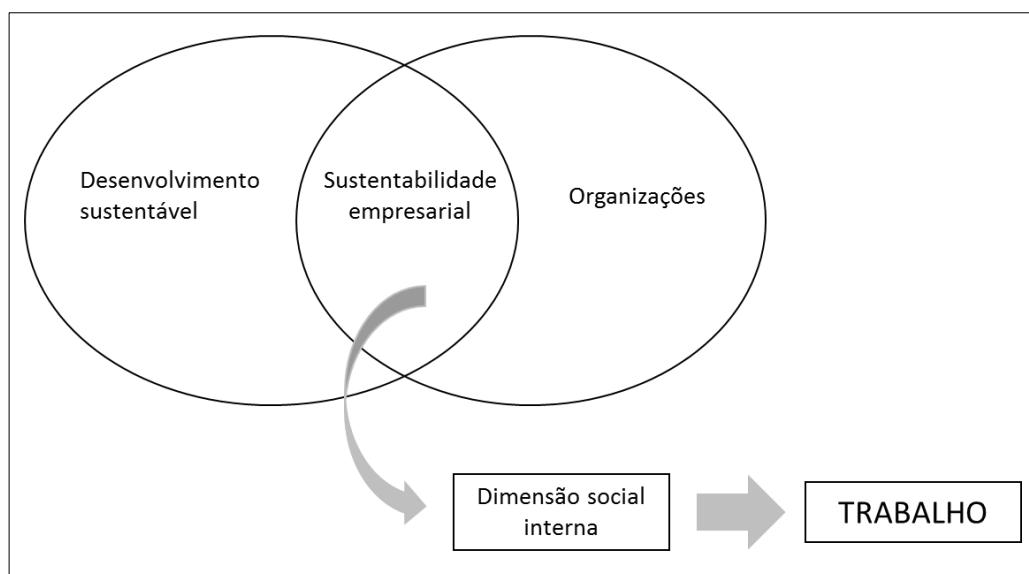
saúde, programas direcionados ao bem-estar (SZNELWAR ET AL., 2011). Porém, reservar um andar do edifício da empresa para oferecer aulas de dança, ioga, fazer campanhas contra o alcoolismo e a obesidade não garante um trabalho que promova a saúde humana, o desenvolvimento profissional e o prazer de si, na medida em que não se atua no trabalhar propriamente dito.

Vale reforçar que a sustentabilidade vinculada ao trabalho a que se propõe estudar não é aquela relacionada ao resultado do trabalho, ou seja, aos produtos e serviços resultantes do processo – isso é o que já se faz nas empresas ditas sustentáveis. A questão é como se abordam atualmente os princípios sustentáveis no ato de trabalhar.

Normalmente, quando uma organização passa a adotar políticas e ações sustentáveis, elas adequam os seus processos produtivos já existentes aos princípios de sustentabilidade, priorizando a questão ecológica. Inevitavelmente o trabalho dos atores envolvidos nos processos modificados também é alterado, mas ele – o trabalho – é frequentemente uma mera variável de ajuste (SZNELWAR ET AL., 2011). A complexidade do trabalho das pessoas que fazem o processo sustentável acontecer corre muitos riscos de ser deixada em segundo plano.

O objetivo principal da Pesquisa Trabalho e Sustentabilidade e, portanto, deste trabalho de formatura, é investigar os impactos da implementação de metas sustentáveis em organizações no trabalho das pessoas envolvidas (ver Figura 6).

**Figura 6 - Escopo da pesquisa Trabalho e Sustentabilidade**



**Fonte:** extraído de Sznelwar et al., 2011, p. 143.



### 3 A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Não é mais possível imaginar a vida contemporânea sem aparelhos elétricos e eletrônicos, tais como geladeiras, máquinas de lavar, televisores, celulares, computadores, impressoras, dentre tantos outros. Nas últimas décadas, esses dispositivos tem tido papéis essenciais na educação, na medicina, comunicação, segurança, cultura etc. Esses recentes avanços tecnológicos tem gerado consequências inéditas no Brasil e no mundo: o acúmulo de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE<sup>25</sup>), sem o descarte adequado, traz sérios impactos sociais e ambientais.

#### 3.1 Introdução

Hoje em dia, os produtos elétricos e eletrônicos são fabricados para serem substituídos por novos em uma velocidade cada vez maior. É a famigerada obsolescência programada.

Para Silva (2012), a obsolescência programada é uma estratégia adotada pela indústria para fazer com que os produtos durem cada vez menos, para serem rapidamente substituídos por novos, fazendo assim perdurar a sociedade do consumo. Haveria uma lógica programada para os bens serem descartados rapidamente.

Além disso, é imprescindível mencionar a influência do consumismo nessa problemática, uma característica cultural intrínseca da sociedade contemporânea. O consumismo é a “busca da satisfação através do consumo exagerado de bens, associada às consequências ambientais pela ampliação na geração de resíduos sólidos urbanos” (GODECKE et al., 2012). Para Kremer (2007), “o caráter do consumo moderno envolve uma busca interminável de necessidades, ou seja, uma insaciabilidade”.

Dessa forma, o consumismo faz com que mais recursos sejam retirados da natureza de maneira desnecessária e sejam devolvidos a ela de forma imprópria. Quanto ao consumo de EEE (Equipamentos Elétricos e Eletrônicos), as pessoas sentem a necessidade de estarem atualizadas, sempre com os aparelhos lançados recentemente, que possuam preferencialmente o máximo de funcionalidades inovadoras possíveis, mesmo que não as utilizem. Por mais que haja alguma conscientização quanto à necessidade de um consumo mais sustentável, ela ainda não é suficiente.

---

<sup>25</sup> Sigla adotada e usada na legislação da União Europeia.

Cabral (2003) defende que, na verdade, o esteticismo, que seria a valorização da aparência em detrimento de valores sociais, e a obsolescência não são eventos recentes, mas sim pilares fundamentais do próprio capitalismo, ou ainda “princípios norteadores da cultura do consumo”. Antes da revolução industrial, os trabalhadores consumiam apenas para a sua sobrevivência. Nos séculos XVIII e XIX, a fim de se atenuar as crises de superprodução, o dispêndio e a acumulação de bens foram associados à ostentação, a uma afirmação de pertencimento à alta classe social. Dessa forma, “o fenômeno da obsolescência coincide com a própria constituição e teorização do capitalismo” (CABRAL, 2003).

A Diretiva 2012/19/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2012, define Equipamentos Elétricos e Eletrônicos ou EEE como sendo (UNIÃO EUROPEIA, 2012):

Equipamentos dependentes de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos para funcionarem corretamente, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição dessas correntes e campos, e concebidos para utilização com uma tensão nominal não superior a 1000 V para corrente alternada e 1500 V para corrente contínua.

Ainda segundo a mesma Diretiva, Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos ou REEE são:

Equipamentos elétricos e eletrônicos que constituem resíduos na acepção do artigo 3.º, ponto 1, da Diretiva 2008/98/CE, incluindo todos os componentes, subconjuntos e materiais consumíveis que fazem parte integrante do produto no momento em que este é descartado (UNIÃO EUROPEIA, 2012).

O artigo 3.º, ponto 1, da Diretiva 2008/98/CE define resíduos como sendo “quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem intenção ou obrigação de se desfazer” (UNIÃO EUROPEIA, 2008).

A legislação da União Europeia abrange as seguinte categorias de EEE:

**Tabela 2 - Categorias de equipamentos eletroeletrônicos**

Categorias	Exemplos
<b>Grandes eletrodomésticos</b>	Geladeiras, fogões, micro-ondas.
<b>Pequenos eletrodomésticos</b>	Ferros de passar, aspiradores, secadores de cabelo.
<b>Equipamentos informáticos e de telecomunicações</b>	Computadores (CPU, mouse, teclado e monitor incluídos), impressoras, telefones, celulares.
<b>Equipamentos de consumo e painéis fotovoltaicos</b>	Câmeras, aparelhos de rádio, instrumentos musicais, painéis fotovoltaicos.
<b>Equipamentos de iluminação</b>	Lâmpadas fluorescentes, de sódio etc.

(continua)

(conclusão)

Categorias	Exemplos
<b>Ferramentas elétricas e eletrônicas (com exceção de ferramentas industriais fixas de grandes dimensões)</b>	Máquinas de costura, ferramentas para rebitar, ferramentas para soldar.
<b>Brinquedos e equipamentos de esporte e lazer</b>	Videogames, caça-níqueis etc.
<b>Aparelhos médicos (com exceção de todos os produtos implantados e infetados)</b>	Equipamentos de radioterapia, equipamentos de cardiologia, equipamentos de diálise.
<b>Instrumentos de monitorização e controle</b>	Reguladores de fumo, termostatos.
<b>Distribuidores automáticos</b>	Distribuidores automáticos de bebidas quentes, distribuidores de bebidas em lata, distribuidores automáticos de dinheiro.

Fonte: adaptado de UNIÃO EUROPEIA, Diretiva 2002/96/CE, de 27 de janeiro de 2003.

O relatório *Recycling – From E-waste to Resources*, divulgado pela UNEP (United Nations Environment Programme)<sup>26</sup> em julho de 2009 (SCHLUEP et al., 2009), estima as quantidades de equipamentos injetados em alguns mercados nos últimos anos:

**Tabela 3 - Quantidades de equipamentos eletroeletrônicos injetados no mercado mundial nos últimos anos**

	Eletrodomésticos (em milhões)	Computadores (desktops e laptops, em milhões)	Televisores (em milhões)	Lâmpadas (em milhões)	Comunicação móvel (em milhões)
<b>União Europeia (2005)</b>	44	48	32	776	-
<b>Estados Unidos (2006)</b>	-	24	34	-	139
<b>China (2005)</b>	27,5	14	48	-	-
<b>Índia (2006)</b>	-	5	-	-	-

Fonte: adaptado de Schluep et al., 2009.

Ainda segundo o relatório da UNEP, a estimativa de crescimento do “e-lixo”<sup>27</sup> é em torno de 8,3 a 9,1 milhões de toneladas por ano para os membros da União Europeia, e 40 milhões de toneladas por ano para o mundo inteiro (SCHLUEP et al., 2009).

<sup>26</sup> UNEP, ou PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) em português, é uma agência da ONU (Organização das Nações Unidas) voltada para questões ambientais.

<sup>27</sup> E-waste, em inglês. Termo usado para se referir a resíduos eletroeletrônicos.

As iniciativas para encontrar alternativas para essa problemática ainda são bem recentes, datam da última década. Elas partem principalmente de países desenvolvidos e de órgãos como a UNEP, da ONU. O problema ainda é subestimado pela população em geral.

### 3.2 Consequências do descarte inadequado

A composição dos REEE depende muito do tipo e da idade do equipamento. Por exemplo, equipamentos de TI (Tecnologia da Informação) e de sistemas de telecomunicações tendem a ter maior quantidade de metais preciosos. Em aparelhos mais antigos, o teor de metais preciosos é maior do que em equipamentos mais novos, assim como a quantidade de substâncias perigosas (GRAMATYKA et al., 2007). A tabela a seguir mostra os principais componentes presentes nos diversos resíduos eletrônicos bem como a quantidade de cada um no total de resíduos.

**Tabela 4 - Principais componentes presentes em resíduos eletrônicos**

Componentes	Porcentagem (%)
Ferro	Entre 35 e 40
Cobre	17
Fibras e plásticos	15
Alumínio	7
Papel e embalagem	5
Zinco	Entre 4 e 5
Resíduos não recicláveis	Entre 3 e 5
Chumbo	Entre 2 e 3
Ouro	0,0002 a 0,0003
Prata	0,0003 a 0,001
Platina	0,00003 a 0,00007

Fonte: Natume et al., 2011a.

No quadro abaixo, são listados os principais danos que podem ser causados pelos componentes dos REEE e onde eles são encontrados.

**Tabela 5 - Quadro explicativo de danos causados pelos resíduos eletrônicos**

Metais	Danos potenciais à saúde humana	Danos potenciais ao meio ambiente	Aplicações nos equipamentos eletrônicos
<b>Retardadores de chama bromados</b>	Cancerígenos e neurotóxicos; podem interferir na função reprodutora.	Podem ser solúveis em água, voláteis, bioacumulativos e persistentes. Em incineradores geram dioxinas e furanos.	Computadores e televisores.

(continua)

(continuação)

<b>Metais</b>	<b>Danos potenciais à saúde humana</b>	<b>Danos potenciais ao meio ambiente</b>	<b>Aplicações nos equipamentos eletrônicos</b>
<b>Cádmio</b>	Possíveis efeitos irreversíveis nos rins e podem provocar câncer e desmineralização óssea; manifestações digestivas (náusea, vômito, diarreia); problemas pulmonares; envenenamento (quando ingerido); pneumonite (quando inalado).	Bioacumulativos, persistente e tóxico para o meio ambiente.	Resistores, detectores de infravermelho e semicondutores e nas versões mais antigas de raios catódicos.
<b>Cromo</b>	Provocam reações alérgicas em contato com a pele, é cáustico e genotóxico.	Absorção celular muito fácil pelas plantas e animais dos efeitos tóxicos.	
<b>Chumbo</b>	Danos no sistema nervoso, endócrino, cardiovascular e rins; dores abdominais (cólica, espasmo e rigidez); disfunção renal; anemia, problemas pulmonares; neurite periférica (paralisia); encefalopatia (sonolência, manias, delírio, convulsões e coma).	Acumulação no ecossistema, efeitos tóxicos na flora e fauna e microrganismos.	Soldas nos circuitos impressos e outros componentes e tubos de raios catódicos nos monitores e televisores.
<b>Mercúrio</b>	Possíveis danos cerebrais e cumulativos e podem passar para o feto. Gengivite, salivação, diarreia (com sangramento); dores abdominais (especialmente epigástrico, vômitos, gosto metálico); congestão, inapetência, indigestão; dermatite e elevação da pressão arterial; estomatites (inflamação da mucosa da boca), dentre outros.	Pode tornar-se solúvel em água; acumula-se nos organismos vivos.	Termostatos, sensores de posição, chaves, relés e lâmpadas descartáveis, equipamentos médicos, transmissão de dados, telecomunicações e telefones celulares, baterias, interruptores de residências e placas de circuito impresso.

(continua)

(conclusão)

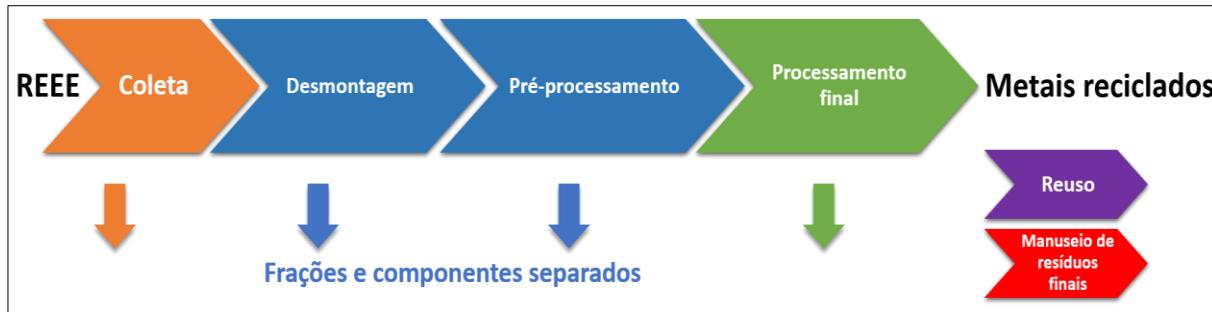
Metais	Danos potenciais à saúde humana	Danos potenciais ao meio ambiente	Aplicações nos equipamentos eletrônicos
<b>Bário</b>	Inchaço do cérebro, fraqueza muscular, danos no coração, fígado e no baço.		Painel frontal do CRT (tubo de raios catódicos).
<b>Cobre</b>	Pode gerar cirrose hepática.		Presente em vários componentes eletrônicos.

Fonte: Natume et al., 2011a.

### 3.3 Gerenciamento dos REEE

O processo de reciclagem de REEE tem basicamente três etapas principais: coleta, desmontagem e pré-processamento, e processamento final (ver Figura 7). Geralmente existem operadores especializados para cada etapa. A eficiência do processo por inteiro depende da eficiência de cada passo e de como a interface entre eles é gerida (SCHLUEP et al., 2009).

Figura 7 - Etapas de gerenciamento de resíduos eletrônicos



Fonte: adaptado de (SCHLUEP et al., 2009).

A coleta é uma etapa crucial, na medida em que alimenta o resto da cadeia de reciclagem. A eficiência da etapa de coleta depende mais de fatores sociais do que de técnica em si. O objetivo da desmontagem e do pré-processamento é separar os materiais e dar o destino adequado a cada um. Substâncias tóxicas devem ser removidas e estocadas ou tratadas com segurança, enquanto que materiais e componentes preciosos devem ser encaminhados para reuso ou para processos eficientes de recuperação. Essa etapa inclui, por exemplo, a retirada de baterias, que podem ser encaminhadas para a recuperação de cobalto, níquel e cobre (SCHLUEP et al., 2009).

No caso deste trabalho, os REEE são materiais de informática, então valem as seguintes observações para as etapas de coleta e pré-processamento: aparelhos contendo CRT (tubo de raios catódicos (como por exemplo, monitores e TVs), revestimentos no painel de vidro geralmente são removidos antes de processamento final. Monitores de LCD com luz de fundo contendo mercúrio precisam de cuidado especial também, já que as luzes traseiras precisam de ser cuidadosamente removidas antes de qualquer outro tratamento (SCHLUEP et al., 2009).

Em equipamentos de TI, as placas de circuito contém a maior parte de metais preciosos e especiais, bem como de chumbo (soldas) e retardadores de chama contendo resinas. Eles podem ser removidos manualmente ou por tratamento mecânico (trituração e ordenação), sendo que manualmente é preferível, para diminuir as perdas dos componentes preciosos, especialmente em países com baixo custo de mão-de-obra. (SCHLUEP et al., 2009).

Depois de removidas as substâncias acima, a parte remanescente pode ser desmontada manualmente ou por Trituração mecânica e técnicas automatizadas de triagem. Geralmente o que sobra é: ferro, alumínio, plástico etc. Devem ser verificadas as composições das ligas metálicas, atendendo aos padrões de qualidade exigidos pelo processamento final (SCHLUEP et al., 2009).

No processamento final, a recuperação final dos metais geralmente ocorre da seguinte maneira: frações ferrosas são destinadas para usinas siderúrgicas para a recuperação do ferro; frações de alumínio vão para fundições de alumínio; frações de cobre/chumbo, placas de circuito e outros metais preciosos vão para fundições integradas, que recuperam metais preciosos, cobre e outros metais não-ferrosos, isolando substâncias perigosas. É imprescindível que a planta que recebe os REEE esteja preparada para lidar com a liberação de gases e outras substâncias tóxicas durante o tratamento. (SCHLUEP et al., 2009).

### **3.4 Tendência mundial**

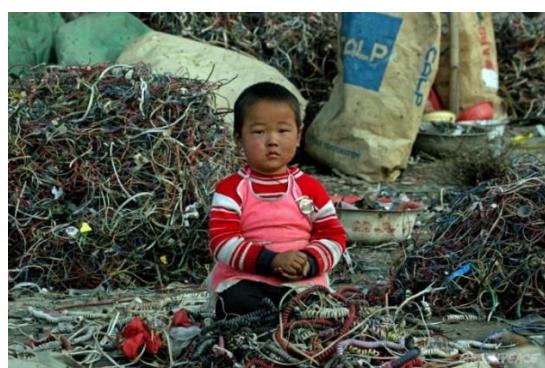
A venda de aparelhos eletrônicos em países como China e Índia, e em continentes como África e América Latina, tende a crescer bastante nos próximos dez anos. Sem a ação apropriada para tratar os resíduos gerados por esses produtos, os países em desenvolvimento devem enfrentar montanhas de e-lixo de substâncias tóxicas com sérias consequências para o meio ambiente e para a saúde humana (UNEP, 2010).

Em 2010, a ONU divulgou o seu primeiro relatório sobre o tema, chamado *Recycling - from E-Waste to Resources*, de autoria de Schluep et al., 2009. Nele foram utilizados dados de 11 países em desenvolvimento representativos para estimar a atual e a futura geração de e-lixo.

Segundo esse relatório, na África do Sul e na China, por exemplo, o e-lixo gerado por computadores抗igos em 2020 aumentará de 200 a 400% em relação a 2007. Na Índia, esse crescimento pode chegar a 500%. Em 2010, a China já produzia 2,3 milhões de toneladas de e-lixo, perdendo apenas para os Estados Unidos, que produziam 3 milhões de toneladas. A maioria do e-lixo chinês é manuseado de maneira inapropriada, a maior parte dele sendo incinerada por reciclagens para recuperar os metais preciosos. Essa prática, além de liberar muitas substâncias tóxicas na natureza, recupera uma taxa muito baixa de componentes precioso em relação à indústrias especializadas. Por isso, Brasil, Colômbia, México, Marrocos e África do Sul são citados como países com grande potencial de introduzir tecnologias de reciclagem de e-lixo, porque o setor informal ainda é relativamente pequeno (UNEP, 2010).

Hoje em dia, observa-se o fenômeno de os países mais ricos enviarem seu e-lixo para países mais pobres, em desrespeito à Convenção de Basileia (*Basel Convention*, em inglês). Essa convenção atua sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito, tornando ilegal a exportação de resíduos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). Somente no Reino Unido, pelo menos 23000 toneladas métricas de resíduos eletrônicos foram ilegalmente levados em 2003 para o Extremo Oriente, Índia, África e China, violando leis internacionais (GREENPEACE, 2009). Estima-se que, nos Estados Unidos, entre 50 e 80% do e-lixo é exportado dessa maneira, pois o país não ratificou a Convenção de Basileia (GREENPEACE, 2009). Em 2000, a China banou a importação de REEE, mas mesmo assim continua sendo um destino majoritário para países desenvolvidos descartarem seu lixo eletrônico (ver Figura 8) (UNEP, 2010).

**Figura 8 - Criança chinesa sentada entre pilhas de cabos**



**Fonte:** Greenpeace.

Em junho de 2013, representantes de países africanos que participaram em 1991 da Convenção de Bamako reuniram-se em Mali na tentativa de reunir esforços para estancar a importação de resíduos eletrônicos vinda da Europa. Agora, os países europeus terão de recuperar 45 toneladas de lixo eletrônico a cada 100 toneladas de bens vendidos até 2016. Isto vai aumentar para 65% das vendas em 2019, ou 85% de todo o lixo gerado (EURACTIV, 2013).

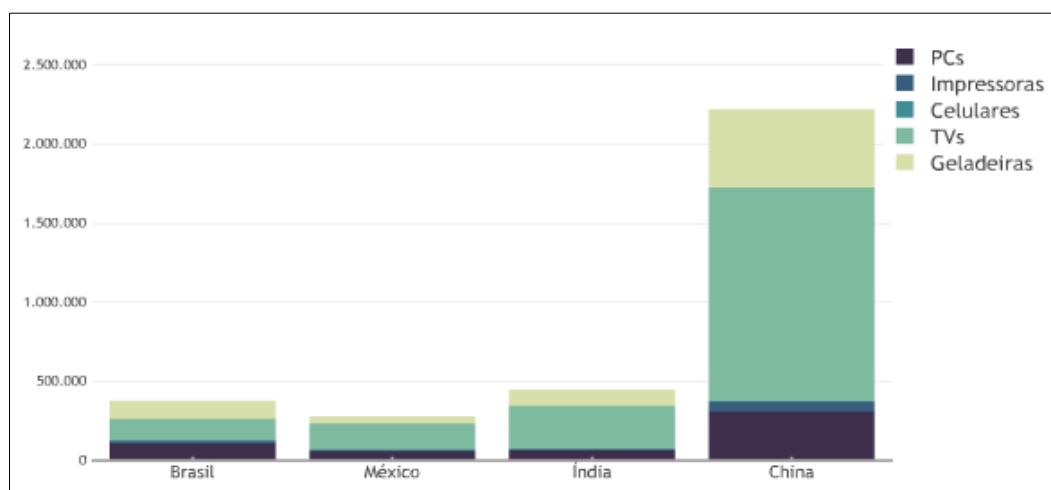
Em seu relatório, a UNEP apresenta soluções que requerem a participação de toda a comunidade internacional. Nessa linha, a agência da ONU propõe a aplicação de novas tecnologias e mecanismos, além do estabelecimento de "centros de gestão de lixo eletrônico" nos países em desenvolvimento (ESTADÃO, 2010a).

Os países em desenvolvimento são os que mais sofrem com a falta de legislação. Na União Europeia, a legislação sobre esse tema está bem avançada. Em 2002, lançou-se a primeira diretiva: Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Janeiro de 2003, relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos (REEE), obrigando os fabricantes a se responsabilizar por todos os eletrônicos produzidos. Depois, várias diretivas tornaram as leis ainda mais rígidas.

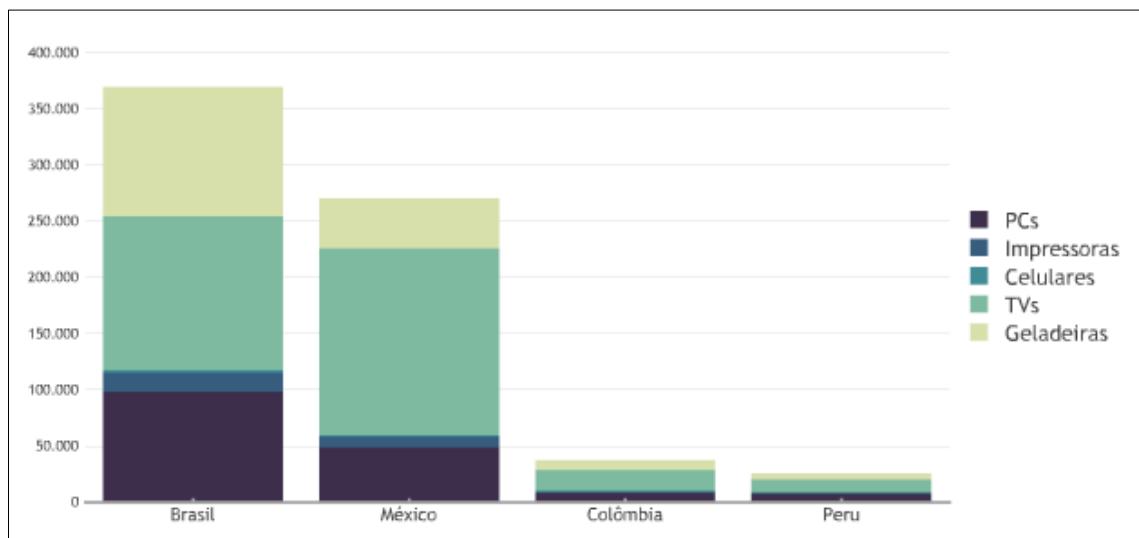
### 3.5 Tendência no Brasil

Segundo Schluep et al. (2009), O Brasil é o terceiro maior gerador de lixo eletrônico em toneladas/ano em países emergentes, ficando atrás apenas da China e da Índia. Entre os países da América Latina, o Brasil fica em primeiro lugar. A seguir, os Gráficos 1 e 2 ilustram essas estatísticas.

**Gráfico 1 - Lixo eletrônico gerado em 2005-2006 entre emergentes, em toneladas/ano.**

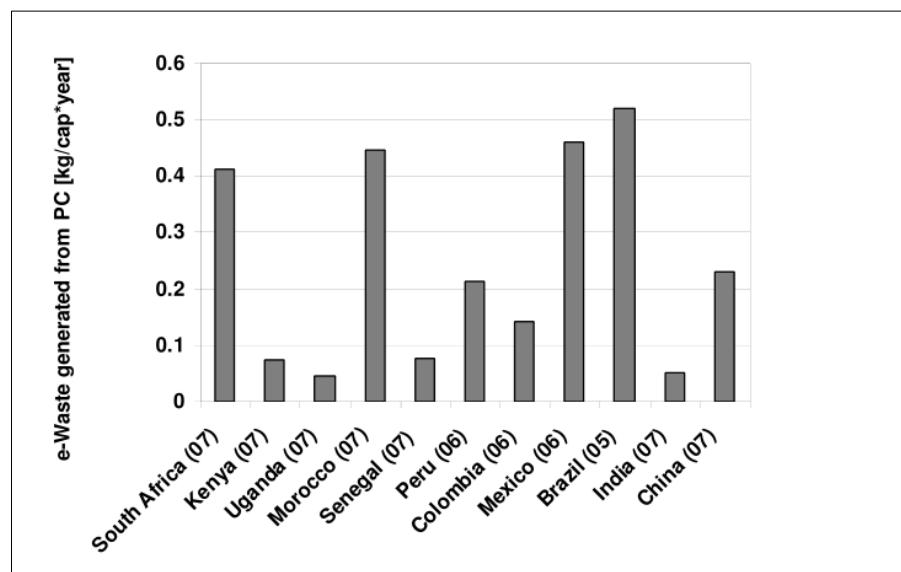


**Fonte:** extraído de Estadão, 2010b.

**Gráfico 2 - Lixo eletrônico gerado em 2005-2006 entre emergentes da América Latina, em toneladas/ano.**

**Fonte:** extraído de Estadão, 2010b.

Atualmente, o Brasil gera o maior número resíduos provenientes de computadores entre os países emergentes em kg/per capita (SCHLUEP et al., 2009). Em seu relatório *Recycling – from e-waste to resources*, a ONU advertiu que o Brasil “não tem estratégia para lidar com o fenômeno, e o tema nem sequer é prioridade para a indústria” (ESTADÃO, 2010b). O Gráfico 3 mostra as quantidades de resíduos gerados de computadores em países emergentes, inclusive no Brasil.

**Gráfico 3 - E-lixo gerado de computadores em kg/capita\*ano**

**Fonte:** extraído de Schluemp et al., 2009.

Como causas, podemos apontar a recente ascensão da classe média, com o aumento do poder de consumo. Além disso, o consumismo não é motivado apenas pela renda, mas por

fatores culturais (GODECKE et al., 2012). Godecke et al. (2012) faz a seguinte comparação: estadunidenses geram aproximadamente o dobro de resíduos sólidos diários que os japoneses produzem; brasileiros, apesar de terem renda per capita bem menor que japoneses, aproximam-se do perfil de consumo desses, comprovando a influência da cultura.

### **3.6 Legislação brasileira**

A legislação que trata da problemática da destinação do lixo eletrônico no Brasil ainda é bastante deficiente se comparada com a de países desenvolvidos.

O Brasil aderiu à Convenção de Basileia, já mencionada anteriormente. A convenção foi internalizada na íntegra por meio do Decreto Nº 875, de 19 de julho de 1993, sendo também regulamentada pela Resolução Conama Nº 452, 02 de julho de 2012 (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). A seguir, transcrição do parágrafo 4 do artigo 1º do Decreto Nº 875:

Quanto à questão da abrangência da Convenção, o Brasil reitera seus direitos e responsabilidades em todas as áreas sujeitas a sua jurisdição, inclusive no que se refere à proteção e à preservação do meio ambiente em seu mar territorial, zona econômica exclusiva e plataforma continental (BRASIL, 1993).

Com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que tramitou 21 anos no congresso, foi proibida definitivamente a importação de resíduos perigosos, conforme artigo transcrito a seguir:

Art. 49. É proibida a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reuso, reutilização ou recuperação (BRASIL, 2010).

A PNRS, Lei Nº 12.305, de 2010, traz avanços para o meio ambiente, como, por exemplo, a noção de responsabilidade coletiva e compartilhada:

Art. 5º. Os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos são responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos. Parágrafo único. A responsabilidade compartilhada será implementada de forma individualizada e encadeada (BRASIL, 2010).

A PNRS abrange os REEE, como se confirma mediante o artigo transcrito a seguir:

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

- III - pneus;
- IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.** (BRASIL, 2010; grifo meu).

Apesar da promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos pelo ex-presidente Luiz Inácio Lula da Silva, em 2010, os principais instrumentos para o alcance dos seus objetivos ainda não foram implementados. O Plano Nacional de Resíduos, um dos mais importantes, já está pronto, mas não foi ainda decretado pela Presidência da República.

### 3.7 Legislação em São Paulo

No Estado de São Paulo, foi promulgada em julho de 2009 a Lei Estadual Nº 13.576, que institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico (SÃO PAULO, 2009).

A Lei Estadual Nº 13.576 aponta os fabricantes, importadores e comerciantes de produtos e componentes eletroeletrônicos como os responsáveis pela destinação final adequada que não provoque danos ou impactos negativos ao meio ambiente e à sociedade (SÃO PAULO, 2009).

Em seu artigo 2.º, a Lei discrimina os produtos que são considerados lixo tecnológico e, portanto, que são abrangidos por ela, conforme transcrição a seguir:

- Artigo 2º - Para os efeitos desta lei, consideram-se lixo tecnológico os aparelhos eletrodomésticos e os equipamentos e componentes eletroeletrônicos de uso doméstico, industrial, comercial ou no setor de serviços que estejam em desuso e sujeitos à disposição final, tais como:
- I - componentes e periféricos de computadores;
  - II - monitores e televisores;
  - III - acumuladores de energia (baterias e pilhas);
  - IV - produtos magnetizados. (SÃO PAULO, 2009).

Ainda segundo a Lei Estadual Nº 13.756, a destinação adequada do e-lixo dar-se-á mediante:

- Artigo 3º - A destinação final do lixo tecnológico, ambientalmente adequada, dar-se-á mediante:
- I - processos de reciclagem e aproveitamento do produto ou componentes para a finalidade original ou diversa;
  - II - práticas de reutilização total ou parcial de produtos e componentes tecnológicos;
  - III - neutralização e disposição final apropriada dos componentes tecnológicos equiparados a lixo químico. (SÃO PAULO, 2009).

A lei em questão estabelece ainda a necessidade de obtenção de licença ambiental para descarte no caso de componentes e de EEE que contenham metais pesados ou substâncias tóxicas, e prevê a indicação com destaque na embalagem das seguintes informações:

advertência de que não sejam descartados em lixo comum; orientação sobre postos de entrega do lixo tecnológico; endereço e telefone de contato dos responsáveis pelo descarte do material sujeito a disposição final; e a existência de metais pesados ou substâncias tóxicas entre os componentes do produto (SÃO PAULO, 2009).

### **3.8 Novas oportunidades de negócio**

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS impulsionou o surgimento de novas oportunidades de mercado. Isso aconteceu uma vez que essa Lei Federal impõe sobre fabricantes, importadores, e grandes empresas, ou todo tipo de empresas, a responsabilidade da destinação correta desses resíduos (G1 ECONOMIA, 2012).

Estima-se em 50 mil reais o custo de se abrir uma pequena empresa de coleta e pré-processamento de lixo eletrônico. Esse preço compreende a estrutura física e a obtenção da licença ambiental de funcionamento (G1 ECONOMIA, 2012). Nessas empresas, o lixo eletrônico é desmontado manualmente, peça por peça. As partes que contém metal são vendidas para empresas especializadas em reciclagem ou descarte. O plástico pode ser limpo, moído, extrudado, e depois é vendido principalmente para empresas de comunicação visual, em que são usados como acabamentos de banners e cabos de bandeira (G1 ECONOMIA, 2012).

Vale lembrar que esse mercado existe também de maneira informal no mundo, e não necessariamente tem só vantagens. Em países como Gana e Nigéria, a renda diária de um reciclagem informal varia entre US\$ 0,22 e US\$ 9,50. Esse dinheiro é usado para sustentar outros membros da família e nem sempre é garantido, pois há épocas de produção mais baixa. Dessa forma, grande parte dos trabalhadores desses países que trabalham com reciclagem vivem abaixo da linha da pobreza definida internacionalmente, que é de US\$ 1,25 por dia (BASEL CONVENTION E-WASTE AFRICA PROGRAMME, 2011).

Para grandes organizações, o descarte de componentes eletrônicos pode ser oportunidade para retorno financeiro por meio da reciclagem, além poder ser usado como marketing, passando uma melhor imagem ao mercado (SILVA et al., 2012). Para tanto, as empresas estão adotando cada vez mais a ideia de logística reversa: “a matéria-prima dos equipamentos antigos pode ser utilizada para criação de novos produtos, consequentemente há uma redução de custos, logo uma lucratividade maior” (SILVA et al., 2012).

Segundo Raj e Thakur (2012), a indústria de lixo eletrônico deve triplicar para US\$ 15 bilhões nos próximos cinco anos. Em 2010, o mercado de serviços de reciclagem e reutilização ficou perto dos US\$ 6,8 bilhões.

Em 2012, a Oi, empresa brasileira de serviços de telecomunicações, investiu R\$ 10 milhões na construção de parques industriais destinados à logística reversa para reciclagem de lixo eletroeletrônico. O objetivo da Oi era dar destinação ao e-lixo produzido pela empresa, fornecedores, clientes e colaboradores (PETRY, 2012). A companhia antecipa, dessa forma, sua adequação à PNRS. Já foram inauguradas as plantas de Americana (SP) e Novo Hamburgo, na região metropolitana de Porto Alegre. Ficam faltando quatro centros: um no Rio de Janeiro, um em Goiás, um no Amazonas, e outro em algum estado do nordeste (G1 ECONOMIA, 2013).

### **3.9 Tratamento do lixo eletrônicos em outras universidades**

Universidades são grandes produtoras de resíduos eletrônicos, devido às suas necessidades de sempre manterem seus equipamentos de informática atualizados, fazendo jus à qualidade de centro de grande geração de conhecimento.

Na UnB – Universidade de Brasília, até 2010 não havia uma preocupação oficial da universidade com a sucata eletrônica. Os funcionários tinham muita dificuldade em encontrar espaço para o e-lixo e decidir o que fazer com ele. Leilões eram organizados pelo governo para vender a sucata em torno de duas vezes por ano. Lá, esse material fica disponível para os alunos de engenharia de redes, mecatrônica e elétrica, caso precisem de alguma peça reaproveitável. Algumas doações são feitas para as escolas técnicas do Distrito Federal (COSTA, 2010). Não se encontraram dados mais recentes sobre o assunto, o que foi considerado como um sinal de que nenhuma grande mudança foi implementada.

Na Unicamp – Universidade de Campinas, todos os componentes de um aparelho eletrônico registrados em um mesmo número de patrimônio devem ser tratados em conjunto, de maneira que não há permissão para canibalização de equipamentos a fim de serem reaproveitadas as partes funcionais. Existe um processo de coleta e triagem de lixo eletrônico, em que uma unidade administrativa da universidade coleta os itens obsoletos junto aos institutos, destinando-os ou para projetos sociais ou para descarte. Não se aproveita ao todo o potencial do material, na medida em que poderia ser realizada uma classificação melhor do lixo, e uma destinação mais adequada para cada tipo desse (MACEDO et al., 2012).

Natume et al. (2011b) fez um estudo sobre a situação do lixo eletrônico em algumas universidades federais do Brasil. A forma de obtenção dos computadores geralmente é a mesma (por licitação a partir da solicitação e necessidade da instituição), a vida útil é em média de 5 anos, e os equipamentos obsoletos ou danificados são aproveitados inicialmente dentro das instituições ou desmontados e aproveitadas em parte. Os demais são doados para outras instituições de ensino públicas, creches e entidades carentes.

Vale frisar que, nos trabalhos acadêmicos consultados sobre destinação de lixo eletrônico em universidades brasileiras, o CEDIR<sup>28</sup> da USP é sempre citado como modelo de referência para implementação em outras universidades.

### **3.10 A situação da USP no tratamento de resíduos eletrônicos**

Em dezembro de 2009, a USP inaugurou o seu Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR) face a essa problemática de tratamento de resíduos eletrônicos e a nova Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O centro destina-se a recepção de material de informática por parte da comunidade uspiana<sup>29</sup> e também de pessoas físicas. Seu principal objetivo é garantir que os resíduos de informática da USP tenham destinação adequada e que a maioria desse material volte à cadeia produtiva. Outra vantagem é o reuso de equipamentos descartados pela USP por projetos sociais, beneficiando comunidades que não tem condições financeiras para ter acesso a esse tipo de recurso.

O funcionamento e estatísticas relativos ao CEDIR serão retomados com mais detalhes na seção de resultados deste trabalho.

---

<sup>28</sup> Centro de Reuso e Descarte de Resíduos de Informática da USP.

<sup>29</sup> Uspiano: relativo à USP.



## 4 MÉTODOS

Como bem explicado em seu capítulo de introdução, este trabalho segue a abordagem *o trabalho para a sustentabilidade* da pesquisa Trabalho e Sustentabilidade. Nesse sentido, os métodos adotados a seguir tem o objetivo de explicitar as implicações para o trabalho decorrentes da incorporação do tratamento de resíduos eletrônicos pelo departamento de engenharia de produção e pelo CEDIR.

Nos dois campos de observação abrangidos pelo trabalho (PRO e CEDIR), foram utilizados os mesmos métodos, cujas etapas foram baseadas no método Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Algumas das questões listadas a seguir encaixaram-se melhor em um dos locais de estudo, outras no outro, pois cada situação apresenta-se de maneira peculiar. Vale frisar que o método adotado não segue fielmente a AET, mas a utiliza como referência. Dessa forma, o método de análise utilizado neste trabalho consiste em três etapas principais:

*a) Coleta de informações a respeito da população estudada e do contexto em que esses trabalhadores estão inseridos*

Nesta primeira etapa, pretende-se contextualizar os objetos de estudo, a fim de se direcionar melhor as próximas fases. As principais questões a serem respondidas nesta etapa são:

- Quem são os atores envolvidos no tratamento de resíduos eletrônicos?
- De maneira geral, quais são suas responsabilidades?
- Como funciona, de maneira geral, o setor em que eles trabalham?
- Como o setor de trabalho surgiu e como está estruturado?
- A quem esses profissionais respondem?

*b) Mapeamento dos processos realizados*

As primeiras informações obtidas na etapa anterior possibilitam uma visão geral do trabalhar da população estudada. Nesta etapa, o objetivo principal é possibilitar a documentação dos processos que acontecem na prática no tratamento de resíduos eletrônicos. Assim, colhe-se o sequenciamento de atividades realizadas por cada ator envolvido para se colocar em prática o tratamento dos resíduos.

Em seguida, os processos são definidos e relacionados entre si para serem representados em fluxogramas.

Além disso, nesta etapa também são colhidas informações complementares aos fluxogramas em si a fim de se obter um melhor entendimento dos processos. Isto é, dados de volumes, capacidades, constrangimentos de tempo (prazos), tempos médios em que os processos são concluídos.

Dessa forma, as principais questões associadas a esta etapa são:

- Que processos são colocados em prática a fim de se tratar os resíduos?
- Quais são os prazos estipulados?
- Quais são os tempos médios de descarte/reciclagem?
- Quais são as quantidades de resíduos tratadas?
- Em que condições de trabalho os processos são realizados?

*c) Descrição das tarefas prescritas e atividades realizadas pela população estudada*

Nesta etapa, pretende-se comparar a visão da chefia (tarefas prescritas) e a visão dos trabalhadores (atividades reais) nos processos detectados. Os resultados são descritos em quadros comparativos.

Dessa forma, as principais perguntas a serem respondidas nesta etapa são:

- Quais são as tarefas gerais da população estudada?
- Quais são as tarefas da população estudada no tratamento de resíduos eletrônicos?
- Quais são as atividades reais da população estudada no tratamento de resíduos eletrônicos?

As ferramentas utilizadas no decorrer de cada etapa foram:

- Entrevistas semiestruturadas, ou seja, entrevistas com roteiro pré-definido. As perguntas foram baseadas nas questões citadas na descrição das etapas. Foi tomado o devido cuidado para deixar os trabalhadores à vontade, e não dar tom acusatório às entrevistas. Por isso as perguntas não foram engessadas, e grande parte delas foi elaborada no momento das entrevistas, de acordo com a atmosfera da situação;
- Observações diretas;

- Conversas informais;
- Recolhimento de documentos utilizados nas atividades.

Não foram utilizados questionários escritos em nenhuma dessas etapas, pelo próprio caráter amplo da abordagem ergonômica, de forma que cada análise apresenta suas peculiaridades.

Na segunda etapa do método – *mapeamento dos processos realizados* – utilizou-se do software Microsoft Visio 2010 para o desenho dos fluxogramas. Foi selecionada a opção de modelo de Fluxograma Básico no programa. A seguir, é apresentado um quadro que resume as principais formas utilizadas na notação adotada neste trabalho:

**Tabela 6 - Quadro explicativo da notação dos fluxogramas**

Nome da forma	Forma	Para que serve
<b>Inicial/Final</b>		Utilizada para representar a primeira e última etapa de um processo.
<b>Processo</b>		Representa uma etapa do processo.
<b>Subprocesso</b>		Utilizada para um conjunto de etapas que se combinam para criar um subprocesso definido em outro lugar, com frequência em um desenho separado.
<b>Decisão</b>		Representa uma tomada de decisão, e divide o fluxograma em dois caminhos.
<b>Conektor</b>		Serve para unir duas etapas do processo, sendo que o seu sentido representa a sequência das atividades.

**Fonte:** site do Microsoft Office<sup>30</sup>.

---

<sup>30</sup> Disponível em: <<http://office.microsoft.com/pt-br/visio-help/criar-um-fluxograma-basico-HA010357088.aspx?CTT=1>>



## 5 RESULTADOS

A seguir, são descritos os resultados das observações e entrevistas feitas, primeiramente com os trabalhadores do departamento de engenharia de produção, onde foi estudada a etapa de coleta dos resíduos eletrônicos, e, em seguida, com os trabalhadores do CEDIR, onde continua o processo tratamento de resíduos eletrônicos na USP. Os resultados são apresentados de maneira a tentar seguir a ordem das questões estipuladas no capítulo de Métodos. A apresentação não segue exatamente à risca a ordem das questões devido às peculiaridades dos resultados encontrados, isto é, eles são mais bem apresentados de maneira menos engessada.

### 5.1 Departamento de engenharia de produção

#### 5.1.1 Histórico<sup>31</sup>

O curso de engenharia de produção na Escola Politécnica surgiu inicialmente como um ramo da graduação em engenharia mecânica, em 1959. Em 1963, as disciplinas específicas da engenharia mecânica – opção produção – foram reunidas em um departamento.

Em 1965, foi realizada a Primeira Semana de Engenharia de Produção, cujo um dos resultados foi a criação da Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV) pelo grupo de professores do departamento, em 1967, que começou a oferecer cursos de extensão e de aperfeiçoamento relacionados à engenharia de produção e à administração de empresas.

Em 27 de novembro de 1970, a Congregação da Escola Politécnica da USP aprovou a criação de uma graduação autônoma em Engenharia de Produção, e assim, o curso deixou de ser uma “modalidade” da Engenharia Mecânica e passou a constituir uma carreira autônoma.

Atualmente, o departamento conta com 41 docentes em atividade. Deste total, 25 estão em regime de dedicação integral à docência e à pesquisa, 5 são professores titulares, 9 são professores livre-docentes e 22 são professores doutores.

A estrutura administrativa do departamento conta com uma equipe de chefia formada por 3 pessoas, uma Comissão de Graduação, uma Comissão de Pós-Graduação, uma Comissão de Pesquisa, uma Comissão de Cultura e Extensão, uma Comissão de Infraestrutura, além da secretaria de departamento, e das equipes de informática, de comunicação e da biblioteca.

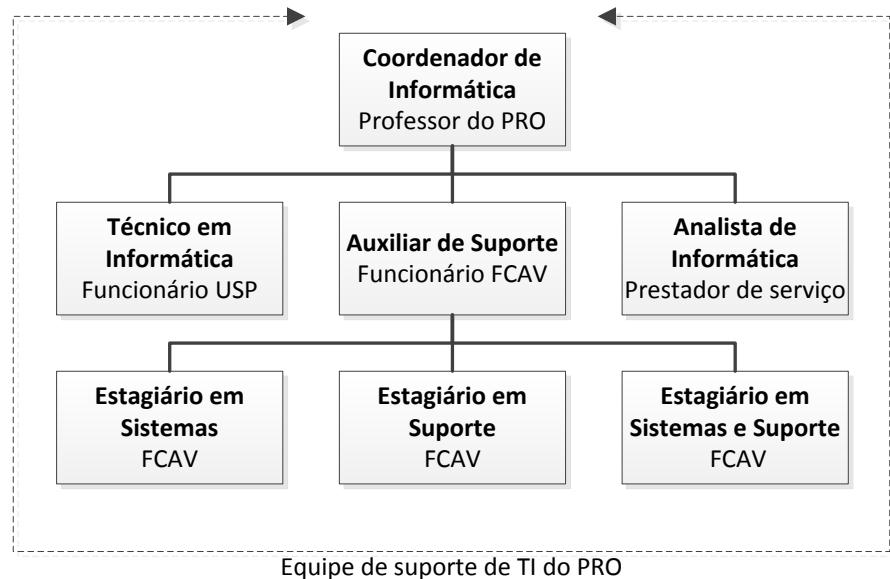
---

<sup>31</sup> Todas as informações foram retiradas do site do departamento <[www.pro.poli.usp.br](http://www.pro.poli.usp.br)>. Acesso em 18 set. 2013.

### 5.1.2 A equipe de tecnologia da informação

Atualmente, no departamento de engenharia de produção da Escola Politécnica, conta-se com uma equipe de suporte de TI (tecnologia da informação) formada por seis pessoas, além do professor coordenador responsável. Dentre eles, um é funcionário da USP e os outros da Fundação Vanzolini, sendo um prestador de serviços. A seguir, a Figura 9 apresenta um organograma a fim de visualizar melhor a composição da equipe:

**Figura 9 - Equipe de suporte de TI do PRO**



**Fonte: elaborado pela Autora.**

As atribuições dessa equipe são: encarregar-se dos sistemas de ensino e pesquisa do departamento, como o AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) e os sites de laboratórios dos professores, que são os seguintes: REDECOOP (Redes de Cooperação e Gestão do Conhecimento), LETICIC (Laboratório de Gestão Estratégica da Tecnologia da Informação, do Conhecimento e da Inteligência Competitiva), LGP (Laboratório de Gestão de Projetos) e LGI (Laboratório de Gestão da Inovação); e também tomar de conta da infraestrutura do departamento, fazendo os serviços de suporte e manutenção.

Antes de dar continuidade, vale a pena visualizar como o departamento do PRO e a FCAV estão dispostos nos prédios que ocupam: Prédio do Biênio: o térreo e o segundo andar são ocupados pelo PRO, enquanto que o primeiro andar é ocupado pela secretaria administrativa da Fundação Vanzolini; Prédio da Produção: o térreo inteiro e o InovaLab, no 1º andar, são do PRO e o restante do primeiro andar são salas e a secretaria dos alunos da Fundação Vanzolini.

Essa equipe reúne-se toda sexta-feira no departamento, juntamente com o coordenador de TI do departamento, para definir as tarefas da semana seguinte e seus respectivos responsáveis.

### 5.1.3 O aparato de infraestrutura do PRO

O aparato atual de infraestrutura do PRO é descrito na tabela a seguir. Vale frisar que não existe registro para controle em nenhum sistema do PRO que liste precisamente esses equipamentos.

**Tabela 7 - Descrição aproximada do aparato de infraestrutura do departamento de engenharia de produção**

<b>Equipamento</b>	<b>Local</b>	<b>Quantidade</b>
<b>Switch</b>	Bloco do biênio	1 a 4 por andar
	Bloco do PRO	1 por andar
<b>Roteadores</b>	Sala de rack	2 (computadores antigos, que foram reaproveitados)
<b>Computadores</b>	Salas de aula	14
	2 laboratórios de grande porte	58
	Sala pró-aluno	10
	Salas de projetos	3 a 5 por sala
	InovaLab	8
	CisLog	8
	Salas de Professores / Administrativo	Aproximadamente 60
<b>Impressoras</b>		Aproximadamente 60

**Fonte:** elaborado pela Autora.

Atualmente, é feito um controle informal desses equipamentos por meio de documentos gerados a partir do sistema Mercúrio da USP<sup>32</sup>. Esses documentos são o “Termo de Responsabilidade de Uso e Guarda dos Bens Móveis”. Uma foto desse é reproduzida a seguir na Figura 10. Algumas capturas de tela do sistema Mercúrio são apresentadas no ANEXO A.

---

<sup>32</sup> Sistema financeiro da USP. Acessível em: <<https://uspdigital.usp.br/mercurioweb/>>

**Figura 10 - Termo de Responsabilidade de Uso e Guarda dos Bens Móveis**

ISP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO			
MERCÚRIO - Sistema de Gerenciamento e Execução Orçamentária e Financeira			
TERMO DE RESPONSABILIDADE DE USO E GUARDA DOS BENS MÓVEIS			
Eu, [REDACTED] declaro ter recebido os bens abaixo relacionados, bens em condições de uso e estou ciente de que devo utilizá-los de acordo com as regras de funcionamento dos mesmos, bem como zelar por sua guarda e conservação, nos termos do artigo 94 da LEI 4320/64.			
Código do Bem 5187362	Material 25666	Grupo Item	INFORMÁTICA EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA Subitem MONITOR DE VÍDEO DE ALTA RESOLUÇÃO
Número Patrimonial: 003-058062	- Número RUSP: 904509001	- Local: 20996	- PRO ✓
Marca : DELL - Modelo: U23121HM - Tipo: MONITOR DE VÍDEO DE ALTA RESOLUÇÃO - Número:			
Fornecedor: MICROMAX COMÉRCIO E SERVIÇOS EM INFORMÁTICA LTDA.			
nota fiscal: 869	Data: 17/05/2013 Prazo Garantia:		
IDEM ANTERIOR			
Número Patrimonial: 003-058063	- Número RUSP: 904509010	- Local: 20996	- PRO ✓
Marca : DELL - Modelo: U23121HM - Tipo: MONITOR DE VÍDEO DE ALTA RESOLUÇÃO - Número:			
Fornecedor: MICROMAX COMÉRCIO E SERVIÇOS EM INFORMÁTICA LTDA.			
nota fiscal: 869	Data: 17/05/2013 Prazo Garantia:		
IDEM ANTERIOR			
Número Patrimonial: 003-058064	- Número RUSP: 904509028	- Local: 20996	- PRO ✓ OK Fleury
Marca : DELL - Modelo: U23121HM - Tipo: MONITOR DE VÍDEO DE ALTA RESOLUÇÃO - Número:			
Fornecedor: MICROMAX COMÉRCIO E SERVIÇOS EM INFORMÁTICA LTDA.			
nota fiscal: 869	Data: 17/05/2013 Prazo Garantia:		
IDEM ANTERIOR			
Número Patrimonial: 003-058065	- Número RUSP: 904509036	- Local: 20996	- PRO ✓ Ti OK Luis
Marca : DELL - Modelo: U23121HM - Tipo: MONITOR DE VÍDEO DE ALTA RESOLUÇÃO - Número:			
Fornecedor: MICROMAX COMÉRCIO E SERVIÇOS EM INFORMÁTICA LTDA.			
nota fiscal: 869	Data: 17/05/2013 Prazo Garantia:		
IDEM ANTERIOR			
Número Patrimonial: 003-058066	- Número RUSP: 904509044	- Local: 20996	- PRO ✓ OK Amaro Sala 277
Marca : DELL - Modelo: U23121HM - Tipo: MONITOR DE VÍDEO DE ALTA RESOLUÇÃO - Número:			
Fornecedor: MICROMAX COMÉRCIO E SERVIÇOS EM INFORMÁTICA LTDA.			
nota fiscal: 869	Data: 17/05/2013 Prazo Garantia:		
IDEM ANTERIOR			
Número Patrimonial: 003-058067	- Número RUSP: 904509052	- Local: 20996	- PRO ✓ OK Joaquim 223
Marca : DELL - Modelo: U23121HM - Tipo: MONITOR DE VÍDEO DE ALTA RESOLUÇÃO - Número:			
Fornecedor: MICROMAX COMÉRCIO E SERVIÇOS EM INFORMÁTICA LTDA.			
nota fiscal: 869	Data: 17/05/2013 Prazo Garantia:		
IDEM ANTERIOR			
Número Patrimonial: 003-058068	- Número RUSP: 904509060	- Local: 20996	- PRO ✓ OK J Fortado 207
Marca : DELL - Modelo: U23121HM - Tipo: MONITOR DE VÍDEO DE ALTA RESOLUÇÃO - Número:			
Fornecedor: MICROMAX COMÉRCIO E SERVIÇOS EM INFORMÁTICA LTDA.			
nota fiscal: 869	Data: 17/05/2013 Prazo Garantia:		
IDEM ANTERIOR			
Número Patrimonial: 003-058069	- Número RUSP: 904509079	- Local: 20996	- PRO ✓ OK Marcia 215
Marca : DELL - Modelo: U23121HM - Tipo: MONITOR DE VÍDEO DE ALTA RESOLUÇÃO - Número:			
Fornecedor: MICROMAX COMÉRCIO E SERVIÇOS EM INFORMÁTICA LTDA.			
nota fiscal: 869	Data: 17/05/2013 Prazo Garantia:		
IDEM ANTERIOR			
Número Patrimonial: 003-058070	- Número RUSP: 904509087	- Local: 20996	- PRO ✓ OK Moscat 235
Marca : DELL - Modelo: U23121HM - Tipo: MONITOR DE VÍDEO DE ALTA RESOLUÇÃO - Número:			
Fornecedor: MICROMAX COMÉRCIO E SERVIÇOS EM INFORMÁTICA LTDA.			
nota fiscal: 869	Data: 17/05/2013 Prazo Garantia:		
IDEM ANTERIOR			

**Fonte: elaborado pela Autora.**

Como o seu próprio nome diz, o termo atribui ao funcionário USP da equipe de TI as seguintes responsabilidades: utilizar os bens de acordo com as regras de funcionamento dos mesmos, bem como zelar por sua guarda e conservação, nos termos do artigo 94 da lei 4320/64 (Fonte: transcrito do próprio documento). No caso de professor do departamento, os equipamentos utilizados por ele ficam sob sua responsabilidade, e não do funcionário USP da equipe de TI. No caso, ele é o responsável por todo o resto: máquinas dos laboratórios, corredores, secretaria etc.

Como se pode perceber pela foto, esses termos contém listas dos equipamentos recém-comprados. Essas listas ficam na sala da equipe de TI do PRO, e servem para: controlar os equipamentos; controlar a entrega dos equipamentos ao seu destinatário depois que eles chegam no departamento, por exemplo, se foi feita uma compra de uma impressora nova para a sala da secretaria, depois que a impressora chegar, anota-se “OK” ao lado da descrição da impressora nessa lista; e serve também para controlar a depreciação dos equipamentos. O uso dessas listas ficará mais claro mais adiante, quando o processo de compras de material de informática no PRO for detalhado.

Alguns pontos são listados a seguir a fim de um melhor entendimento de como funciona o suporte a esse aparato de infraestrutura no departamento de engenharia de produção:

- Não é de responsabilidade do grupo de TI do PRO o suporte da Biblioteca da Engenharia de Produção. Esta fica sob os cuidados do grupo de TI da Poli;
- A compra dos sistemas de audiovisual das salas de aula (projetores e sistema de som) são de responsabilidade da Fundação Vanzolini e não do PRO. A manutenção fica com o PRO;
- O PRO fica responsável pelos computadores e pelas redes;
- Os computadores da sala de projetos são doados pelos financiadores das pesquisas (ex.: FAPESP), outros podem ter sido doados de outros locais do PRO, como das salas dos professores;
- Os servidores tem um tempo médio de uso bem maior que os dos outros equipamentos. Geralmente demora 6 ou 7 anos para eles serem trocados. Isso ocorre porque são equipamentos de grande processamento e armazenamento (hospedam o AVA, por exemplo). Trocá-los exige a migração de muitos dados, o que exige muita segurança;

- O InovaLab tem um servidor próprio fisicamente separado do resto, pois suas máquinas rodam softwares “pesados”, exigindo a separação de redes;
- O laboratório do CisLog geralmente chama empresas terceirizadas para fazer manutenção de suas máquinas, mas o PRO também dá um apoio;
- Um projeto de mais um laboratório está em andamento. É um laboratório de mecânica, com máquinas como torno CNC;
- Também a ideia e estrutura de um estúdio de gravação está em andamento de implementação, com a finalidade de se fazer EAD (Ensino à Distância).

Há alguns anos atrás a duração média de um equipamento de informática no departamento do PRO girava em torno de dez anos. Hoje em dia, esse tempo caiu para aproximadamente três anos. Isso se deve principalmente a dois fatores: a obsolescência programada, ou seja, a tendência de o produtor propositadamente desenvolver, fabricar e distribuir um produto para consumo de forma que se torne obsoleto especificamente para forçar o consumidor a comprar uma nova geração do produto; e também a corrida para estar sempre no mínimo igualado às outras instituições de ensino, ou seja, existe a preocupação da equipe de possibilitar que professores, estudantes e pesquisadores do PRO – e da Fundação Vanzolini – estejam equipados com os melhores dispositivos possíveis. Dessa forma, o problema da reciclagem do lixo eletrônico do PRO é recente, de menos de uma década atrás.

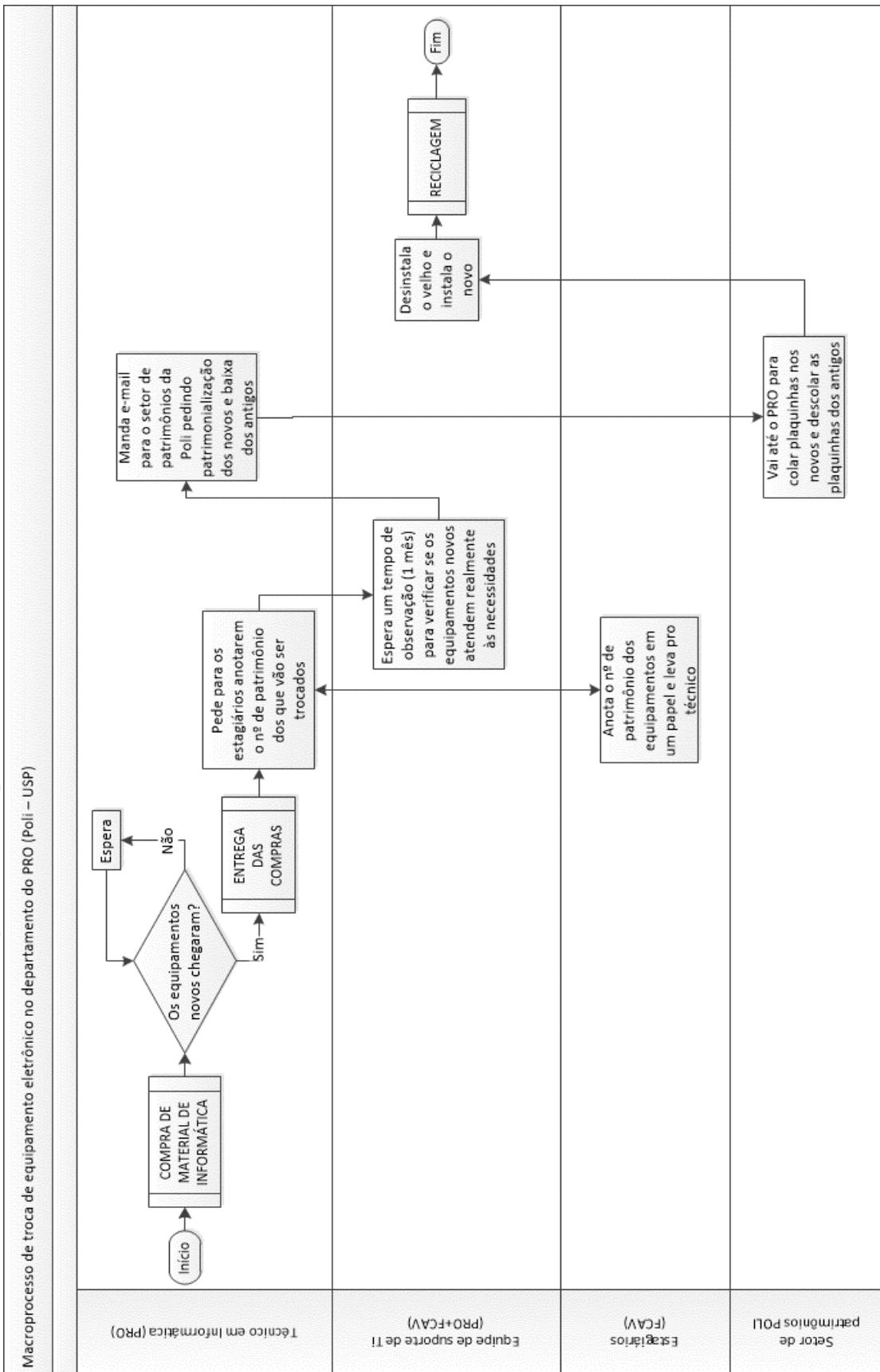
#### **5.1.4 Mapeamento dos processos**

Não é possível uma compreensão clara sobre como ocorre a reciclagem de material de informática no PRO sem entender todo o processo de troca desses equipamentos. Por troca, entende-se o processo que vai desde a decisão da equipe de que é necessário comprar produtos novos até a saída dos produtos substituídos do PRO para a reciclagem. Esse processo foi chamado pela autora de “macroprocesso de troca de equipamento”.

Após todo o levantamento de dados, a autora optou por dividir esse macroprocesso em três subprocessos, por sua relevância e distanciamento no tempo: o subprocesso de compra, o subprocesso de entrega das compras e o subprocesso de reciclagem propriamente dito. Os motivos levados a essas subdivisões ficarão mais claros mais adiante.

Vale citar que não existe um processo definido. O fluxograma a seguir (Figura 11) foi levantando pela autora a partir do que acontece no cotidiano do departamento.

**Figura 11 - Macroprocesso de troca de material de informática (PRO)**



Fonte: elaborado pela Autora.

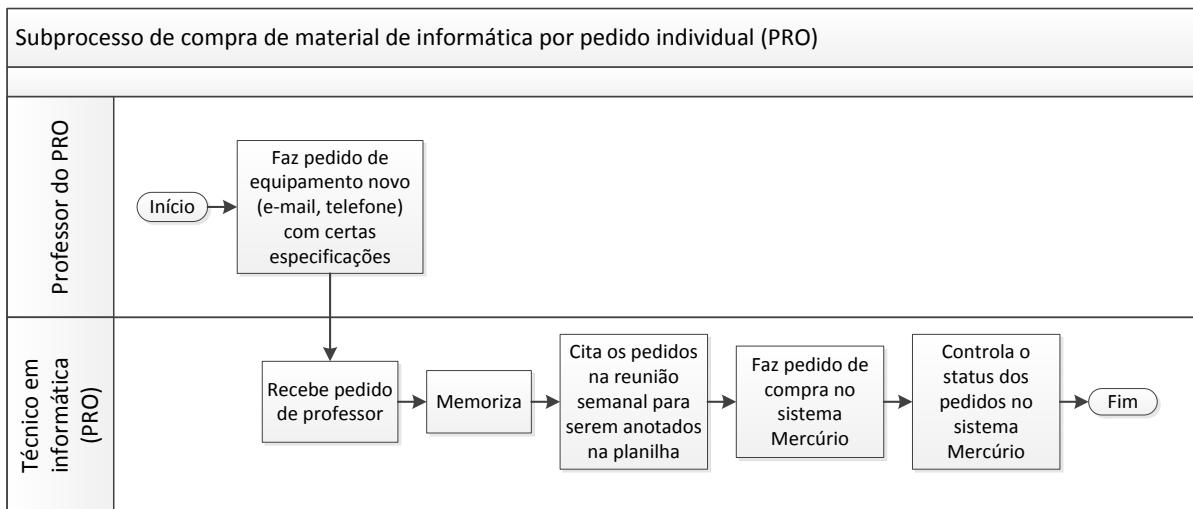
Observação: o fluxograma de troca de equipamentos comprados pela Fundação Vanzolini é semelhante. A única diferença é, claro, que é o setor financeiro da Fundação que fica responsável de dar baixa nos equipamentos para que virem material de reciclagem, e não a Poli.

A seção de patrimônio da Poli é subordinada à Assistência Técnico-Financeira, que é responsável pela execução do orçamento anual da Escola Politécnica, tanto pela verba repassada pela universidade como pelos recursos gerados pela própria Poli.

#### 4.1.4.1. O subprocesso de compras

A demanda por material novo de informática surge no PRO de três maneira diferentes: por pedido individual de professores (quer um computador melhor, uma impressora de determinado tipo); por depreciação<sup>33</sup> e por necessidade de trocar parques inteiros das salas de aula ou laboratórios. Por isso, o subprocesso de compras foi representado em três fluxogramas distintos. A Figura 12 a seguir representa o subprocesso de compra de material de informática por pedido individual.

**Figura 12 - Subprocesso de compra de material de informática por pedido individual (PRO)**

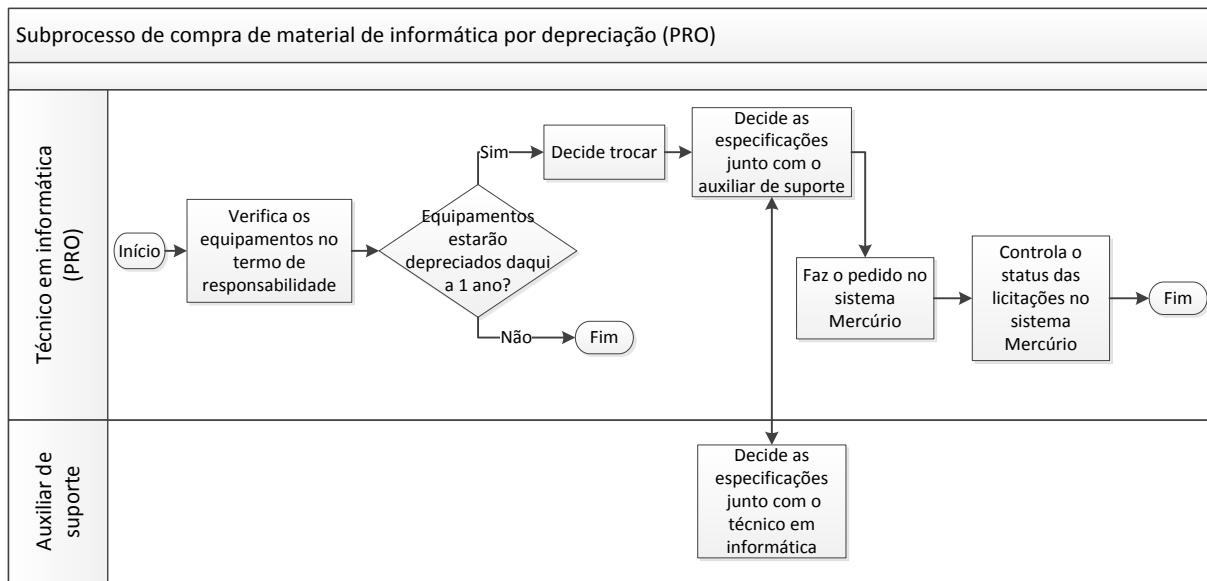


**Fonte:** elaborado pela Autora.

A Figura 13, a seguir, mostra o subprocesso de compra de material de informática por depreciação no PRO.

<sup>33</sup> A IN SRF (Instrução Normativa da Secretaria da Receita Federal) N.º 04/85 fixou em cinco anos o prazo de vida útil para fins de depreciação de computadores e periféricos (taxa de 20% ao ano). Fonte: [www.receita.fazenda.gov.br](http://www.receita.fazenda.gov.br)

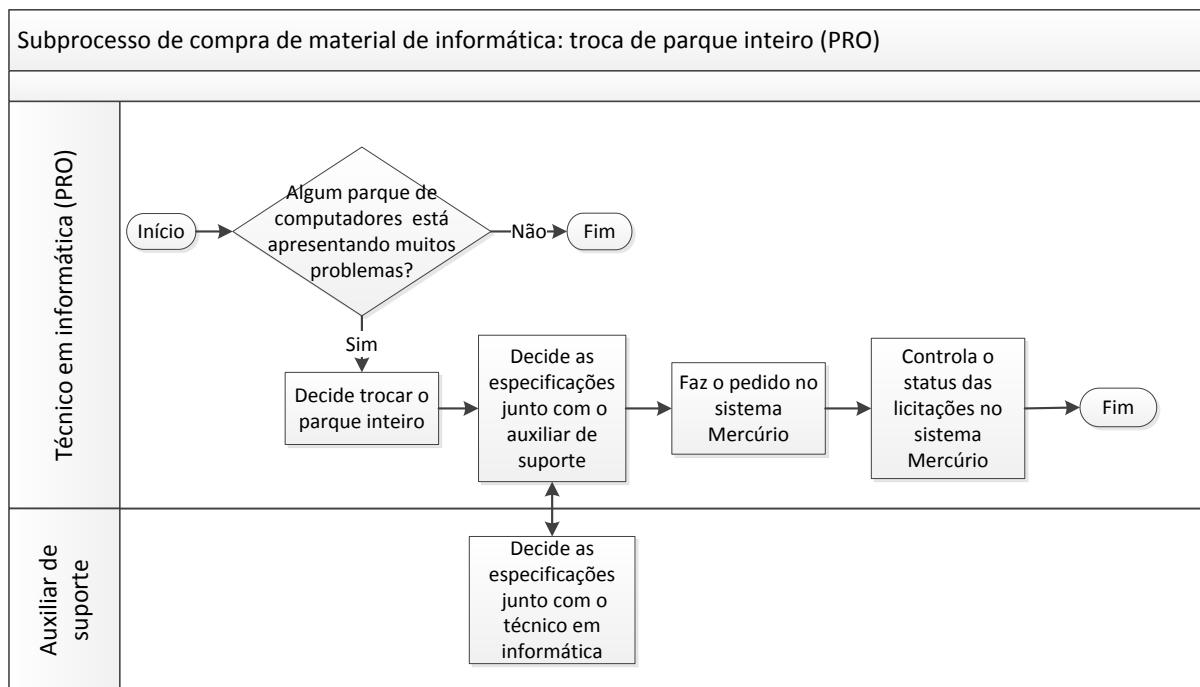
**Figura 13 - Subprocesso de compra de material de informática por depreciação (PRO)**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

A Figura 14 representa o subprocesso de compra de material de informática por troca de parque inteiro.

**Figura 14 - Subprocesso de compra de material de informática: troca de parque inteiro (PRO)**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

O fornecedor dos materiais é escolhido por meio de pregão, que é uma modalidade de licitação. O pregão foi instituído no Brasil pela Lei N.º 10.520, de 17 de julho de 2012<sup>34</sup>. Os licitantes, num leilão às avessas, reduzem o preço do objeto oferecido até que nenhum deles baixe nenhuma oferta. O licitante vencedor é aquele cuja oferta é a mais baixa.

Há aproximadamente 4 anos atrás, o sistema de compras Mercúrio não era utilizado pela equipe, pois ainda não tinham experiência com o esquema dos pregões. Os resultados eram – e ainda são – muito demorados, levando de 6 meses a 1 ano. Foi preciso o funcionário responsável por compras aprender a se antecipar no tempo para usar melhor a verba disponível. Antes disso, os equipamentos eram comprados por meio da F. Vanzolini. Pedidos maiores chegam mais rapidamente, por isso eles também adotam a estratégia de esperar juntar mais demanda.

As pessoas da equipe que escolhem as especificações dos novos produtos geralmente levam em conta: o fabricante, a memória, a capacidade do HD, o tempo de garantia e a procedência. A escolha do fabricante é importante, pois alguns equipamentos de baixo custo não duram muito tempo e apresentam muitos problemas. Porém, a equipe não tem real controle do fabricante vencedor das licitações. Ultimamente, a marca Dell tem predominado nos resultados dos pregões.

#### 4.1.4.2. O subprocesso de entrega das compras

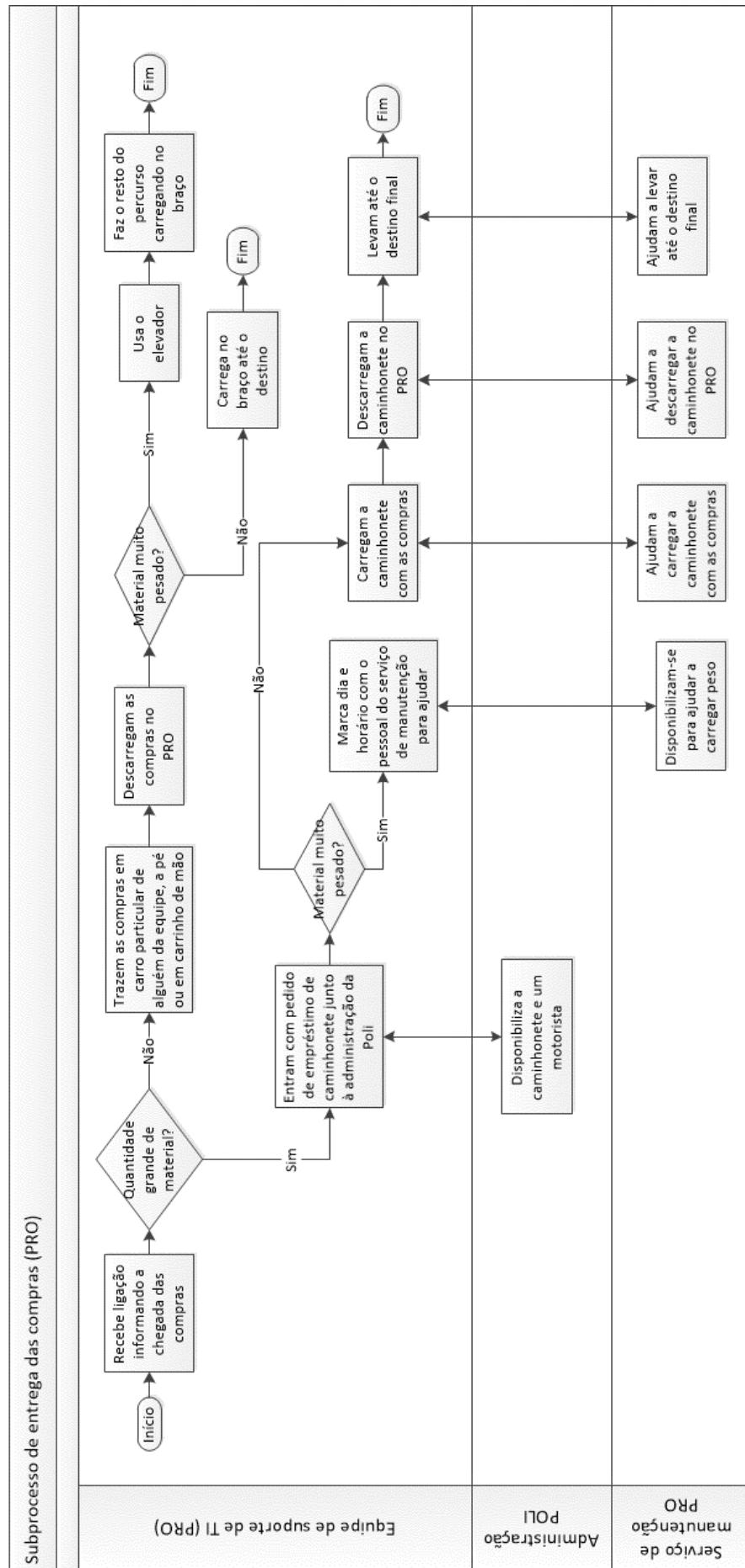
De 6 meses a 1 ano a partir do pedido de compra, os produtos novos chegam. No fluxograma a seguir, são descritos os procedimentos da equipe para o recebimento dessas compras.

O elevador citado no fluxograma é o elevador de acessibilidade presente no prédio do biênio, ligando o térreo aos corredores do 1º e do 2º andares do PRO. Originalmente ele não deveria ser usado pela equipe de TI, mas eles pediram uma cópia da chave para facilitar na movimentação dos produtos. O deslocamento dos equipamentos não deveria ser de responsabilidade da equipe de TI, mas há pelo menos seis anos foi relatado que os responsáveis (funcionários da Poli) não fazem esse serviço no PRO.

---

<sup>34</sup> Ementa da Lei N.º 10.520, de 17/07/2013: “Institui, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, nos termos do art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências.” Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/l10520.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10520.htm)>

**Figura 15 - Subprocesso de entrega das compras (PRO)**



Fonte: elaborado pela Autora.

A demora nas licitações também faz com material de informática fique sem uso. Um exemplo é o caso da demora na chegada de computadores que iriam substituir máquina com defeitos na placa mãe. A equipe decidiu entrar com o pedido de novas placas mãe para remediar temporariamente. Só que os computadores novos chegaram antes das placas, deixando-as inutilizadas (ver Figura 16).

**Figura 16 - Placas-mãe sem uso no PRO**



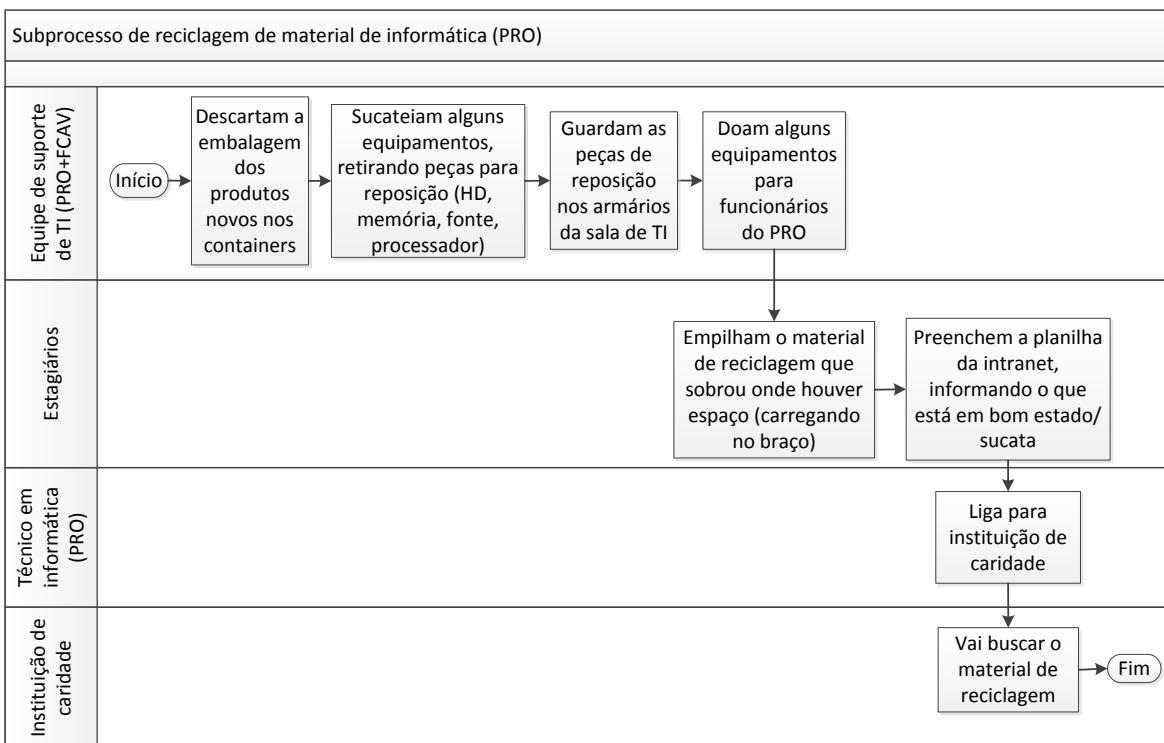
**Fonte: elaborado pela Autora.**

#### 5.1.4.1 O subprocesso de reciclagem

A seguir, a Figura 17 apresenta o subprocesso de reciclagem de material de informática propriamente dito no PRO.

A equipe pode retirar HDs, memórias, fontes e processadores para utilizar como material de reposição. Ou seja, ocorre um processo interno ao departamento de reuso de peças.

Não há um prazo imposto para descarte desse material. O ideal seria o mais rápido possível, para não ocupar espaço no departamento. O tempo médio de descarte atualmente é de dois a três anos.

**Figura 17 - Subprocesso de reciclagem de material de informática (PRO)**

**Fonte:** elaborado pela Autora.

### 5.1.5 As quantidades de resíduos eletrônicos

Há aproximadamente 1,5 ano atrás, quando foi feita a última grande compra no departamento, esse material de reciclagem foi levantado pela equipe e descrito em uma planilha do sistema intranet do PRO. O levantamento demorou em torno de dois dias. A seguir, uma transcrição dessa lista, que descreve o material de reciclagem presente no PRO até a realização deste trabalho:

**Tabela 8 - Material de reciclagem armazenado do PRO**

	<b>Novo</b>	<b>Em bom estado</b>	<b>Sucata</b>
<b>Monitores</b>	-	17	5
<b>Computadores</b>	-	3	28
<b>Impressoras</b>	-	1	11
<b>iPad</b>	1	-	-
<b>Estabilizador</b>	-	-	1

**Fonte:** elaborado pela Autora.

A lista original, que pode ser consultada no sistema intranet do PRO<sup>35</sup> (ver ANEXO B), ainda possui a data em que foi dada a baixa patrimonial de cada equipamento, ou seja, a data em

<sup>35</sup> Disponível em <<http://intranetproducao.net/ti/ativos/default.aspx>>

que o técnico em informática enviou o e-mail para o setor de patrimônios da Poli solicitando a baixa. A planilha foi preenchida pelo auxiliar de suporte e pelos estagiários.

Atualmente, material de reciclagem de informática está estocado em três lugares do PRO:

- Sala localizada atrás da guarita de recepção do PRO. Não foi tirada foto dessa sala;
- Sala de rack (no final do corredor dos laboratórios, andar térreo do bloco compartilhado com o Biênio). A seguir, duas fotos das pilhas de material de reciclagem (ver Figuras 18 e 19). As máquinas claras, obviamente mais antigas, são material de sucata, enquanto as pretas ainda estão funcionando.

**Figura 18 - Material de reciclagem (sucata) armazenado no PRO**



**Fonte: elaborado pela Autora.**

**Figura 19 - Material de reciclagem (em bom estado) armazenado no PRO**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

- Sala de audiovisual: a sala de audiovisual localiza-se ao lado do auditório do departamento, e futuramente será renovada (e mais bem equipada) para se colocar em prática um projeto de EAD (Ensino À Distância) no PRO (ver Figura 20).

**Figura 20 - Material de reciclagem (sucata) na sala de audiovisual do PRO**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

Há também equipamentos sem utilização. Isso ocorre devido a um problema de falta de precisão durante as aquisições desses materiais. O funcionário USP da equipe de suporte de TI deve fazer o pedido dos equipamentos desejados selecionando-os através de uma lista pré-definida de produtos no sistema Mercúrio da USP. Como é de se imaginar, frequentemente determinados produtos que a equipe decide comprar não estão nessa lista. Há duas saídas: pedir para inseri-lo na lista ou assinalar um produto similar. De toda forma, caso no processo de compras da USP não seja encontrado o item desejado no mercado, algum critério é utilizado para escolher um produto semelhante. Muitas vezes é escolhido o mais barato, que não atende às especificações da equipe (o tipo de licitação utilizado é o pregão, ou seja, “quem dá menos”).

Outras vezes, ocorrem erros graves no entendimento das especificações. Pode ser que aconteça de alguém responsável por compras contatar os funcionários de TI e esclarecer a dúvida, comprando o material correto. Porém, geralmente, os produtos chegam errados e são colocados de lado, sem se ter o que fazer com eles. Um exemplo foi quando foi pedido um Point Access de uso corporativo que atendesse a 150 usuários ao mesmo tempo. O PRO recebeu no lugar dezenas de roteadores de uso doméstico, que ficaram sem uso. Outro exemplo são duas lousas digitais grandes. O objetivo inicial era comprar duas lousas onde se projetassem telas de computador e escreve em cima para gravar aulas. As lousas recebidas fazem o contrário: a imagem delas é projetada no computador. Uma delas está parada na sala de audiovisual (ver Figura 21), ao lado do auditório, e a outra na sala de rack. Viraram dois “elefantes brancos”.

**Figura 21 - Lousa digital sem uso no PRO**



**Fonte: elaborado pela Autora.**

A próxima grande compra que vai acontecer terá como objetivo trocar os computadores das salas de aula, que já não estão funcionando direito. Esses equipamentos tem 1,5 ano de uso. Ou seja, a previsão é que, daqui a 1 ano aproximadamente, quando essas máquinas chegarem, haverá algumas dezenas de computadores a serem reciclados.

Como se pode perceber, a tendência é que, daqui para frente, a frequência de troca de equipamentos eletrônicos no PRO seja a maior que já houve na história do departamento. Esse problema de acúmulo de material de reciclagem eletrônico é recente, porque a frequência de troca aumentou apenas nos últimos anos e, claro, a preocupação com a sustentabilidade ambiental também é recente. Isto é, o problema é recente e deve ser resolvido rapidamente, caso contrário, o acúmulo de material de reciclagem ficará imenso.

Há cerca de quatro ou cinco anos atrás, aconteceu o último despacho de material de reciclagem eletrônica. A situação estava parecida com a de hoje, quando se entrou em contato com uma instituição de caridade, que foi fazer a coleta do material. Essa instituição se chama Instituto Paulo de Tarso<sup>36</sup>, e presta assistência a deficientes físicos (crianças e adultos) nas áreas de arte, saúde e educação, com o objetivo de melhorar a inclusão dessas pessoas na sociedade. Depois que é dada a baixa patrimonial, é como se esse material de reciclagem não existisse mais para a USP, então ele pode ser levado do PRO sem exigência de protocolo. Pode ser feita uma declaração de que o material foi levado apenas para controle interno da equipe de suporte, por precaução.

Esses equipamentos também podem ser doados para funcionários da universidade que o desejarem. A equipe de TI autoriza a saída destes na recepção.

Em dezembro de 2009, quando foi inaugurado o CEDIR (Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática), o funcionário responsável pelo descarte no departamento do PRO entrou em contato para passar a descartar o lixo de informática com eles, porém não foi possível, pois os galpões estavam lotados na época. Desistiu-se dessa opção desde então.

Vale observar que, após a chegada de produtos novos, é gerado outro material de reciclagem além dos equipamentos antigos: as embalagens. Atualmente, tanto as caixas de papelão quanto os pedaços de isopor são depositados nos containers de lixo apropriados, localizados próximo à entrada do departamento (ver Figura 22). O material é recolhido frequentemente por um caminhão da prefeitura do campus. Esses procedimentos fazem parte do projeto de gestão de resíduos não perigosos do Poli USP Recicla. Além de papelão e isopor,

---

<sup>36</sup> Site da instituição: <http://www.iapaulo.org.br/>

outros materiais são descartados adequadamente pela equipe de suporte de TI: pilhas, plásticos, toners de impressora etc.

**Figura 22 - Container para embalagens**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

### 5.1.6 Toners e cartuchos

Os toners e cartuchos do departamento são obtidos por compra direta (e não por licitação), em que é utilizada uma verba para material de consumo do PROAP-CAPES<sup>37</sup> (ver Figura 23). Geralmente os pedidos são feitos de três em três meses, e devem ser autorizados pelo coordenador da pós-graduação. Como já dito anteriormente, são descartados nos containers do Poli USP-Recicla<sup>38</sup> e encaminhados para reciclagem no CEDIR.

---

<sup>37</sup> PROAP é o Programa de Apoio à Pós-Graduação da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), cujo objetivo é financiar as atividades dos cursos de pós-graduação, proporcionando melhores condições para a formação de recursos humanos. Fonte: <<http://www.capes.gov.br/bolsas/bolsas-no-pais/ds-e-proap>>

<sup>38</sup> Poli-USP Recicla é um programa que visa promover a gestão sustentável de resíduos dentro da Poli. Eles não estão envolvidos atualmente com resíduos eletrônicos, mas sim com vários outros tipos de resíduos, como pilhas, lâmpadas e resíduos não perigosos. Fonte: <<http://www3.poli.usp.br/pt/a-poli/comissoes/comissao-poli-usp-recicla/apresentacao.html>>

**Figura 23 - Armário com cartuchos**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

#### **5.1.7 Material de informática de grupos de pesquisa**

No departamento, também há equipamentos obsoletos parados nas salas de pesquisa (ver Figura 24). Esses equipamentos geralmente são adquiridos pelos grupos de pesquisa por meio das instituições que financiam os trabalhos, ou são reaproveitados das salas dos professores.

**Figura 24 - Equipamentos obsoletos na sala do TTO**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

### 5.1.8 Tarefas e atividades da equipe

Como já explicitado anteriormente, a equipe reúne-se toda sexta-feira para fazer um acompanhamento dos trabalhos. Nessa reunião, uma planilha de planejamento e acompanhamento de informática é atualizada: adicionam-se novas tarefas, atribuindo-as ao seu responsável, e faz-se um acompanhamento das tarefas das semanas anteriores (ver ANEXO C). Caso a tarefa tenha sido concluída, colore-se a linha da planilha relativa a ela de verde. Caso contrário pinta-se de amarelo e põe-se uma observação do por que ela ainda não foi concluída.

Vale apontar que as tarefas não são bem definidas para cada membro da equipe. A medida em que a demanda de trabalho vai surgindo, os funcionários são alocados para tarefas específicas. Mas claramente dá para perceber tendências de atribuições.

A lista de tarefas abaixo (ver Tabela 9) foi elaborada com base na planilha preenchida semanalmente, que, por sua vez, é elaborada pela equipe em conjunto com o seu coordenador, isto é, encaixa-se no conceito de tarefa prescrita. A tabela permite ter uma noção da carga de trabalho geral da equipe, para mais adiante sabermos que parte dessa carga é ocupada pelo processo de troca de equipamento de informática.

**Tabela 9 - Quadro das tarefas gerais da equipe de TI do PRO**

<b>Técnico em informática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer pedido no Mercúrio de equipamentos das salas de aula/laboratórios;</li> <li>• Fazer pedido de compra no Mercúrio de equipamentos que os professores pedem: impressoras, computadores, teclados, mouses;</li> <li>• Fazer pedido de software pelo Mercúrio;</li> <li>• Fazer compras de maneira geral;</li> <li>• Acompanhar a situação dos pedidos toda semana pelo Mercúrio;</li> <li>• Providenciar conserto de equipamento;</li> <li>• Enviar pedidos de incorporação de bens e de baixa patrimonial para a seção de patrimônios da Poli;</li> <li>• Fazer o controle de equipamentos na intranet;</li> <li>• Encaminhar maquinário para reciclagem após o período de observação dos produtos novos, para liberar espaço e por conta do meio-ambiente;</li> <li>• Montar mapa de serviços e processos da informática (junto com o coordenador);</li> <li>• Fazer o pagamento de salários da equipe.</li> <li>• Responsável pela parte administrativa em geral.</li> </ul>
-------------------------------	---

(continua)

## (conclusão)

<b>Auxiliar de suporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolver problemas de computadores de professores;</li> <li>• Garantir o funcionamento da rede sem fio do PRO;</li> <li>• Resolver problemas de infraestrutura de modo geral;</li> <li>• Criar relatórios de atendimento do PRO por semana;</li> <li>• Configurar a intranet do PRO;</li> <li>• Responsável pelos servidores.</li> </ul>
<b>Analista de informática (prestador de serviços)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fazer manutenção e alterações necessárias no AVA;</li> <li>• Fazer manutenção e alterações necessárias nos sites dos laboratórios;</li> <li>• Responsável por sistema da revista Produção e sistema de eventos;</li> <li>• Responsável pelo moodle da FCAV.</li> </ul>
<b>Estagiário em sistemas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altera conteúdo de disciplinas no AVA;</li> <li>• Fazer alterações nos sites dos laboratórios;</li> <li>• Fazer alterações necessárias no portal PRO;</li> <li>• Responsável pelo moodle da FCAV.</li> </ul>
<b>Estagiário em suportes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auxilia tarefas do suporte.</li> </ul>
<b>Estagiário em sistemas e suporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auxilia tarefas de suporte e de sistemas.</li> </ul>

**Fonte:** elaborado pela Autora.

Na tabela 10, são listadas apenas as tarefas (prescritas) relacionadas ao processo estudado neste trabalho, ou seja, ao processo de troca de material de informática.

**Tabela 10 - Tarefas (trabalho prescrito) do macroprocesso de troca de equipamento no PRO**

<b>Técnico em informática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprar maquinário novo (pedidos dos professores, troca de parque inteiro de sala de aula/laboratório, compras em geral);</li> <li>• Encaminhar maquinário antigo para reciclagem assim após o período de observação do novo, para liberar espaço e para diminuir os impactos no meio-ambiente.</li> </ul>
<b>Estagiários</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar os produtos novos e desinstalar os que serão substituídos.</li> </ul>

**Fonte:** elaborado pela Autora.

No quadro a seguir (ver Tabela 11), são listadas as atividades da equipe, ou seja, o trabalho real desprendido para realizar as tarefas prescritas descritas no quadro anterior.

**Tabela 11 - Atividades (trabalho real) no macroprocesso de troca de equipamento no PRO**

<b>Técnico em informática</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prever o tempo de antecipação dos pedido de compras;</li> <li>• Entrar no sistema Mercúrio, selecionar os produtos desejados na lista e fazer o pedido de compras;</li> <li>• Acompanhar a situação das licitações no Mercúrio;</li> <li>• Digitar os números de patrimônio que o estagiário anotou em um papel no corpo do e-mail a ser enviado para o setor da patrimônia da Poli, pedindo a baixa patrimonial dos equipamentos;</li> <li>• Escolher alguma organização que utilize o material de reciclagem para fazer doação;</li> <li>• Ligar para alguma organização que recicle maquinário de informática para ir buscar os equipamentos do PRO;</li> <li>• Fazer a organização assinar um protocolo não oficial, apenas para controle do funcionário;</li> <li>• Autorizar a saída de material de reciclagem na recepção, seja na retirada por organizações ou por funcionários.</li> </ul>
<b>Estagiários</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carregar e descarregar caminhonete com as compras;</li> <li>• Ir até os equipamentos a serem substituídos, anotar os números de patrimônio em um papel, entregar para o técnico em informática (responsável pelas compras e pela baixa patrimonial);</li> <li>• Desinstalar os equipamentos baixa serem substituídos;</li> <li>• Carregar no braço os equipamentos e empilhá-los onde houver espaço;</li> <li>• Carregar no braço os equipamentos novos e leva-los até onde deverão ser instalados;</li> <li>• Colocar as embalagens dos produtos novos nos containers;</li> <li>• Anotar os modelos e números de patrimônio correspondentes do material de reciclagem, a fim de adicionar na lista de controle da intranet;</li> <li>• Acompanhar a pessoa do setor de patrimônio da Poli durante a baixa patrimonial, pois ele não sabe onde estão os equipamentos. A equipe sabe de cor;</li> </ul>
<b>Toda a equipe de suporte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajudar os estagiários a carregar os equipamentos quando precisar.</li> </ul>

**Fonte:** elaborado pela Autora.

## 5.2 Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática (CEDIR)

### 5.2.1 Histórico

O CEDIR (Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática) foi inaugurado em dezembro de 2009, e faz parte do CCE, o Centro de Computação Eletrônica da USP. Seu

objetivo é garantir que o lixo eletrônico gerado em toda a USP (não apenas isso, pois também é aberto ao público) tenha uma destinação adequada. Como o seu próprio nome já diz, o centro busca o reaproveitamento de equipamentos que foram trocados, por meio de empréstimos a instituições, e o descarte para recicladores especializados caso constatem que não há mais uso possível. Trata-se de um projeto pioneiro de reciclagem em instituições públicas de ensino superior.

As primeiras ideias quanto a implementação de um centro de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos surgiram em 2007, durante a gestão da Prof.<sup>a</sup> Tereza Cristina Carvalho. Ela criou uma Comissão de Sustentabilidade dentro do CCE, conseguiu parcerias com o MIT (*S-Lab: Sustainability Program* e *L-lab: Leadership on Sustainability*), por meio de envio de projetos. Dessa forma, foram surgindo as condições necessárias para o que viria a seguir: o CEDIR. Durante dois anos, a equipe estudou o tema, visitou recicladores, contou com a ajuda de uma equipe do MIT, que veio duas vezes à USP para dar suas sugestões.

Passam pelo CEDIR vários tipos de resíduos eletroeletrônicos, tais como gabinetes, monitores, teclados, mouses, estabilizadores, no-breaks, impressoras, telefones, celulares, fios e cabos, CDs e DVDs, além de pequenos objetos, tais como câmeras fotográficas, pilhas, baterias e cartuchos.

O CEDIR é referência na reciclagem de resíduos eletroeletrônicos em universidades do Brasil, pois foi uma iniciativa pioneira da USP. O centro foi projetado para tratar resíduos eletrônicos de todas as unidades da USP. A Figura 25 mostra a divulgação feita na época.

**Figura 25 - Divulgação do CEDIR na Cidade Universitária em 2009**



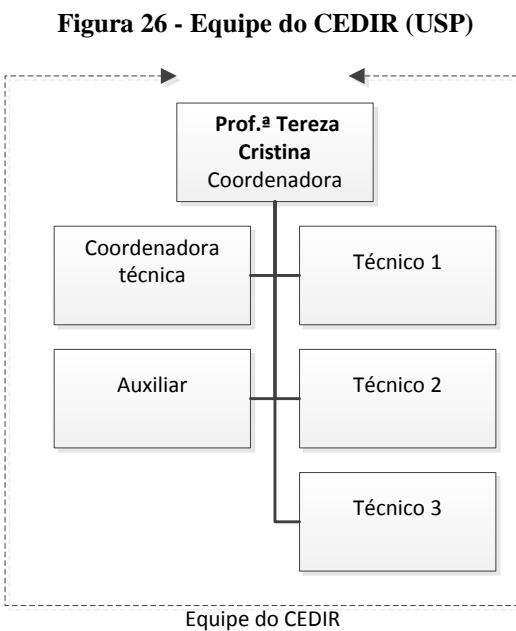
**Fonte:** página Facebook do CCE – USP<sup>39</sup>.

---

<sup>39</sup> Disponível em: <<https://www.facebook.com/comunicacao.cce?fref=ts>>

### 5.2.2 A equipe do CEDIR

A equipe que trabalha no CEDIR atualmente é formada por seis pessoas. Todos estão desde a inauguração do centro, em 2009. Um organograma é apresentado a seguir (ver Figura 26).



**Fonte:** elaborado pela Autora.

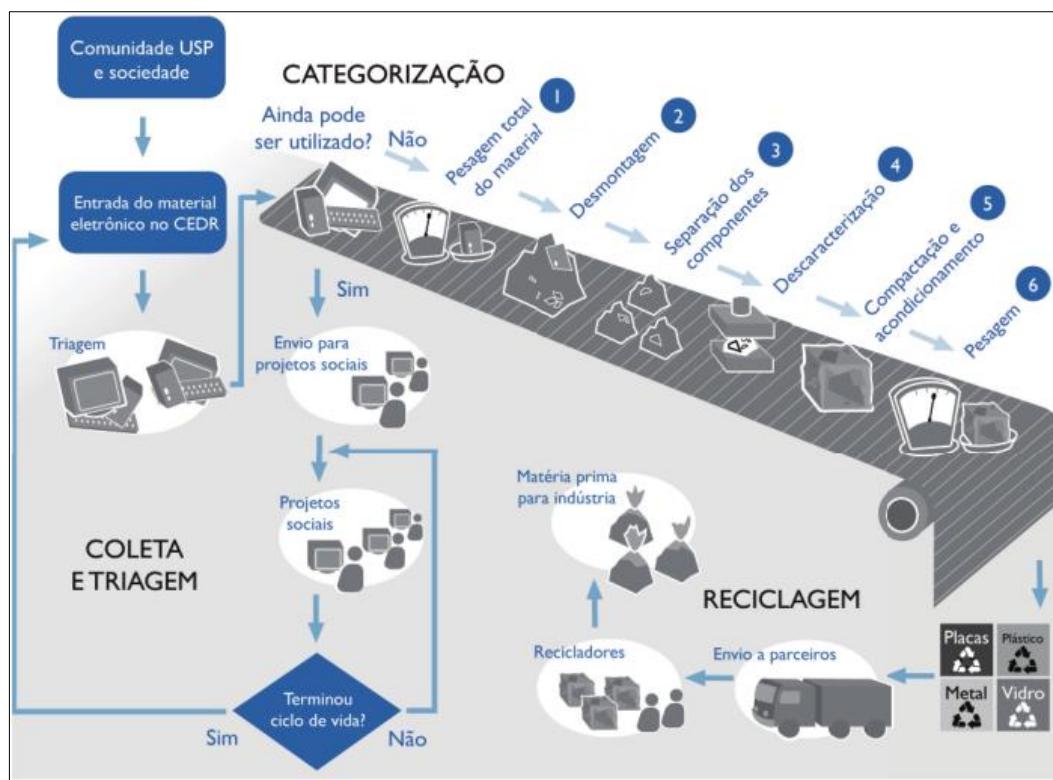
Todas as cinco pessoas que trabalham junto à coordenadora do projeto já eram funcionários USP antes da inauguração do CEDIR, e, em seu trabalho, eram envolvidos com o tema de reciclagem de resíduos eletrônicos de certa maneira. Por exemplo, a coordenadora técnica trabalhava com redes no IDC (*Internet Data Center*) do CCE e fazia parte da Comissão de Sustentabilidade, tendo participado da concepção do CEDIR desde o início. Antes do CEDIR, os técnicos já trabalhavam dando suporte de infraestrutura a várias unidades de ensino da USP, então também já tinham uma experiência considerável no assunto. Não tinham conhecimento ainda em fazer montagem de equipamentos para reuso, mas em desmontagem para consertos sim.

Por ser um projeto pioneiro, a própria equipe, em dois anos de estudo e depois já em atividade, foi responsável por pesquisar e aprender entre si o que fazer para pôr a iniciativa em prática e aprender como resolver os problemas que apareceram. Foram eles mesmo que idealizaram o CEDIR, então não houve treinamento para os funcionários por parte da USP.

### 5.2.3 Mapeamento dos processos do CEDIR

O esquema abaixo (ver Figura 27) resume bem a trajetória dos resíduos que saem das unidades USP e passam pelo CEDIR. Ele foi extraído de um informativo do próprio CCE. Porém, a autora elaborou um fluxograma mais detalhado, contendo outros atores envolvidos no processo e outras etapas, principalmente administrativas, que não estão ilustradas nesse esquema. Primeiramente, um macroprocesso foi definido, indo desde a iniciativa da unidade USP de trocar produtos de informática até o envio de sucata para os recicladores, onde os equipamentos da USP irão ser matéria-prima para a indústria.

**Figura 27 - Esquema de processos do CEDIR**



**Fonte:** fornecido pela equipe do CEDIR.

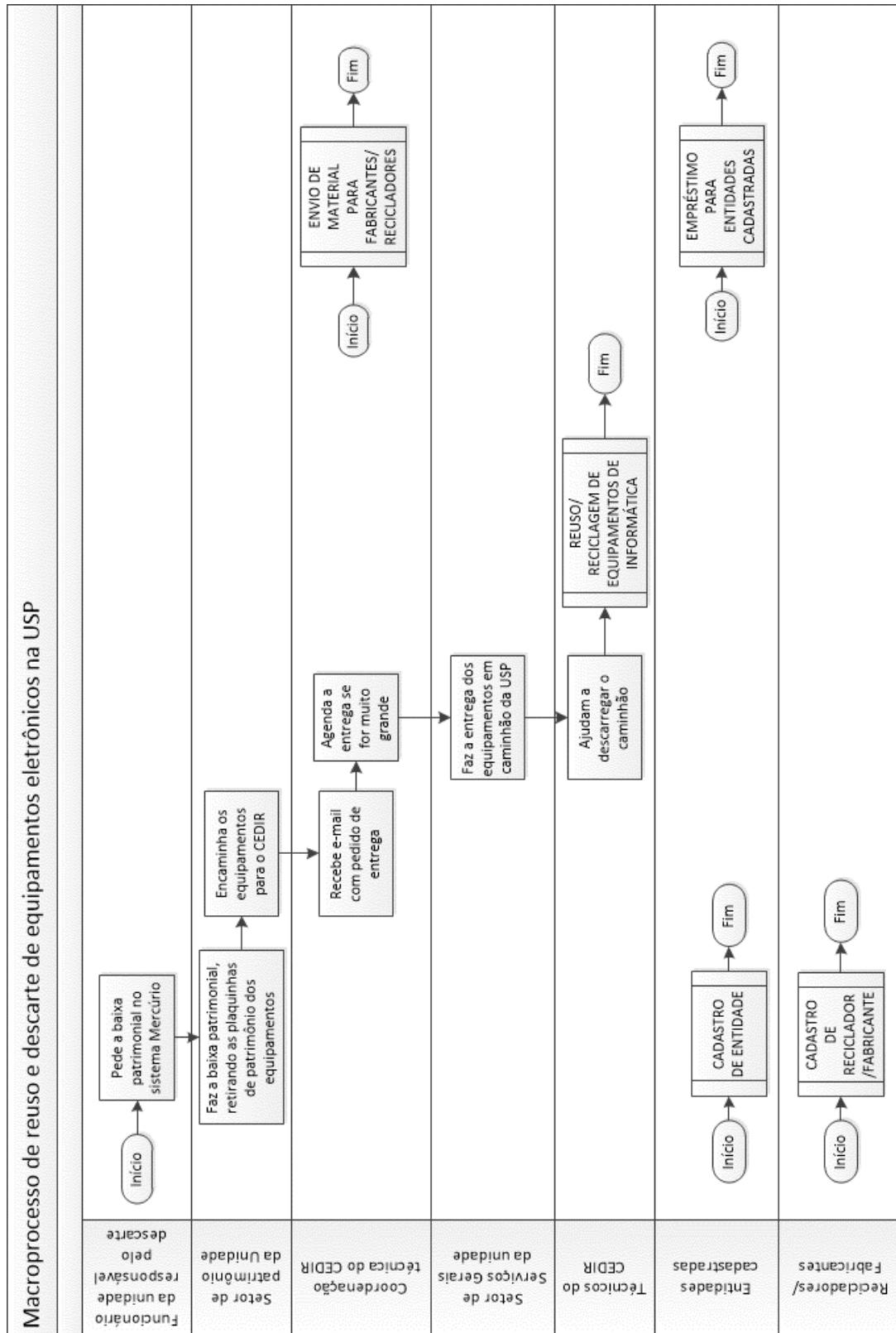
Dentro do macroprocesso, foram identificados cinco subprocessos, que foram representados separadamente, para melhor entendimento. São eles:

- Subprocesso de reuso/reciclagem de equipamentos de informática (propriamente dito);
- Subprocesso de cadastro de entidade;
- Subprocesso de cadastro de recicladores/fabricante;

- Subprocesso de empréstimo para entidades cadastradas;
- Subprocesso de envio de material para fabricantes/recicladores.

Após cada fluxograma, suas respectivas etapas são explicadas mais detalhadamente, acrescentando-se algumas dificuldades operacionais que ocorrem na prática. A seguir (ver Figura 28), o fluxograma do macroprocesso definido.

**Figura 28 - Macroprocesso de reuso e descarte de equipamentos eletrônicos na USP**



Fonte: elaborado pela Autora.

De acordo com funcionários do CEDIR, a baixa patrimonial que se solicita através do sistema Mercúrio automaticamente incumbe o setor de patrimônio da unidade a enviar os equipamentos de informática usados ao CEDIR. De fato, de acordo com o Manual de Administração Patrimonial da USP<sup>40</sup>, há os seguintes tipos de baixas de bens da universidade: baixa por descaracterização, baixa para CEDIR, baixa para RECICLATESC<sup>41</sup>, por inservível, e por doação. Ainda de acordo com esse manual, se o usuário do sistema selecionou a “baixa para CEDIR”, cabe ao setor de patrimônio encaminhar esses bens ao centro de reciclagem. A seguir, transcrição que confirma essa responsabilidade:

Após essa baixa, encaminhar os bens ao CEDIR ou RECICLATESC de acordo com as normas de entrega dos referidos centros, contidas no site: [www.cce.usp.br](http://www.cce.usp.br) ou ao e-mail [cedir.cce@usp.br](mailto:cadir.cce@usp.br) e [www.reciclatesc.org.br](http://www.reciclatesc.org.br) ou no e-mail [nwtn@hotmail.com](mailto:nwtn@hotmail.com) (MANUAL DE ADMINISTRAÇÃO PATRIMONIAL, p.16).

Vale citar a possibilidade de transferência patrimonial entre unidades USP, que é um “procedimento efetuado pela Unidade cedente [...] após prévio acordo entre as partes interessadas” (MANUAL DE ADMINISTRAÇÃO PATRIMONIAL). Quando é solicitada a baixa patrimonial para o CEDIR, os equipamentos ficam disponíveis durante 15 dias na página [www.sistemas.usp.br](http://www.sistemas.usp.br), link patrimônio, caso alguma Unidade se interesse.

A coordenadora técnica utilizou-se da estratégia de agendar visitas com o objetivo de controlar melhor o fluxo de materiais que passa pelo centro. Dessa forma, o que acontece durante a semana é, basicamente: nas quintas-feiras, chegam entregas grandes; na sexta-feira, o galpão é organizado; segundas e terças os equipamentos são desmontados/montados, e as quartas são mais reservadas para visitantes conhecerem o local. As visitas precisam ser agendadas por e-mail.

Os funcionários do CEDIR ajudam a descarregar o caminhão da USP que traz os equipamentos. Em seguida, ocorre o tratamento propriamente dito dos produtos, que será representado a seguir no fluxograma do seu subprocesso.

#### 5.2.3.1 Subprocesso de reuso/reciclagem de equipamentos de informática

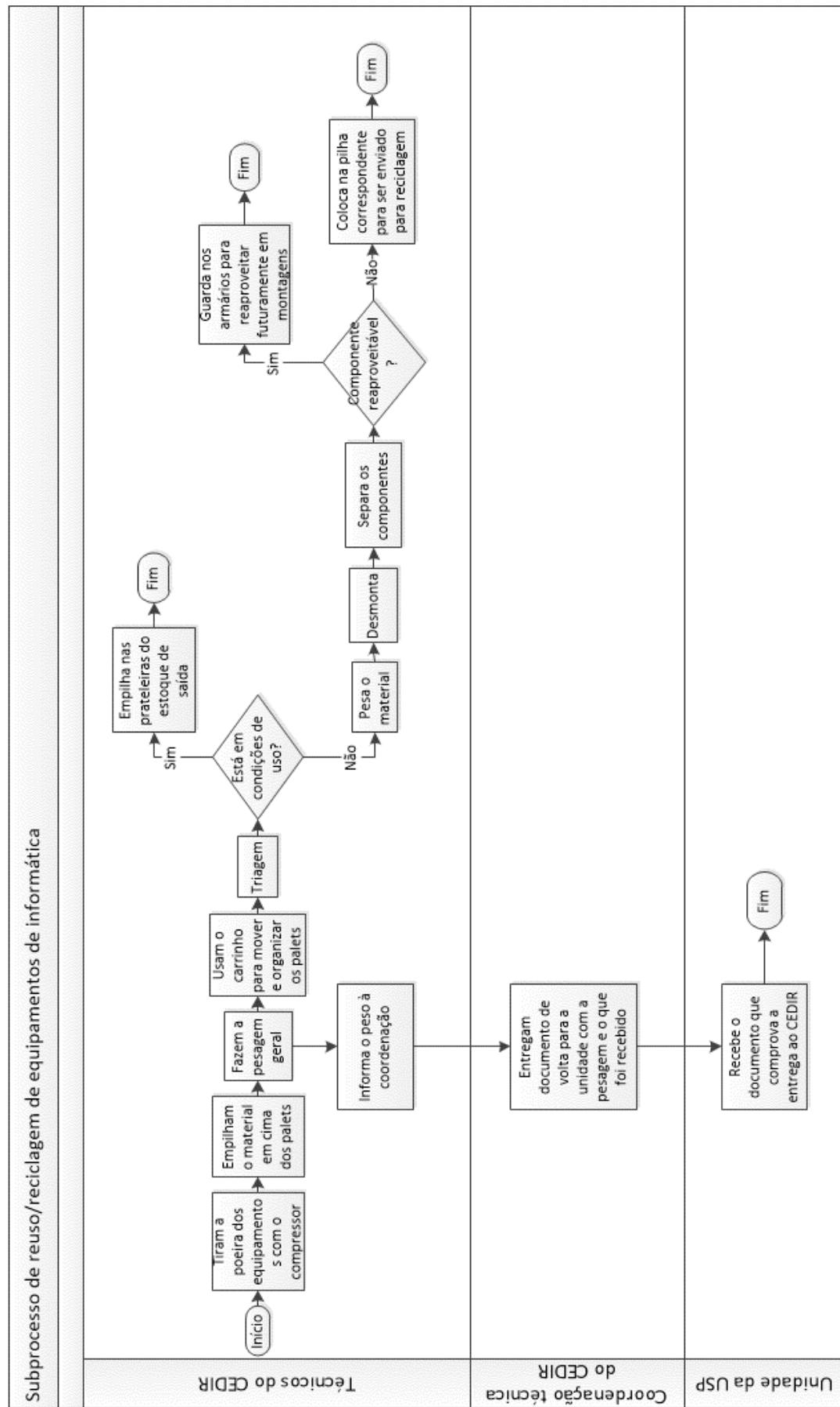
O subprocesso de reuso/reciclagem está representado na Figura 29.

---

<sup>40</sup> Manual elaborado em fevereiro de 2012 pela Subcomissão de Patrimônio da USP (Compatrim), com o objetivo de melhor guiar as atividades dos profissionais dos setores de patrimônio da USP. Disponível em <[http://www.usp.br/da2/arquivos/Patr/MANUAL\\_DE\\_ADMINISTRACAO\\_PATRIMONIAL.pdf](http://www.usp.br/da2/arquivos/Patr/MANUAL_DE_ADMINISTRACAO_PATRIMONIAL.pdf)>

<sup>41</sup> RECICLATESC: Centro de reciclagem em parceria com a USP-São Carlos, que atende as Unidades dos campi do Interior (São Carlos, Ribeirão Preto, Bauru e Pirassununga).

**Figura 29 - Subprocesso de reuso/reciclagem de equipamentos de informática (CEDIR)**



Fonte: elaborado pela Autora.

Após a chegada dos equipamentos, a primeira atividade é retirar a poeira desses. Como é de se esperar, aparelhos velhos, ainda mais parados por algum tempo, acumulam muito pó. O dispositivo com que a equipe do CEDIR conta para retirar essa poeira é um compressor radial (ou soprador), que sopra a poeira para fora (ver Figura 30).

**Figura 30 - Soprador para a poeira**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

**Figura 31 - Estoque de entrada paletizado**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

Depois disso, os produtos são empilhados nos paletes (ver Figura 31) e depois pesados e organizados. Há uma empilhadeira disponível, porém tem sido difícil utilizá-la devido ao espaço pequeno de mobilidade no galpão. Atualmente, utilizam-se carrinhos paleteiros para mover os paletes (ver Figura 32).

**Figura 32 - Carrinho paleteiro**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

A seguir é feita uma triagem. Se o equipamento estiver em condições de uso, ele vai direto para as prateleiras dos estoques de saída. Se não, começa a etapa de descaracterização. Nesta etapa, tais equipamentos são pesados, desmontados (ver Figuras 33 e 34) e separados por tipo de material (plásticos, metais, placas eletrônicas, cabos, etc.).

**Figura 33 - Posto de trabalho dos técnicos onde ocorre a desmontagem**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

**Figura 34 - Ferramentas de trabalho dos técnicos**

**Fonte: elaborado pela Autora.**

Os materiais do mesmo tipo são descaracterizados e compactados (ver Figura 35). A compactação é realizada devido à necessidade de reduzir o volume e, consequentemente, reduzir o seu custo de transporte. Porém, atualmente, a prensa do galpão está com defeito e não está sendo possível fazer a compactação. Podem ser reaproveitadas peças, que vão para alguns armários esperar a demanda das entidades cadastradas até servirem para montar um outro equipamento. Os equipamentos montados também vão para as prateleiras de estoque de saída (ver Figura 36).

**Figura 35 - Separação por tipo de material**

**Fonte: elaborado pela Autora.**

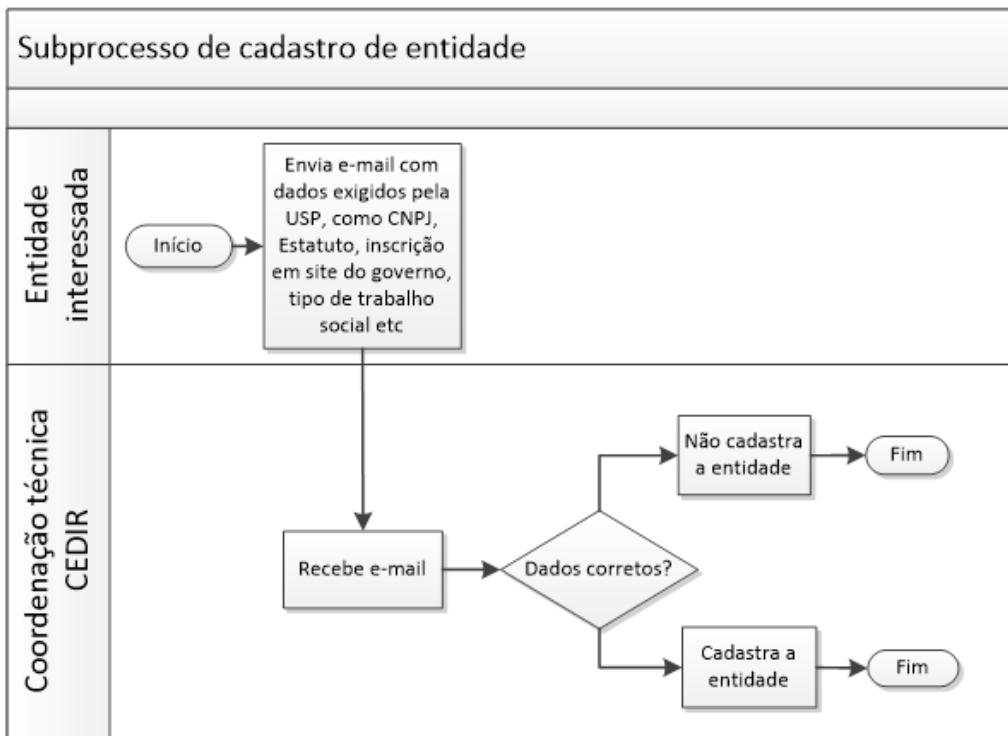
**Figura 36 - Estoque de saída para empréstimo (equipamentos testados)**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

#### 5.2.3.2 O subprocesso de cadastro de entidade

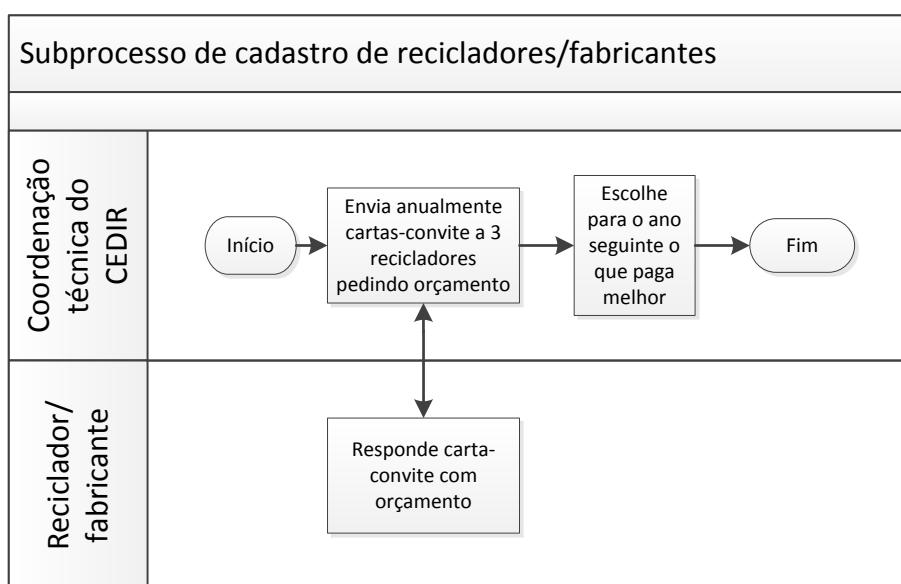
Na Figura 37, está representado o subprocesso de cadastro de entidade. As instruções para cadastro estão no site do CEDIR. Vale lembrar que a entidade deverá devolver os equipamentos quando não for mais possível o uso. Quanto aos critérios de escolha, o CEDIR busca projetos de interesse coletivo que promovam inclusão social e digital e que gerem conhecimento.

**Figura 37 - Subprocesso de cadastro de entidade**

**Fonte:** elaborado pela Autora.

#### 5.2.3.3 O subprocesso de cadastro de recicladores/fabricantes

O material de reciclagem é vendido para esses parceiros que são trocados anualmente (ver Figura 38).

**Figura 38 - Subprocesso de cadastro de recicladores/fabricantes**

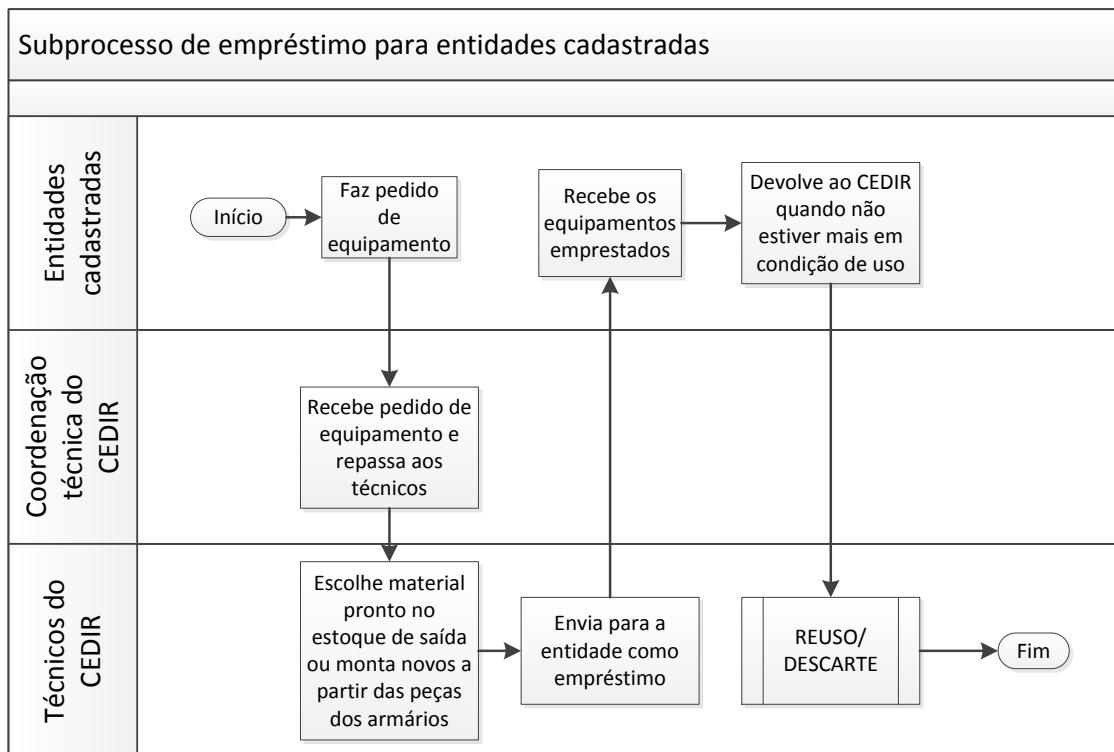
**Fonte:** elaborado pela Autora.

Os parceiros são empresas recicadoras dos diversos materiais provenientes dos resíduos de informática, legalmente constituídas e certificadas pelos órgãos gerenciadores competentes. Vale frisar que algumas peças são devolvidas para o fabricante, como pilhas, baterias e cartuchos.

#### 5.2.3.4 O subprocesso de empréstimo para entidades cadastradas

Como se pode observar pelo fluxograma (ver Figura 39), são os pedidos das entidades que puxam a produção (montagem de equipamentos novos). A entidade não pode vender esse material, nem descartar de maneira inadequada. Tudo deve voltar ao CEDIR.

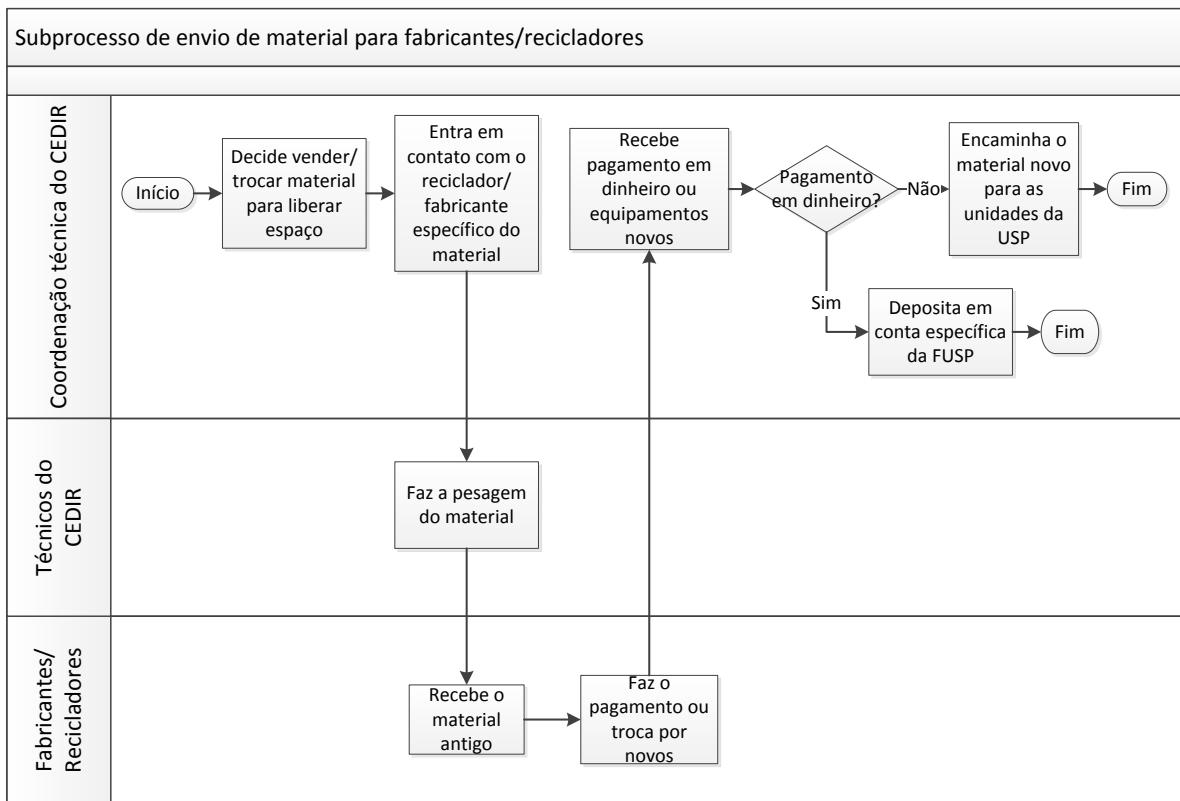
**Figura 39 - Subprocesso de empréstimo para entidades cadastradas**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

#### 5.2.3.5 O subprocesso de envio de material para fabricantes/recicladores

Como já dito anteriormente, pilhas, baterias e cartuchos são devolvidos ao fabricante (ver Figura 40). Fios e cabos, por exemplo, não são vendidos, mas sim trocados por novos, pois percebeu-se que o dinheiro ganho com venda deles era menor que o valor dos cabos novos. Esses fios e cabos são repassados de volta às Unidades. Ferro, plásticos, placas de circuito e monitores são enviados para recicladores específicos.

**Figura 40 - Subprocesso de envio de material para fabricantes/recicladores**

**Fonte:** elaborado pela Autora.

. A empresa assina um certificado quando recebe resíduos, atestando a venda, como exemplo a seguir:

**Figura 41 - Certificado de venda de material de reciclagem**

**Fonte:** elaborado pela Autora.

### 5.2.4 O espaço de trabalho

Inicialmente, o CEDIR funcionava em um galpão de 450 metros quadrados no CCE (ver Figura 42). Essa área havia sido projetada para cinco pessoas trabalharem com cinco toneladas de equipamentos por mês. Porém, por uma decisão da reitoria, o centro teve que ser transferido para dentro da prefeitura do campus. Esse novo espaço mede pouco menos de 200 metros quadrados, o que trouxe vários problemas para a equipe (ver Figura 43).

É preciso trabalhar mais rápido para liberar espaço mais rápido. Por causa da disposição de estoques não otimizada, o fluxo de materiais ficou menos lógico. Além disso, há a dificuldade em mover a empilhadeira, e o problema do deslocamento da própria equipe, que corre o risco de esbarrar nos equipamentos, muitas vezes pontiagudos, cortantes.

Como se pode perceber, a empilhadeira tem muito menos mobilidade no espaço novo, tornando quase impossível o seu uso. Além disso, os funcionários relataram que o chão do galpão atual levanta muito mais poeira do que o antigo.

**Figura 42 - Galpão antigo do CEDIR, com bastante espaço livre e separação de materiais**



**Fonte:** página Facebook do CCE<sup>42</sup>

---

<sup>42</sup> Disponível em <<https://www.facebook.com/comunicacao.cce>>

**Figura 43 - Galpão atual do CEDIR, com pouco espaço de circulação**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

### 5.2.5 A capacidade

Como já dito anteriormente, no projeto inicial o CEDIR tinha 450 metros quadrados e por ele passavam cinco toneladas de material de informática por mês. Atualmente, esse número está entre duas a três toneladas de material de informática por semana. Houve uma época em que o CEDIR chegou a receber 20 toneladas de resíduos por mês. Essa quantidade diminuiu a partir do momento em que a coordenação técnica passou a agendar as grandes entregas para um só dia da semana, controlando melhor assim a sua produção.

### 5.2.6 Tarefas e atividades da equipe

A seguir, uma lista de tarefas atribuídas a cada funcionário do CEDIR.

**Tabela 12 - Quadro de tarefas (trabalho prescrito) dos funcionários do CEDIR**

<b>Coordenação técnica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Divulgação</li> <li>● Palestras</li> <li>● Contato com empresas</li> <li>● E-mails</li> <li>● Agendamento de entregas</li> <li>● Agendamento de visitas</li> <li>● Livros/publicações</li> <li>● Viagens (divulgação em outras universidades)</li> </ul>
----------------------------	---

(continua)

## (conclusão)

<b>Auxiliar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarefas administrativas</li> <li>• Manutenção do galpão</li> <li>• Organização do galpão</li> </ul>
<b>Técnicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recepção de material</li> <li>• Desmontagem de equipamento</li> <li>• Organização do galpão</li> <li>• Montagem de equipamento</li> </ul>

**Fonte:** elaborado pela Autora.

Em relação às atividades realizadas (trabalho real) a fim de cumprir as tarefas, levantou-se que:

- Os técnicos precisam carregar bastante peso, na medida em que a tarefa “recepção de material” significa também: descarregar o caminhão; tirar a poeira dos resíduos com o soprador; empilhar os equipamentos nos pallets, já que não há espaço suficiente para uso da empilhadeira; empurrar os carrinhos para pallet com as pilhas de produtos;
- A auxiliar precisa levantar peso também para manutenção e organização do galpão;
- A coordenadora técnica também carregou bastante peso durante muito tempo para ajudar na movimentação desses equipamentos, porém hoje em dia não pode mais, por causa dos problemas de saúde adquiridos no trabalho.

### 5.2.7 Saúde dos trabalhadores

No CEDIR, é obrigatório o uso de EPI (Equipamentos de Proteção Individual), tais como: abafadores de ruídos, óculos, luvas e calçados de proteção (ver Figura 44). De maneira geral, os funcionários os utilizam quando da movimentação de equipamentos pelo galpão (entregas, organização, manutenção...). Porém, os EPI não se mostram suficientes para prevenir todos os riscos à integridade física dos trabalhadores.

**Figura 44 - Aviso de uso obrigatório de EPI no CEDIR**

**Fonte:** elaborado pela Autora.

Foram levantados os seguintes problemas de saúde na equipe decorrentes direta ou indiretamente do trabalho no CEDIR:

**Tabela 13 - Quadro de doenças ocupacionais dos funcionários do CEDIR**

Funcionário (gênero)	Problemas de saúde	Recomendações médicas
<b>Coordenadora técnica (F)</b>	Tenossinovite <sup>43</sup> nos cotovelos Rinite <sup>44</sup>	Não pode levantar peso
<b>Auxiliar (F)</b>	Hérnia de disco <sup>45</sup> Fibromialgia <sup>46</sup> (consequência) Rinite	Pode levantar peso até 2 kg
<b>Técnicos 1 e 2 (M)</b>	Dores na coluna Rinite	
<b>Técnico 3 (M)</b>	Hérnia de disco Dores na coluna Rinite	

**Fonte:** elaborado pela Autora.

Apesar das recomendações médicas, feitas pelo SESMT da USP<sup>47</sup>, a equipe continua tendo que fazer suas atividades da mesma forma. Ou seja, a causa dos problemas de saúde precisa ser resolvida.

<sup>43</sup> Tenossinovite é uma inflamação do revestimento da bainha que circunda um tendão (o cordão que une o músculo ao osso). Pode ser causada por esforço excessivo. Dificulta o movimento da junta, ocasiona muita dor e sensibilidade. (Fonte: minhavida.com.br)

<sup>44</sup> A rinite alérgica é um conjunto de sintomas, principalmente no nariz e nos olhos, que ocorre quando você respira alguma substância que lhe dá alergia, como pó, pelo de animais ou pólen. (Fonte: minhavida.com.br)

<sup>45</sup> A hérnia de disco ocorre quando todo, ou parte, de um disco na espinha é forçado a atravessar uma parte mais fraca do disco. Isso gera pressão nos nervos vizinhos. (Fonte: minhavida.com.br)

<sup>46</sup> A fibromialgia é uma síndrome em que uma pessoa sofre de dores por todo o corpo por longos períodos, com sensibilidade nas articulações, nos músculos, nos tendões e em outros tecidos moles. (Fonte: minhavida.com.br)

<sup>47</sup> SESMT - Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho.

As alergias respiratórias são causadas principalmente pela poeira no galpão (ver Figura 45). O soprador, que serve para “soprar” o pó fora dos equipamentos antigos na recepção, espalha essa poeira pelo ar. Os equipamentos montados e testados que são estocados nas prateleiras também acumulam pó rapidamente. Outro aspecto relatado foi a influência do piso. Piso de concreto acumula muito pó, e é de difícil limpeza. O piso do primeiro galpão tinha um certo tipo de acabamento que evitava esses problemas.

**Figura 45 – Marca de poeira no estoque de saída do CEDIR**



**Fonte:** Elaborado pela Autora.

### 5.2.8 Condições de trabalho

Em relação às condições de trabalho, os funcionários relataram que a temperatura do galpão fica muito sujeita às variações de temperatura do exterior. Isto é, quando está quente do lado de fora, o galpão fica muito quente, tornando quase impossível o trabalho; quando está frio, o galpão fica bastante frio. Além disso, entra muito sol na sala de montagem e desmontagem, o que foi parcialmente resolvido com a colagem de pedaços de papelão nos vidros da janela (ver Figura 46). Ademais, quando o CEDIR foi deslocado para a prefeitura do campus, construiu-se uma copa bem pequena para os funcionários (ver Figura 47), já que eles utilizariam o restaurante da prefeitura. Porém, logo depois esse restaurante foi restringido para

uso exclusivo de alunos, obrigando os funcionários do CEDIR a fazerem refeições em seus postos de trabalho (na copa não há espaço para mesa nem cadeiras).

**Figura 46 - Controle de iluminação improvisado na janela da sala de desmontagem de equipamentos do CEDIR**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

**Figura 47 - Copia do CEDIR**



**Fonte:** elaborado pela Autora.

### 5.2.9 CEDIR e PRO

De acordo com o CEDIR, o serviço prestado por eles não funciona direito com a Poli, pois eles percebem que recebem pouca coisa da Escola. A Poli precisa começar a enviar todo o seu resíduo eletrônico para o CEDIR, pois já aconteceu de, devido a erros na baixa patrimonial, uma instituição de caridade vender equipamentos ainda com a placa do número de patrimônio da USP. Isso foi visto no comércio de eletrônicos no centro de São Paulo, próximo à região da R. Santa Ifigênia, e pode acabar prejudicando tanto os responsáveis pelos bens quanto os próprios profissionais do CEDIR, que tem a tarefa de dar a destinação adequada a esses equipamentos.

De acordo com o CEDIR, os trabalhadores do setor de patrimônio da Poli enfrentam dificuldades na hora de realizar a tarefa de encaminhar o material para o CEDIR. A quantidade de trabalho seria excessiva para a quantidade de pessoas que deveria executá-lo. Pode haver erros na baixa patrimonial de todo esse equipamento acumulado no PRO, então precisaria de uma força-tarefa para conferir tudo antes de ser encaminhado ao CEDIR.



## 6 DISCUSSÕES

Nesta seção, os resultados dos trabalhos apresentados na seção anterior são sintetizados e discutidos. A seguir, algumas sugestões de melhoria são propostas pela autora.

### 6.1 Problemas encontrados

#### 6.1.1 No departamento de engenharia de produção (PRO)

O objetivo inicial deste trabalho é avaliar os impactos causados pela introdução da reciclagem de material eletrônico na USP nas atividades dos trabalhadores envolvidos, ou seja, as mudanças no esforço desprendido pela equipe de TI do PRO e pela equipe que trabalha no CEDIR quando da implementação de ações sustentáveis. Porém, os resultados descritos na seção anterior mostraram que há uma descontinuidade indevida entre os dois macroprocessos mapeados, isto é, entre o que acontece no PRO e entre o que acontece no CEDIR.

O destino dos resíduos eletrônicos gerados no departamento de engenharia de produção, depois de um longo período de armazenagem, é, atualmente, a doação a instituições de caridade. O fluxo de materiais é então interrompido entre esses dois grandes processos de reciclagem, já que a etapa de coleta dos resíduos eletrônicos, que deveria ter início no PRO, não acontece atualmente como previsto pelas normas da USP. Portanto, o material de informática que sai do PRO está ficando anos armazenado no departamento, sem a destinação adequada.

Assim, o problema de descontinuidade em questão apresentado nos resultados deste trabalho, apesar de não estar inserido diretamente dentro da ergonomia, possui consequências relacionadas a essa área do conhecimento. Tanto as causas do acúmulo de material de reciclagem no PRO quanto o acúmulo propriamente dito afetam indiretamente o trabalhar das pessoas.

Primeiramente, a equipe de TI do PRO não foi claramente informada quanto a essa política de sustentabilidade da universidade. Pelo que se percebeu pelos relatos dos funcionários, eles desconhecem a tarefa do setor de patrimônio de encaminhar o material eletrônico para o CEDIR. Tanto é verdade que foi relatado no PRO que se soube da inauguração do CEDIR por acaso, na imprensa, e não por uma comunicação interna e oficial da universidade. Assim, a responsabilidade de “desvencilhar-se” dos equipamentos em questão e enviá-los a qualquer lugar que os receba recai sobre uma única pessoa no departamento. O funcionário em

questão, por sua vez, alega que isso não é tarefa sua, uma vez que não foi contratado originalmente para isso.

Dessa forma, a falta de alinhamento com a política de sustentabilidade da universidade faz com que: um funcionário sinta-se desmotivado para realizar uma tarefa que não faz sentido para ele, e, vale deixar claro, que nem é de responsabilidade dele; haja um desconforto na equipe como um todo, que pode ser traduzido como um sentimento de descaso, por passar anos convivendo com um material parado resultante de um processo que não funciona direito; haja uma carga de stress em de todos os funcionários do departamento que tem seu trabalho prejudicado devido aos espaços que deveriam estar livres para a passagem e/ou disponíveis para uso, mas não o estão por causa do material de reciclagem empilhado neles.

As entrevistas com os funcionários do CEDIR levaram ao conhecimento de que esses problemas de descontinuidade da reciclagem no PRO acontecem em outros departamentos da Escola Politécnica, pois não acontecem atualmente muitas entregas da Poli para o CEDIR.

Esse primeiro problema nos faz lembrar a proposta do arcabouço teórico<sup>48</sup> para a implantação de sustentabilidade em universidades desenvolvido por Blackburn (2007). O autor sugere que a sustentabilidade em universidades precisa existir em uma abordagem multidisciplinar, ou seja, a partir de uma visão mais transversal entre os departamentos da universidade. Além disso, para Blackburn (2007), os pressupostos sustentáveis devem ser aplicados de maneira multisectorial, ou seja, devem estar tanto nas operações, quanto nos produtos e serviços (ensino e pesquisa) e na mentalidade das pessoas associadas à instituição (alunos, professores, funcionários). Na relação entre PRO e CEDIR, particularmente na questão da reciclagem do lixo eletrônico, a sustentabilidade ainda não está enraizada transversalmente e em todos os setores.

Outros problemas, não relacionados à ergonomia, mas sim à sustentabilidade, valem ser discutidos. Em se falando de Princípio dos 3 Rs<sup>49</sup>, o sistema de compras por licitação no PRO está muito lento, e portanto, dificulta a redução do consumo dos bens tecnológicos (princípio “reduzir”). Na verdade, a lentidão na chegada das compras dificulta todo o planejamento de uso de equipamentos de informática no PRO. Como foi descrito na seção de resultados, há vários produtos novos sem uso no departamento. Por exemplo, o caso de computadores que demoraram tanto para serem comprados que se precisou entrar com outro pedido de licitação

<sup>48</sup> Ver seção 2.1.2. “Sustentabilidade nas universidades” deste trabalho.

<sup>49</sup> Ver seção 2.1.3. “Reducir, reutilizar e reciclar” deste trabalho.

para novas placas-mãe de reposição para os antigos, que seriam substituídos. Por fim, as placas-mãe chegaram depois das máquinas novas, tornando sua compra inútil.

Além disso, por motivos não investigados - não se tratava do escopo deste trabalho -, alguns vencedores do pregão vendem produtos fora das especificações desejadas pelo PRO. Sabe-se que, atualmente, o pregão na USP ocorre de maneira eletrônica, através do sistema de pregão eletrônico do Banco do Brasil: Licitações-e<sup>50</sup> ou através da BEC/SP<sup>51</sup>. É sabido também que não há comunicação entre o sistema Mercúrio e o Licitações-e, isto é, as especificações dos produtos não são repassadas automaticamente entre os sistemas. A descrição válida do produto deve estar em anexo no edital da licitação, como mostra o trecho a seguir transcrito do manual de utilização do sistema de pregão eletrônico do Banco do Brasil<sup>52</sup>. A autora não teve acesso a editais completos por não ter acesso restrito ao sistema.

A escolha da mercadoria no Sistema deve-se ao fato de não haver comunicação entre os sistemas Licitações-e e Mercúrio, de modo que esta atividade associará no Sistema Licitações-e os correspondentes bens existentes na requisição de compra do Mercúrio. Portanto, não há necessidade de que a mercadoria escolhida no Licitações-e esteja cadastrado com todas as características e detalhamentos existentes no Mercúrio, pois estas informações farão parte do Edital que será anexado na licitação criada no Sistema pela Equipe de Apoio (atividade a ser detalhada na próxima etapa).

No site da BEC/SP é possível ter acesso à minuta de edital de pregão eletrônico objetivando a compra de bens para entrega imediata<sup>53</sup>. O seguinte trecho mostra como são informadas as especificações dos produtos no pregão:

#### I. DO OBJETO

1. A presente licitação tem por objeto a compra de \_\_\_\_\_, conforme especificações constantes do folheto descritivo (OBS: ou especificações técnicas, memorial descritivo, etc. Em qualquer caso, a descrição deverá ser precisa, clara, concisa e objetiva, observadas as descrições estabelecidas pelo Sistema Integrado de Informações Físico- Financeiras - SIAFISICO - art. 6º, inciso II, do regulamento anexo à Res. CEGP10/2002 com indicação das quantidades totais de cada item e o prazo de validade do produto ou garantia do bem), que integra este edital como Anexo \_\_\_\_\_.

<sup>50</sup> Informação obtida do site do Departamento de Administração da USP. Disponível em <<http://www.usp.br/da2/?q=node/9>>.

<sup>51</sup> Informação obtida do site do Departamento de Administração da USP. Disponível em <<http://www.usp.br/da2/?q=node/72>>. BEC/SP significa Bolsa Eletrônica de Compras do Estado de São Paulo.

<sup>52</sup> O manual de utilização do sistema de pregão eletrônico do Banco do Brasil está disponível em <[http://www.usp.br/da2/arquivos/PregEletron/MANUAL\\_PROCEDIMENTOS\\_PREGAO\\_ELETRON.pdf](http://www.usp.br/da2/arquivos/PregEletron/MANUAL_PROCEDIMENTOS_PREGAO_ELETRON.pdf)>

<sup>53</sup> Disponível em <<http://www.bec.sp.gov.br/compartilhado/download/Pregao%20eletronico%20compras%20de%20bens-entrega%20imediata-Vers%C3%A3o%20Outubro%202009.pdf>>

Não é do escopo deste trabalho detectar as causas da demora do acontecimento dos pregões na Poli, nem dos erros nas compras dos produtos. Porém, foi relatado que o processo de compras demora de seis meses a um ano, podendo chegar até a mais tempo que isso. Como se trata de uma instituição pública, o esquema de compras não vai mudar por conta da legislação, mas pode ainda assim ser mais rápido e eficaz. Uma etapa de confirmação de compras, por exemplo, poderia ser adicionada após o resultado do pregão, para evitar que equipamentos de especificações erradas sejam comprados para o PRO com a verba do departamento.

Portanto, a licitação para a compra é um processo lento, então muitas vezes a equipe faz o pedido de produtos para suprir uma demanda futura ainda inexistente. Isso obviamente custa mais para a universidade e para o meio-ambiente, na medida em que esses produtos extras correm o risco de ficar sem função, por não ser necessário ou por não atender aos requisitos esperados.

Vale deixar claro que no âmbito deste trabalho não foi feito um estudo profundo sobre os pregões. Essa discussão consiste apenas em apontar que ainda há o que ser melhorado no processo de compras da Poli para contribuir o processo de reciclagem de lixo eletrônico. É claro que, para isso, será necessária uma investigação mais a fundo.

A compra de produtos errados no pregão gera trabalho extra para a equipe. A verba é fixa, então eles precisam recorrer a outros modos para conseguir os equipamentos de que o departamento precisa. O exemplo dos roteadores comprados erroneamente descrito nos resultados<sup>54</sup> encaixa-se nesse caso: está sendo feita uma possível negociação do Access Point com a Fundação Vanzolini, já que não se conseguiu pelo pregão da USP.

Outro problema referente à sustentabilidade é claramente a lentidão para encaminhar o material de reciclagem, como se pode constatar pelo tempo em que o material das fotos está acumulado. Isso representa um desperdício no reuso ou reciclagem daqueles equipamentos, pois outra organização poderia tê-los reaproveitado há mais de um ano. Ademais, não há um controle quanto às condições de armazenagem destes, isto é, provavelmente equipamentos que estavam em bom estado quando foram substituídos não estão mais funcionando hoje em dia. Mesmo os componentes dos computadores, se armazenados em locais muito úmidos, podem estar inutilizáveis.

---

<sup>54</sup> Ver subseção 5.1.5.

Além de ser contra o esperado pela USP, doar material de reciclagem sem um controle oficial da referida instituição traz a probabilidade de ele não ser bem reaproveitado e/ou reciclado. Há vários riscos embutidos, na verdade: risco de a instituição de caridade vender os equipamentos para recicladores irregulares; risco de esses equipamentos serem descartados de forma inadequada no meio ambiente, seja a sucata do PRO, seja o material bom estado do PRO que foi usado até não funcionar mais; risco de um equipamento sem baixa patrimonial (pode acontecer essa falha, pois o processo de encontrar o respectivo equipamento é ser doado e vendido com a plaquinha de número de patrimônio da USP).

No contexto dessa discussão, vale retomar um outro problema que foi relatado na seção anterior: o risco de haver bens da USP sem baixa patrimonial sendo vendidos no mercado. Funcionários do CEDIR relataram um caso real dessa situação, em que foram encontrados equipamentos com placa de patrimônio da USP à venda no centro de São Paulo. Isso pode ocasionar em complicações para o CEDIR e para os funcionários responsáveis pelo equipamento<sup>55</sup>.

Como se pode observar pela diferença entre a tabela de tarefas e de atividades do processo de troca de material de informática do PRO, o trabalho humano para fazer a reciclagem dos equipamentos de informática é maior do que o previsto pela chefia e pelo departamento em geral. Na verdade, isso acontece pela falta de clareza no processo de troca de equipamentos, como já dito anteriormente. Atualmente, a preocupação do departamento (tarefas prescritas) é apenas não ocupar esse espaço onde o material está empilhado atualmente, e não os jogar diretamente no lixo.

Em relação à ergonomia em si, uma atividade (real) que o grupo precisa realizar para a troca de materiais como um todo, tanto na entrega das compras, como no encaminhamento dos produtos para a reciclagem, é o de levantamento de peso (trabalho pesado). Esse trabalho pesado, na realidade, não foi prescrito para a equipe de TI, mas, na prática, é ela quem o realiza.

Como se percebe pelo fluxograma do subprocesso de entrega de compras, é a equipe de TI quem transporta os produtos novos da sala de compras do prédio da Administração da Poli<sup>56</sup> até o departamento. Relatou-se que essa função seria do setor de Serviços Gerais da Poli. Os trabalhadores estudados relataram suas estratégias adotadas para realizar a atividade, tais como: usar carro particular de um deles; usar o elevador de acessibilidade do departamento; pedir

<sup>55</sup> Ver termo de responsabilidade gerado pelo Sistema Mercúrio na seção 5.1.3 “O aparato de infraestrutura do PRO”.

<sup>56</sup> Edifício Engenheiro Mário Covas Jr.

ajuda à equipe de manutenção do departamento; reservar uma caminhonete da Poli junto à Administração; usar carrinhos de mão; carregar os equipamentos no ombro.

O pessoal da equipe tem problemas de saúde que desaconselham o levantamento de peso, mas mesmo assim o fazem por falta de opção. Dentre as doenças encontradas, estão por exemplo: diabetes, problema no joelho, problema na coluna. Apenas um dos estagiários atuais não tem problemas de saúde que o impeçam de carregar peso.

Além disso, há a dificuldade de empilhar o material de reciclagem por falta de espaço. Muitas vezes os equipamentos caem, fazendo muito barulho e correndo o risco de quebrarem. Por exemplo, os monitores tradicionais (de tubo) são muito difíceis de serem equilibrados um em cima do outro.

Outra dificuldade operacional encontrada foi a baixa patrimonial. Os estagiários tem que anotar em um papel os números de patrimônio e entregar para o técnico em informática, para que envie por e-mail ao setor de patrimônio pedindo a baixa. Se ele errar um algarismo, o funcionário da seção de patrimônio reclama porque o faz perder tempo. Além de, claro, não ser um procedimento eficaz para controlar efetivamente as baixas patrimoniais.

Foi relatado que é tarefa a ser cumprida de um funcionário do PRO catalogar todos os equipamentos em funcionamento atualmente no departamento no sistema intranet, a fim de minimizar esforços cognitivos de memorizar a localização dos equipamentos, de prever a antecipação dos pedidos de compra.

Por fim, a questão do tratamento de resíduos eletrônicos no departamento de engenharia de produção surgiu nos últimos anos, trazendo várias implicações à questão do trabalhar. Resumidamente, a necessidade de dar destino adequado aos resíduos existe, e o maior problema no PRO é não se saber claramente como proceder operacionalmente e não haver sensibilização necessária ao problema por parte dos executores.

### **6.1.2 No Centro de Descarte e Reuso dos Resíduos de Informática da USP (CEDIR)**

No CEDIR, parte da “produção” é puxada, parte é empurrada. Essa parcela que é empurrada faz referência aos equipamentos (e componentes) sem condições de uso, que são desmontados e enviados para os recicladores. Busca-se acelerar esse processo a fim de liberar espaço no galpão. A parcela puxada seria a de equipamentos em condições de uso e testados,

sejam eles montados ou não a partir de peças reaproveitadas. Essas máquinas saem do CEDIR a partir da demanda das entidades cadastradas.

Por um lado, as tarefas prescritas no CEDIR não se aproximam de uma visão taylorista-fordista de organização do trabalho, pois eles não tem normas, tempos impostos precisos etc. Até porque, em se tratando de lucro, o dinheiro arrecadado não é muito significante, então não há essa cultura da competitividade, do lucro em primeiro lugar. Porém, por outro lado, ocorrem sim constrangimentos temporais, principalmente por conta do pequena área ocupada pelo galpão.

Na seção de resultados, foram mencionados os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) que os funcionários devem portar durante o deslocamento pelo galpão. Entretanto, pelas doenças decorrentes do trabalho desencadeadas nos funcionários, chega-se à conclusão de que eles não são nem de longe suficientes para remediar as dificuldades encontradas na realidade do trabalho. A questão não é ser contra o uso desses utensílios, pois eles são na verdade necessários (o uso do capacete, por exemplo, é essencial na circulação por um local onde objetos pesados estão dispostos em estantes altas), mas apontar que eles não cobrem todas as dificuldades enfrentadas. Os EPI geralmente passam a falsa sensação, na implantação do processo, de que se decifrou a complexidade do trabalhar, mas não é bem assim. Em outras palavras, os EPI agem nos sintomas, e não nas causas.

Cem por cento dos funcionários do CEDIR desenvolveram problemas de saúde devido ao trabalho pesado. A carga de trabalho físico é bem alta, apesar de obedecer ao máximo permitido por lei (60 kg). Um monitor CRT (tubo de rios catódicos) de 17 polegadas pesa aproximadamente 15 kg<sup>57</sup>, e uma pesquisa no site da fabricante Dell mostrou que o peso gabinetes de computador fica em torno de 10 kg<sup>58</sup>. Apesar de os equipamentos não serem muito pesados para uma pessoa adulta deslocar em um caminho curto, o CEDIR recebe de duas a três toneladas de equipamentos por semana, tendo cinco pessoas em seu efetivo (atualmente apenas três não tem restrição de carregar peso ainda). É uma prova de que o peso não é tudo, pois, no transporte de cargas, deve-se considerar a repetitividade da atividade também, além da idade das pessoas, treinamento forma do objeto e outras circunstâncias<sup>59</sup>.

---

<sup>57</sup> Fonte: shopping UOL. Disponível em <[http://shopping.uol.com.br/monitor-lg-studioworks-710e-17-crt\\_185992.html#frmcl](http://shopping.uol.com.br/monitor-lg-studioworks-710e-17-crt_185992.html#frmcl)>.

<sup>58</sup> Fonte: <<http://www.dell.com/br/empresa/p/optiplex-9020-desktop/pd>>.

<sup>59</sup> Ver seção 2.2.2 Principais conceitos.

Um agravante para o esforço físico desse trabalho é o espaço pequeno, que faz com que seja quase impossível operar a empilhadeira pelo galpão. Assim, é preciso mais trabalho humano para mover os paletes, pois os carrinhos paleteiros são manuais.

Além das doenças causadas pelo trabalho pesado e pela poeira, os trabalhadores do CEDIR enfrentam condições desfavoráveis na situação de trabalho, principalmente quanto aos seguintes aspectos fisiológico-perceptivos: temperatura e iluminação. O trabalho pesado, quando realizado em ambientes quentes, exige uma carga metabólica adicional. Além disso, como posto por Abrahão et al. (2009, p.139), o trabalho em temperaturas baixas demanda maior esforço muscular, assim, pescoço, mãos e braços são mais exigidos, além de que a baixa temperatura nas extremidades causa redução de força e controle neuromuscular, o que aumenta o risco de acidentes e erros. Trabalho em temperaturas elevadas também podem provocar estresse térmico: cansaço excessivo/esgotamento, desidratação, insolação, dor de cabeça, câimbra, e acidentes vasculares cerebrais (ABRAHÃO ET AL., 2009).

Além disso, a janela de vidro sem persianas/cortinas dificulta a regulagem da iluminação no posto de montagem e desmontagem de equipamentos. Essa etapa pode exigir uma visão apurada, já que se trabalha com componentes pequenos de computadores. Por outro lado, em dias de muito sol, é preciso improvisar com pedaços de papelão na janela, pois a luz é excessiva. O excesso ou a falta de luz podem causar fadiga visual e reduzir a qualidade do trabalho (ABRAHÃO ET AL., 2009, p. 133). Sobre essa questão, a NR 17<sup>60</sup> do Ministério do Trabalho e do Emprego coloca que “a iluminação geral ou suplementar deve ser uniformemente distribuída e difusa” (ABRAHÃO ET AL., 2009, p. 134).

Abrahão et al. (2009) ainda coloca que “a luz natural deve ser controlada tanto no que se refere ao excesso quanto à necessidade de complementá-la, conforme o caso, com a iluminação artificial” e também que “o excesso de iluminação pode prejudicar o desempenho”.

## 6.2 Sugestões de melhoria

No caso do departamento de engenharia de produção, o problema maior é a falta de comunicação com outros setores da universidade, que gera stress e apontamentos de insucessos

---

<sup>60</sup> NR 17 – Norma Regulamentadora que visa a estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Disponível em <[http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr\\_17.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BEFBAD7064803/nr_17.pdf)>

dentro da equipe. A falta de orientação quanto a como proceder com a reciclagem faz com que as responsabilidades sejam distorcidas.

Fora a questão do trabalho pesado no PRO, o resto da ação de melhoria deve se aproximar mais de uma melhoria na comunicação, no sentido de que o insucesso da operação deve parar de ser creditado apenas a um indivíduo, mas a um defeito no processo de reciclagem de material eletrônico em toda a universidade.

No caso dos problemas detectados nas atividades do CEDIR, uma ação ergonômica é necessária para transformar o trabalho das cinco pessoas de sua equipe, minimizando e prevenindo mais problemas de saúde.

### **6.2.1 No departamento de engenharia de produção (PRO)**

Primeiramente, para garantir que o material de reciclagem do departamento de engenharia de produção chegue ao CEDIR, é necessária uma maior conscientização e sensibilização dos funcionários da Poli em geral quanto o tema (em especial as equipes de TI, setor de patrimônio e setor de compras), para que o tratamento de resíduos eletrônicos não seja apenas um peso a mais no trabalhar dessas pessoas.

Seria interessante uma visita dos envolvidos nas unidades ao CEDIR, pois percebeu-se que, lá, o tratamento de resíduos eletrônicos tem outro significado para as pessoas. O fato de saber que o resultado direto do seu trabalho vai diretamente ajudar projetos sociais e diminuir o impacto no meio ambiente enviando matéria-prima reutilizada para a cadeia produtiva faz com que o clima seja outro. Assim, se o CEDIR divulga o seu trabalho para outras universidades, seria interessante fazer um reforço dentro da USP. Dessa forma, uma visita traria mais conhecimento sobre a importância de uma destinação adequada do lixo eletrônico, além de que, conhecer o que acontece depois da coleta pode trazer um novo sentido ao trabalho de coleta.

Sobre a questão da entrega de compras, é preciso que a Escola Politécnica reveja as responsabilidades dos setores envolvidos, identificando possíveis os problemas. A entrega de compras deve ser feita por profissionais capacitados.

Além disso, a universidade poderia ampliar mais essa adoção de práticas sustentáveis em se tratando de compra de eletrônicos, planejando e controlando todo o processo: os critérios de compras, o estado dos equipamentos, o tempo de uso de cada um deles, o descarte. Depois

da baixa patrimonial, os equipamentos tornam-se “inexistentes” para a USP, mas eles não são inexistentes para os funcionários que devem encaminhá-los para o descarte/reciclagem, nem para os alunos, nem para os professores, nem para o meio ambiente. Isso tudo precisa ser controlado. Assim, a tarefa atribuída a um funcionário do PRO de catalogar todos os equipamentos no sistema intranet deveria ser uma iniciativa da USP para todas as suas unidades.

No caso da Poli e do PRO, é necessário um maior entrosamento com o setor de patrimônio, com o CEDIR, e com a estrutura administrativa da universidade como um todo, para que a sustentabilidade seja colocada em prática. Para resolver a situação, além de um melhor planejamento da reciclagem levando em conta a complexidade do trabalho humano para colocá-la em prática, seria necessária uma força-tarefa envolvendo os departamentos, o setor de patrimônio, e todos os possíveis envolvidos para conferir a baixa patrimonial de cada um dos equipamentos empilhados pelos prédios da Poli e encaminhá-los ao CEDIR.

### **6.2.2 No Centro de Descarte e Reuso de Resíduos de Informática da USP (CEDIR)**

Nesta discussão, é necessário ter em mente a seguinte definição de atividade dada por Sznelwar et al. (2011): “a atividade humana de trabalho é [...] um ato de síntese, no qual os trabalhadores colocam em jogo seu corpo, sua cognição, sua psique a serviço de uma determinada tarefa”. E ainda, “a atividade resulta da inter-relação de diferentes aspectos, de diferentes variáveis, que, consciente e inconscientemente, os sujeitos manejam para a construção de suas ações” (SZNELWAR ET AL., 2011). Dessa forma, o desenvolvimento deste trabalho é apenas o início da revelação da complexidade do trabalhar dos funcionários do CEDIR. É preciso deixar claro que as sugestões aqui dadas precisariam ser testadas junto a essas pessoas em caso de uma futura implementação.

Em primeiro lugar, é imprescindível o retorno do CEDIR a um espaço de trabalho cujo galpão de armazenagem e movimentação de materiais tenha uma área maior. Essa área precisa ser no mínimo igual ou superior à área do local onde o CEDIR funcionou inicialmente: 450 metros quadrados. Como consequência, a organização do galpão poderá ser otimizada, e os funcionários correrão menos riscos de se machucarem por entre os corredores estreitos de pilhas resíduos eletrônicos.

Além disso, é necessária a compra de um aspirador industrial para limpeza da poeira dos equipamentos usados que chegam ao local. Assim, o problemas das alergias respiratórias seria amenizado.

Atualmente, existem vários sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais que podem ser utilizados no CEDIR com o objetivo de melhorar as condições do trabalho humano. A Movimentação de Materiais é uma ciência industrial que consiste na “preparação, colocação e posicionamento de materiais, a fim de facilitar sua movimentação a armazenagem” (MOURA, 1983).

De acordo com Moura (1983), a redução de transporte manual de materiais em uma fábrica traz os seguintes benefícios, com destaque para o terceiro item:

- Redução de custos: a otimização da movimentação de materiais pode representar uma diminuição dos custos totais de produção;
- Aumento da capacidade: os espaços são mais bem utilizados, maior utilização de equipamentos, carga e descarga mais rápida de veículos;
- Criação de melhores condições de trabalho: segurança para o homem, materiais e equipamentos, atividades mais fáceis, trabalho fisicamente mais leve, eliminação de erros;
- Melhores condições de atendimento para um produto: maior rapidez.

A movimentação de materiais deve ser pensada juntamente com o layout do galpão do CEDIR, ou seja, a disposição das diferentes etapas de reciclagem no espaço deve facilitar a movimentação dos materiais (MOURA, 1983).

Atualmente, a equipe do CEDIR já faz uso de carga unitizada, que, no caso, é uma carga paletizada, e já possui uma empilhadeira para mover os paletes. Porém, falta o espaço para utilizar a empilhadeira.

Antes de se comprar mais equipamentos de movimentação, é possível repensar a organização do galpão a fim de se: eliminar a movimentação; combinar a movimentação com outra atividade; mudar a sequência de atividades para reduzir, eliminar ou alterar os movimentos requeridos; simplificar a movimentação a fim de reduzir o destino, extensão, distância, método, equipamento etc. (MOURA, 1983). Essas medidas exigiriam uma reformulação no layout, o que se consegue com mais espaço para o galpão.

A adoção de outros sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais é válida, porém necessitaria de uma análise mais profunda do trabalho. As cargas são relativamente leves, o fluxo não é contínuo e as distâncias percorridas são relativamente curtas.

Sugerir mais mudanças sem testá-las junto aos funcionários correria o risco de diminuir a flexibilidade no trabalho.

Em relação à poeira, vale frisar que o chão não deve ser varrido, mas sim aspirado ou molhado, para não levantar mais pó. Se possível, podem ser instaladas cortinas para evitar o acúmulo de pó nos equipamentos.

Vale frisar que também que possíveis sistemas e técnicas de movimentação de materiais adotados devem ser adaptados à equipe e não podem dificultar mais ainda o trabalho. Além disso, a prioridade é o aumento de espaço, com um possível retorno ao local anterior onde era feita a reciclagem.

### **6.3 Contribuições do trabalho**

Primeiramente, este trabalho representa uma contribuição positiva para o departamento de engenharia de produção e, consequentemente, para a Escola Politécnica como um todo, na medida em que documenta diversos problemas quanto à troca de materiais eletrônicos nessa instituição. Além disso, o trabalho de vários profissionais da USP foi analisado, levantando a questão da saúde do trabalhador dentro da universidade.

O trabalho também fornece à USP uma melhor visão sobre os caminhos que ainda podem ser percorridos rumo à sustentabilidade no uso de materiais eletrônicos, como a melhoria no sistema de compras e maior controle no destino desses equipamentos. Outro ensinamento deixado à Universidade de São Paulo é não simplificar o trabalho humano envolvido nas próximas vezes em que forem adotadas ações sustentáveis.

Os resultados apresentados aqui podem também ser de importante contribuição para outras universidades que queiram implementar tratamento adequado de resíduos eletrônicos em seus *campi*, fornecendo uma visão mais clara dos processos necessários, e, claro, das implicações e impactos nos trabalhos dos funcionários da instituição.

Além disso, o trabalho apresenta contribuição relevante para a pesquisa Trabalho e Sustentabilidade, na medida em que se alinha os resultados esperados da pesquisa: oferece subsídios para proporcionar melhorias nas condições de trabalho e no planejamento dos processos de trabalho nas organizações, e é uma contribuição acadêmica para a implementação de práticas de trabalho condizentes com a responsabilidade social das organizações.

## 6.4 Limitações

Os trechos de normas jurídicas apresentados ao longo do trabalho tiveram o objetivo de situar de maneira geral a problemática do tratamento de resíduos eletrônicos no país, mas não se estudaram possíveis implicações legais.

As sugestões de ação ergonômica no CEDIR poderiam ter sido mais específicas e detalhadas se tivesse sido possível mais observações no local. Isso não ocorreu porque o acesso ao espaço é limitado pela Prefeitura do Campus, que só permite visitas agendadas uma vez por semana. Além disso, por se tratar de um centro de reciclagem pioneiro em universidades, ele é referência no Brasil, recebendo visitas semanais de diversos grupos, sendo que, nos dias de visita, não acontecem entregas grandes de material. Assim, a equipe, que já possui muitas tarefas normalmente, também fica bastante ocupada em dias de visita, para dar atenção a todos.

Toda ação ergonômica precisa ser testada junto aos trabalhadores, baseada em um análise mais profunda da atividade do que a que foi realizada neste trabalho.

Ademais, não foram feitas investigações mais profundas sobre o trabalho dos setores de compras e de patrimônio da Poli, que estão de certa forma relacionados com o tratamento de resíduos eletrônicos na USP.

Por fim, de maneira alguma este trabalho pretende culpar indivíduos específicos pelos problemas apresentados. Muito pelo contrário, essas pessoas enfrentam adversidades diariamente em seu trabalho na universidade, e o propósito é compreendê-las. É muito difícil, em um setor público, as mudanças partirem da base operacional. Por isso é fundamental ouvir o que essas pessoas enfrentam.



## 7 CONCLUSÃO

O presente trabalho atingiu o objetivo de analisar os impactos e implicações no conteúdo do trabalho das equipes do PRO e do CEDIR quando da adoção da prática de tratar os resíduos eletrônicos da USP. Os atores envolvidos foram ouvidos, os processos que realizam foram mapeados e vários problemas foram detectados e discutidos.

Este trabalho contribui para confirmar a suspeita inicial posta pela pesquisa Trabalho e Sustentabilidade de que, frequentemente, o foco das implementações de ações sustentáveis está nos resultados para o meio ambiente, em detrimento de ações sustentáveis dirigidas à execução do trabalho propriamente dito. Deixando-se de lado as preocupações com a execução do trabalho relacionado ao processo sustentável, podem ser percebidas consequências sérias para os trabalhadores, como doenças ocupacionais, condições ruins de trabalho e insatisfações. Dessa maneira, os princípios de sustentabilidade social não são respeitados, o que, por sua vez, contraria os fundamentos da sustentabilidade em sua abordagem ampla.

No caso da USP, conclui-se que pouco se pensou nas possíveis implicações e dificuldades que poderiam ser enfrentadas na execução do trabalho necessário para se tratar os resíduos eletrônicos da universidade. O trabalho humano foi naturalmente simplificado e subestimado. Como resultado, tem-se uma coleta de resíduos eletrônicos que não funciona como deveria em determinados setores da universidade, e uma equipe de processamento desse material sobrecarregada e que desenvolveu uma série de doenças ocupacionais por conta do trabalho pesado.

O trabalho não deve ser mais encarado como uma mera execução de tarefas, mas sim como um conjunto complexo de esforços empregados pelos trabalhadores nos níveis físico, cognitivo e comportamental, sob determinadas condições de trabalho, para responder às exigências das tarefas impostas.

Não é tão motivo de orgulho destacar-se como uma instituição de ensino pioneira no tratamento de resíduos de informática enquanto se tem um custo humano embutido como o relatado neste trabalho. Cabe à universidade – e a organizações de maneira geral – passar a pensar em uma sustentabilidade não só dos resultados de seus processos, mas também do ponto de vista do executor de suas práticas sustentáveis.



## LISTA DE REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J. I. Ergonomia: modelos, métodos e técnicas. In: II CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ERGONOMIA E 6. SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ERGONOMIA. **Anais...** Florianópolis, 1993.
- ABRAHÃO, J. I. et al. **Introdução à Ergonomia:** da prática à teoria. 1.<sup>a</sup> ed. São Paulo: Blucher, 2009.
- ALMEIDA, Rodrigo Gomes. A ergonomia sob a ótica anglo-saxônica e a ótica francesa. **Vértices**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 13, n. 1, p. 115-126, jan./abr. 2011.
- AMATO NETO, J. Os desafios da produção e do consumo sob novos padrões sociais e ambientais. In: AMATO NETO, J. **Sustentabilidade e Produção:** teoria e prática para uma gestão sustentável. São Paulo: Editora Atlas, 2011, p. 1-12.
- BASEL CONVENTION E-WASTE AFRICA PROGRAMME. Where are WEEE in Africa? In: MEETING OF THE CONFERENCE OF THE PARTIES TO THE BASEL CONVENTION, 10., Cartagena das Índias, Colômbia, 2011. **Resumos eletrônicos ...** Disponível em <[http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/WhereAreWeeInAfrica\\_ExecSummary\\_en.pdf](http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/WhereAreWeeInAfrica_ExecSummary_en.pdf)>. Acesso em 04 out. 2013.
- BLACKBURN, W. R. **The Sustainability Handbook:** the complete management guide to achieving social, economic and environmental responsibility. First edition. London: Earthscan, 2007.
- BRASIL. Decreto Nº 875, de 19 de julho de 1993. Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, p. 10050, 20 jul. 1993.
- 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, p. 2, 3 ago. 2010.
- CABRAL, F. Esteticismo e obsolescência: princípios norteadores da cultura do consumo. **Novos Rumos**, Marília, ano 18, n. 39, p. 48-59, jul-dez. 2003.
- COLARES, L. G. T. e FREITAS, C. M. Processo de trabalho e saúde de trabalhadores de uma unidade de alimentação e nutrição: entre a prescrição e o real do trabalho. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 23(12):3011-3020, dez. 2007.
- COSTA, L. A. F. da. **O lixo eletrônico da Universidade de Brasília:** um estudo exploratório. 2010. 59 f. Monografia de graduação – Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- DEJOURS, C et al. **Psicodinâmica do trabalho:** contribuições da Escola Dejouriana à análise da relação prazer, sofrimento e trabalho. São Paulo: Editora Atlas, 1994.
- DEJOURS, C. **O fator humano.** Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1997.

DUL, J.; WEERDMEESTER, W. **Ergonomia prática**. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.

ELKINGTON, J. **Towards the sustainable corporation:** Win-win-win business strategies for sustainable development. California Management Review 36, no. 2: 90-100. 1994.

ELKINGTON, J. **Cannibals with Forks:** The triple bottom line of 21st Century Business. Capstone, 1997.

EURACTIV. African nations vow tougher stance on dumping of electronic waste. **Euractiv**, 8 ago. 2013. Disponível em <[http://www.euractiv.com/sustainability/african-nations-vow-tougher-stan-news-529746?utm\\_source=RSS\\_Feed&utm\\_medium=RSS&utm\\_campaign=EurActivRSS](http://www.euractiv.com/sustainability/african-nations-vow-tougher-stan-news-529746?utm_source=RSS_Feed&utm_medium=RSS&utm_campaign=EurActivRSS)>. Acesso em 05 out. 2013.

ESTADÃO. ONU pede medidas contra lixo eletrônico a países emergentes. **Estadão**, 22 fev. 2010. Disponível em <<http://www.estadao.com.br/noticias/vidae,onus-pede-medidas-contra-lixo-eletronico-a-paises-emergentes,514464,0.htm>>. Acesso em 04 out. 2013.

ESTADÃO. Brasil é campeão do lixo eletrônico entre emergentes. **Estadão**, 22 fev. 2010. Disponível em <<http://www.estadao.com.br/noticias/vidae,brasil-e-o-campeao-do-lixo-eletronico-entre-emergentes,514495,0.htm>> Acesso em 04 out. 2013.

FALZON, P. (Ed.). **Ergonomia**. São Paulo: Blucher, 2007.

FERREIRA, M.C. Bem-estar: Equilíbrio entre a Cultura do Trabalho Prescrito e a Cultura do Trabalho Real. In: Álvaro Tamaio (Org.) **Cultura Organizacional**. 2004.

GODECKE, M. V.; NAIME, R. H.; FIGUEIREDO, J. A. S. O consumismo e a geração de resíduos sólidos no Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Cascavel, v.8, n.8, p.1700-1712, set-dez. 2012. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget/article/view/6380/pdf>> Acesso em: 02/10/2013.

GRAMATYKA, P. et al. Recycling of waste electrical and electronic equipment. **Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering**, Gliwice (Polônia), v. 20, p. 535-538, jan-fev. 2007.

GREENPEACE. Where does e-waste end up? **Greenpeace**, 24 fev. 2009. Disponível em <<http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/toxics/electronics/the-e-waste-problem/where-does-e-waste-end-up/>> Acesso em 02 out. 2013.

G1 ECONOMIA. Reciclagem de lixo eletrônico, o e-lixo, é oportunidade de mercado. **G1 Economia**, 14 out. 2012. Disponível em <<http://g1.globo.com/economia/pme/noticia/2012/10/reciclagem-de-lixo-eletronico-o-e-lixo-e-oportunidade-de-mercado.html>>. Acesso em 02 out. 2013.

G1 ECONOMIA. Oi e Descarte Certo inauguram unidade de reciclagem de lixo eletrônico. **G1 Economia**, 18 abr. 2013. Disponível em <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2013/04/oi-e-descarte-certo-inauguram-unidade-de-reciclagem-de-lixo-eletronico.html>>. Acesso em 01 out. 2013.

KHALILI, N. R. **Practical Sustainability:** From Grounded Theory to Emerging Strategies. First edition. New York: Palgrave Macmillan, 2011.

KREMER, Joelma. **Caminhando rumo ao consumo sustentável:** uma investigação sobre a teoria declarada e as práticas das empresas no Brasil e no Reino Unido. 2007. 323 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Programas de Estudos Pós-Graduados em Ciências Sociais, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

LANCMAN, S. e SZNELWAR, L. I. (Orgs.). **Christophe Dejours:** da psicopatologia à psicodinâmica do trabalho. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2011.

MACEDO, D. H.; PAGLIARINI, P.C. e FALSETTA, A. **O lixo eletrônico da UNICAMP:** estudo de caso sobre as oportunidades ainda não exploradas. Revista Ciências do Ambiente Online, v. 8, n. 1, p. 28-33, mar. 2012. Disponível em <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/index.php/be310/article/view/287/223>>. Acesso em 03 out. 2013.

MENDES, A. M.; ABRAHÃO, J. I. A influência da organização do trabalho nas vivências de prazer-sofrimento do trabalhador: uma abordagem psicodinâmica. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, 26(2), 179-184, 1996.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Convenção de Basileia.** Disponível em <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/convencao-de-basileia>>. Acesso em 05 out. 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Princípio dos 3 R's.** Disponível em <<http://www.mma.gov.br/component/k2/item/7589?Itemid=849>>. Acesso em 6 out. 2013.

MOURA, R. A. **Sistemas e técnicas de movimentação e armazenagem de materiais.** 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: IMAM, 1983.

NATUME, R. Y. et al. **Resíduos eletroeletrônicos:** um desafio para o desenvolvimento sustentável e a nova Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: INTERNATIONAL WORKSHOP: ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 3., 2011, São Paulo. Anais eletrônicos ... São Paulo: UNIP, 2011. Disponível em <[http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/5B/6/Natume\\_RY%20-%20Paper%20-%205B6.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/5B/6/Natume_RY%20-%20Paper%20-%205B6.pdf)> Acesso em 02 out. 2013.

NATUME, R. Y. et al. **Gerenciamento de resíduos de informática nas universidades federais do Brasil.** In: COLÓQUIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO UNIVERSITÁRIA NA AMÉRICA DO SUL, 11., 2011, Florianópolis. Anais eletrônicos ... Florianópolis: UFSC, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/32844>> Acesso em: 02/10/2013.

PETRY, R. Oi investe R\$ 10 mi para reciclar lixo eletroeletrônico. **Estadão**, 11 dez. 2012. Disponível em <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,oi-investe-r-10-mi-para-reciclar-lixo-eletroeletronico,972190,0.htm>> Acesso em 03 out. 2013.

RAJ, J. R.; THAKUR, A. **Gadget gold:** urban miners scrap over e-waste. Disponível em <<http://www.flagstaffelectronicsrecycling.com/news/index.cfm/e-waste/gadget-gold---urban-miners-scrap-over-e-waste/view/5>>. Acesso em 05 out. 2013.

ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. In: MAY, P. H et al. **Economia do meio ambiente:** teoria e prática. 3.<sup>a</sup> ed. Editora Campus, 2010, p. 1-28.

SÃO PAULO. Lei Estadual Nº 13.576, de 6 de julho de 2009. Institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico. **Assessoria Técnico-Legislativa**, São Paulo, SP, 6 jul. 2009.

SCHLUEP, M.; HAGELUEKEN, C.; KUEHR, R. et al. **Recycling – from e-waste to resources:** Sustainable innovation and technology transfer industrial sector studies. United Nations Environment Programme (UNEP), Paris (França), 2009.

SILVA, A. P. de M. G. et al. O descarte de componentes eletrônicos como oportunidade empresarial. **Revista eletrônica de Tecnologia e Cultura**, v. 11, n. 3, p. 4-12, out. 2012. Disponível em <<http://www.revista-fatecj.com.br/index.php/RETC/article/view/43/47>>. Acesso em 04 out. 2013.

SILVA, M. B. O. da. Obsolescência programada e teoria do decrescimento versus direito ao desenvolvimento e ao consumo (sustentáveis). **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v.9, n.17, p.181-196, jan-jun. 2012.

SZNELWAR, L et al. Produção, Sustentabilidade e Trabalho: reflexões baseadas na ergonomia e na psicodinâmica do trabalho. In: AMATO NETO, J. **Sustentabilidade e Produção:** teoria e prática para uma gestão sustentável. São Paulo: Editora Atlas, 2011, p. 1-12.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 2002/96/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de janeiro de 2003, relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). **Jornal Oficial da União Europeia**, 12 fev. 2003, p. 24-38.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008, relativa aos resíduos e que revoga certas diretivas (Texto relevante para efeitos do EEE). **Jornal Oficial da União Europeia**, 19 nov. 2008, p. 3-30.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva 2012/19/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2012, relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). **Jornal Oficial da União Europeia**, 55.<sup>º</sup> ano, 24 jul. 2012, p. 38-71.

UNEP – United Nations Enrivonment Program. Urgent Need to Prepare Developing Countries for Surge in E-Wastes. **UNEP News Centre**, Bali, 22 fev. 2010. Disponível em <<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=612&ArticleID=6471&l=en&t=long>>. Acesso em 02 out. 2013.

## ANEXO A – CAPTURAS DE TELA DO SISTEMA MERCÚRIO

As capturas de tela a seguir (Figuras 48, 49 e 50) foram feitas por um membro da equipe de TI do PRO, que, portanto, tem acesso restrito ao sistema de compras Mercúrio.

**Figura 48 - Tela de requisição de compra**

A captura de tela mostra a interface de usuário para a criação de uma nova requisição de compra. No topo, o logo da USP e a barra azul com o nome da universidade. No menu superior, 'Compras > Requisição > Nova Requisição'. Abaixo, uma barra com links: 'Nova Requisição', 'Minhas Requisições', 'Carregar Arquivo' e 'Consultas'. O formulário principal é intitulado 'Incluir Requisição de Compra'. Ele contém campos para 'Unidade Despesa' (selecionada como '3 - Escola Politécnica'), 'Centro Despesa' (selecionado como '\PRO ((DEPTO. ENGENHARIA DE PRODUÇÃO))') e 'Finalidade', que é um campo de texto vazio. À esquerda, uma barra lateral com links para 'Sistemas USP', 'MercúrioWeb' e outras opções.

**Fonte:** fornecido pela equipe de TI do PRO.

**Figura 49 - Tela de consulta de compras**

A captura de tela mostra a interface de usuário para a consulta de compras. No topo, o logo da USP e a barra azul com o nome da universidade. No menu superior, 'Compras > Requisição > Consultas > Requisições'. Abaixo, uma barra com links: 'Catálogo Materiais', 'Bens Materiais', 'Requisições' e 'Fornecedor'. O formulário principal é intitulado 'Lista Requisições de Compras'. Ele contém campos para 'Unidade de Despesa' (selecionada como '3 - EP - Escola Politécnica'), 'Centro de Despesa' (campo de seleção), 'Número da Requisição' (campo de texto), 'Ano' (campo de texto), 'Período de (dd/mm/aaaa)' (campo com máscara), 'Situação' (campo de seleção), 'Requisitante' (campo de texto), 'Autorizador' (campo de texto), 'Finalidade' (campo de texto) e 'Buscar' (botão). À esquerda, uma barra lateral com links para 'Acesso Público' e 'MercúrioWeb'.

**Fonte:** fornecido pela equipe de TI do PRO.

Figura 50 - Consulta de um bem

TSP - Universidade de São Paulo MERCÚRIO - Sistema de Gerenciamento e Execução Orçamentária e Financeira Documento da Requisição de Compra ou Serviço № 167763 - Ano 2007						
<b>Unidade Despesa:</b> Centro Despesa: Valor Total Estimado: Requisitante: Finalidade: Data de Cadastro: Última Alteração:						
3 - Escola Politécnica VPRO ((DEPTO. ENGENHARIA DE PRODUÇÃO)) Há Itens com Pregão Unitário não informado! 791 - ██████████ Utilização nas diversas impressoras do Departamento contato Luis r. 5363 s. 481 07/03/2007 16:48 13/03/2007 09:37						
Nº Item	Cód.Mat.	Cód.BEC	Qtd.	Unid.Compra	Situação	Item Despesa
1	155195	519162	4	caixa com 01 unidade	Concluído	33903060 Processo Compra 235408/2007
<b>Descrição - Grupo/Item/Subitem</b> INFORMÁTICA / SUPRIMENTOS PARA INFORMÁTICA / CARTUCHO DE TINTA <b>Características:</b> CARTUCHO DE TINTA - MARCA : para impressora HP CARTUCHO DE TINTA - REFERÊNCIA : 51629A CARTUCHO DE TINTA - SÉRIE : 600,660C,660Cse,670C,,672C,680,680C,682C,690C,692C,693C,694C,695C,697C, demais conforme embalagem. CARTUCHO DE TINTA - COR : preta CARTUCHO DE TINTA - TIPO : original, novo CARTUCHO DE TINTA - VALIDADE : minima de 12 meses a partir da entrega CARTUCHO DE TINTA - IDENTIF.FORNECEDOR : identificação do fornecedor na embalagem UNIDADE DE COMPRA : caixa com 01 unidade <b>Complemento:</b> Responsável: ██████████						

Fonte: fornecido pela equipe de TI do PRO.

## ANEXO B – PLANILHA DE MATERIAL DE RECICLAGEM (PRO)

A seguir é apresentada a planilha que descreve o material eletrônico de reciclagem no PRO. Ela é acessível por meio do sistema intranet do departamento.

**Figura 51 - Planilha de material de reciclagem eletrônico no PRO: parte 1**



Equipamentos Ativos PRO > Pagina Inicial > Suporte TI > Equipamentos Ativos PRO

**Equipamento TI PRO**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> @ Tipo	Modelo	Estado do equipamento	Data de Baixa	Patrimonio	Equipamento	Numero de Serie
		Monitor crt 17	(2) Em Bom Estado	10/08/2012	003.881476	Monitor	003.881476
		Monitor crt 17	(2) Em Bom Estado	10/08/2012	003.021479	Monitor	003.021479
		Monitor crt 17	(2) Em Bom Estado	10/08/2012	ooooooooooooooo	Monitor	e888400100660
		Monitor crt 17	(2) Em Bom Estado	10/08/2012	003.021474	Monitor	003.021474
		Monito crt 17	(2) Em Bom Estado	10/08/2012	003.0x1478	Monitor	003.0x1478
		Monitor crt 17	(2) Em Bom Estado	10/08/2012	003.022471	Monitor	003.022471
		Monitor crt 17	(2) Em Bom Estado	10/08/2012	003.021.475	Monitor	003.021.475
		Impressora hp 450	(3) Sucata	10/08/2012	003.020025	Impressora	003.020025
		Computador Sucata	(3) Sucata	10/08/2012	003.034498	Computador	003.034498
		Computador sucata	(3) Sucata	10/08/2012	003.035347	Computador	003.035347
		Computador Sucata	(3) Sucata	10/08/2012	003.038601	Computador	003.038601
		Computador Sucata	(3) Sucata	10/08/2012	003.038029	Computador	003.038029
		Computador Sucata	(3) Sucata	10/08/2012	003.016283	Computador	003.016283
		Computador sucata	(3) Sucata	10/08/2012	003.038601	Computador	003.038601
		Computador Sucata	(3) Sucata	10/08/2012	003.038028	Computador	003.038028
		Computadro accept	(3) Sucata	10/08/2012	6595	Computador	6595
		Computador Sucata	(3) Sucata	10/08/2012	003.034497	Computador	003.034497
		Computador Sucata	(3) Sucata	10/08/2012	003.033818	Computador	003.033818
		Computador Sucata	(3) Sucata	10/08/2012	003.033818	Computador	003.033818
		Computador Sucata	(3) Sucata	10/08/2012	003.033819	Computador	003.033819
		Computador sucata	(3) Sucata	10/08/2012	6513	Computador	6513
		Computador sucata	(3) Sucata	10/08/2012	5168	Computador	5168
		Estabilizador Sucata	(3) Sucata	10/08/2012	65996	Impressora	65996
		Impressora hp Sucata	(3) Sucata	10/08/2012	023678	Computador	023678
		Impressora Sucata HP	(3) Sucata	10/08/2012	003013962	Computador	003013962
		Computador Sucata	(3) Sucata	10/08/2012	6805	Computador	6805
		Ipad	(1) Novo		003.054915	Computador	dmqj24madvgj
		Monitor LG710e	(2) Em Bom Estado	17/04/2013	003.034891	Monitor	003.034891
		Monitor LG710e	(2) Em Bom Estado	17/04/2013	003.034895	Monitor	003.034895
		Monitor Philips	(2) Em Bom Estado	17/04/2013	003.016261	Monitor	003.016261

**Fonte: sistema intranet do PRO.**

**Figura 52 - Planilha de material de reciclagem eletrônico no PRO: parte 2**


Equipamentos Ativos PRO > Pagina Inicial > Suporte TI > Equipamentos Ativos PRO

**Equipamento TI PRO**

<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tipo	Modelo	Estado do equipamento	Data de Baixa	Patrimonio	Equipamento	Numero de Serie
			Monitor LG	(2) Em Bom Estado	17/04/2013	003585	Monitor	003585
			Monitor Dell	(2) Em Bom Estado	17/04/2013	003.038885	Monitor	003.038885
			Impressora hp deskjet 840c	(3) Sucata	17/04/2013	003.016314	Impressora	003.016314
			Impressora hp deskjet 3820	(3) Sucata	19/04/2013	68028	Impressora	68028
			Computador Intel Inside	(3) Sucata	17/04/2013	003.034890	Computador	003.034890
			Computador Asus	(3) Sucata	17/04/2013	003.016288	Computador	003.016288
			Impressora HP deskjet 520	(3) Sucata	17/04/2013	67064	Impressora	67064
			Monitor Metron	(3) Sucata	17/04/2013	070736	Monitor	070736
			Monitor VTC	(3) Sucata	17/04/2013	67343	Monitor	67343
			Impressora hp laserjet sm	(3) Sucata	17/04/2013	075768	Impressora	075768
			Monitor itautec	(3) Sucata	17/04/2013	023210	Monitor	023210
			Monitor UIS	(3) Sucata	17/04/2013	67735	Monitor	67735
			Computador AMD Semprom	(3) Sucata	17/04/2013	003.035348	Computador	003.035348
			Computador Positivo	(3) Sucata	17/04/2013	003.021140	Computador	003.021140
			Computador SOYO	(3) Sucata	17/04/2013	003.016283	Computador	003.016283
			Computador SOYO	(3) Sucata	17/04/2013	003.016299	Computador	003.016299
			Impressora Lexmark	(3) Sucata	17/04/2013	003.036525	Impressora	003.036525
			Monitor Five Star	(3) Sucata	17/04/2013	073272	Monitor	073272
			Computador accept	(3) Sucata	19/04/2013	5166	Computador	5166
			Impressora hp deskjet 840c	(2) Em Bom Estado	23/04/2013	003.016315	Impressora	003.016315
			Computador Intel Inside	(2) Em Bom Estado	23/04/2013	003.034892	Computador	003.034892
			Computador Intel Inside	(3) Sucata	23/04/2013	003.034894	Computador	003.034894
			Computador Intel Inside	(3) Sucata	23/04/2013	6995	Computador	6995
			Impressora hp deskjet 610c	(3) Sucata	23/04/2013	003.018917	Impressora	003.018917
			Impressora hp deskjet 840c	(3) Sucata	23/04/2013	003.013962	Computador	003.013962
			Monitor de video 700s	(2) Em Bom Estado	23/04/2013	003.021479	Monitor	003.021479
			Monitor Philips	(2) Em Bom Estado	23/04/2013	003.016278	Monitor	003.016278
			Monitor de video 700s	(2) Em Bom Estado	23/04/2013	003.021475	Monitor	003.021475
			Monitor de video 700s	(2) Em Bom Estado	23/04/2013	003.0181475	Monitor	003.0181475
			HP deskjet 5550	(3) Sucata	23/04/2013	023678	Impressora	023678

**Fonte: sistema intranet do PRO.**

**Figura 53 - Planilha de material de reciclagem eletrônico no PRO: parte 3**



Equipamentos Ativos PRO > Pagina Inicial > Suporte TI > [Equipamentos Ativos PRO](#)

**Equipamento TI PRO**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tipo	Modelo	Estado do equipamento	Data de Baixa	Patrimonio	Equipamento	Numero de Serie
			Monitor LG	(2) Em Bom Estado	23/04/2013	003.022471	Monitor	003.022471
			Computador Asus	(3) Sucata	23/04/2013	003.034497	Computador	003.034497
			Computador AMD Semprom	(3) Sucata	23/04/2013	003.035347	Computador	003.035347
			Computador Intel Inside	(2) Em Bom Estado	23/04/2013	003.038601	Computador	003.038601
			Computador Intel Inside	(2) Em Bom Estado	23/04/2013	003.038029	Computador	003.038029
			Computador Intel Inside	(3) Sucata	23/04/2013	003.038028	Computador	003.038028
			Computador AMD Semprom	(3) Sucata	23/04/2013	003.033819	Computador	003.033819

**Fonte: sistema intranet do PRO.**

#### **ANEXO C – PLANILHA DE ORGANIZAÇÃO DAS TAREFAS (PRO)**

A seguir é apresentado o trecho da planilha de organização das tarefas da equipe de TI do PRO referente a aquisições, manutenções e evoluções de equipamentos eletrônicos. A coluna “Quem” foi deletada pela autora. É possível perceber claramente a questão da lentidão das compras, visto que pedidos de compra de 2012 ainda não haviam chegado em setembro de 2013.

**Figura 54 – Trecho da planilha de organização das tarefas da equipe de TI do PRO**

11. Aquisições & Manutenções & Evoluções	Quem	Abertura	Quando	Observação
Pedido placa de rede sem fio		27-jul-2012	1-jan-2013	Follow mercurio
Teleprompt		1-jun-2012	5-abr-2013	Follow mercurio
Switch / hub Fernando Laurindo		22-fev-2013	5-abr-2013	Comprar e pedir reembolso
Entrar pedido HD, memórias, teclados, mouses		24-jan-2012	26-mai-2013	Follow Mercúrio - verificar como foi pregão
Tirar no-break da sala de pós		25-mai-2012	19-abr-2013	só falta instalar - hoje é dia
Placa de mãe para substituição		15-mar-2013	10-mai-2013	concluido
Pedido 35 computadores		3-abr-2012	21-jun-2013	concluido
Pedido 4 monitores 22 polegadas		3-ago-2012	14-jun-2013	concluido
Computadores sala de aula		30-nov-2012	5-jul-2013	concluido
Ultrabook Renato Garcia		5-abr-2013	9-ago-2013	concluido
Projeto rede sem fio nas salas de aula		18-mai-2012	13-set-2013	concluido
				Aguarda estabilizar
Encaminhar maquinários para descarte		1-jan-2012	20-set-2013	maquinário novo para descartar antigos
Sistema veritas backup e antivirus avast server		1-jan-2012	20-set-2013	follow mercurio
Carinho nas salas 228 e 232		1-jan-2012	20-set-2013	232 falta elétrica
Follow rack switch sala 229		1-jan-2012	20-set-2013	switch chegou rack não
Pedido Marly		24-jan-2012	20-set-2013	Follow Mercurio
Impressoras: Lidia; Clóvis		2-mar-2012	20-set-2013	Follow Mercurio
Troca equipamentos audio D215		9-mar-2012	20-set-2013	Follow Mercurio
Pedido 4 impressoras professores (Joaquim, Clovis, Fausto, Paulino)		3-abr-2012	20-set-2013	Follow Mercurio
Pedido cases cameras		3-abr-2012	20-set-2013	Follow Mercurio
Pedido 4 conversores de mídia / d.i.o. / rack 4 us		3-abr-2012	20-set-2013	Follow mercurio
Pedido Fausto e Laerte Mac Desktop		13-mar-2012	20-set-2013	Follow mercurio
Pedido Genius Mind		4-mai-2012	20-set-2013	Follow mercurio
Luz, tripé pedestal para estúdio		1-jun-2012	20-set-2013	André verifica FCAV quando chega NAP Salerno
Pedido Premire e After Effects		22-jun-2012	20-set-2013	falta after effects
Follow questão dos patrimonios		22-jun-2012	20-set-2013	Aguarda material fábio para iniciar conciliações
Câmera digital		13-jul-2012	20-set-2013	Follow mercurio
Microfone e fone para Mesquita		28-set-2012	20-set-2013	Follow mercurio
Pedidos Uiana: macbook pro, imac desktop		19-out-2012	20-set-2013	Follow mercurio
Pedidos Zancul: 23 comps, 2 high comps, 1 projetor, 3 servidores, no break, impressora 3D, televisão 3D		26-out-2012	20-set-2013	Falta apenas o nobreak
Iniciar processo para entrar pedido ipad e galaxy		30-nov-2012	20-set-2013	Mandar e-mail e perguntar se quer macbook também
Encaminhar apples para reparo		5-abr-2013	20-set-2013	Encaminhar junto com o nobreak

**Fonte: fornecido pela equipe de TI.**