

Prof. Danny A.V. Tonidandel (DECAT)  
Prof. Cristiano L.T.F. e Silva (DEPRO)  
Profa. Regiane de S. e S. Ramalho (DECAT)

**Relatório Técnico do Programa de Extensão:  
Reciclagem Digital  
Projetos: Manufatura Reversa, Hospital das  
Máquinas e Frankenstein**

Brasil

2017

Prof. Danny A.V. Tonidandel (DECAT)  
Prof. Cristiano L.T.F. e Silva (DEPRO)  
Profa. Regiane de S. e S. Ramalho (DECAT)

**Relatório Técnico do Programa de Extensão:  
Reciclagem Digital  
Projetos: Manufatura Reversa, Hospital das Máquinas e  
Frankenstein**

Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP  
Departamento de Engenharia de Controle e Automação - DECAT  
Departamento de Engenharia de Produção - DEPRO  
Pró-reitoria de Extensão - PROEX

Brasil  
2017

Relatório Técnico do Programa de Extensão:  
Reciclagem Digital  
Projetos: Manufatura Reversa, Hospital das Máquinas e Frankenstein.

\* Instituição: Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP;

\* Pró-reitoria de Extensão - PROEX;

\* Programa de Extensão Reciclagem Digital;

Coordenador do programa: prof. Danny Augusto Vieira Tonidandel;

Departamento de Engenharia de Controle e Automação;

Unidade: Escola de Minas;

\* Ações Extensionistas: Manufatura Reversa, Hospital da Máquinas, Frankenstein;

Modalidade: ações vinculadas ao programa;

Coordenadores das ações: profa. Regiane S.S. Ramalho, prof. Cristiano L. T. F. Silva e prof. Danny A.V. Tonidandel –

Departamentos: Engenharia de Produção (DEPRO) e Engenharia de Controle e Automação (DECAT);

Unidade: Escola de Minas;

\* Período de Avaliação: abril a dezembro de 2016;

a) Número de alunos bolsistas: 6;

b) Número de alunos voluntários: 0;

\* Cidade: Ouro Preto – MG – Brasil;

\* publicação: Janeiro de 2017;

# Agradecimentos

Agradecemos à pró-reitoria de Extensão da UFOP, pelo fornecimento das bolsas para ações extensionistas, aos parceiros do programa, como o setor de desfazimento, da pró-reitoria de Administração (PROAD), bem como os doadores externos de peças e equipamentos.

# Resumo

O programa **Reciclagem Digital**, ao qual os projetos **Hospital das Máquinas, Frankenstein e Manufatura Reversa** se vinculam, agrega ações que visam a diminuição do impacto ambiental provocado pelo lixo eletrônico que se desdobra em várias frentes, quais sejam, reforma e/ou atualização de computadores (hardware e software) de instituições envolvidas no programa, montagem de computadores a partir de material presente no descarte da UFOP e no aproveitamento de componentes eletrônicos a partir de eletroeletrônicos defeituosos coletados na comunidade. O programa tem caráter educativo, tanto na área socioambiental quanto econômico.

**Palavras-chaves:** Reciclagem Digital. Educação Socioambiental. Inclusão Digital.

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>1.1</b>	<b>Concepção do programa</b>	<b>7</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativas</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivos do “Hospital da Máquinas”</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos do “Manufatura Reversa”</b>	<b>10</b>
<b>2.3</b>	<b>Objetivos do “Frankenstein”</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODOS</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Métodos do “Hospital da Máquinas”</b>	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>Métodos do “Manufatura Reversa”</b>	<b>12</b>
<b>3.3</b>	<b>Métodos do “Frankenstein”</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>15</b>
<b>4.1</b>	<b>Resultados do “Hospital da Máquinas”</b>	<b>15</b>
<b>4.2</b>	<b>Resultados do “Manufatura Reversa”</b>	<b>21</b>
<b>4.3</b>	<b>Resultados do “Frankenstein”</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>29</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>30</b>
	<b>APÊNDICE A – MODELO DE ORGANOGRAMA</b>	<b>31</b>
	<b>APÊNDICE B – DESENVOLVIMENTO DE LOGOMARCA</b>	<b>33</b>
	<b>APÊNDICE C – MATERIAL DE DIVULGAÇÃO IMPRESSO</b>	<b>34</b>
	<b>APÊNDICE D – ORDEM DE SERVIÇO</b>	<b>36</b>
	<b>APÊNDICE E – ESTOQUE DE FERRAMENTAS</b>	<b>38</b>

<b>ANEXOS</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO A – MATÉRIA JORNALÍSTICA SOBRE O “RECICLA- GEM DIGITAL” . . . . .</b>	<b>41</b>

# 1 Introdução

Segundo informações da Organização das Nações Unidas (ONU), o lixo proveniente de sistemas computacionais tais como computadores, celulares e similares cresce a uma taxa cerca de três vezes maior que a do lixo comum. Em pouco mais de 60 anos após a aparição dos computadores no mundo, em que a obsolescência dos sistemas — estimulada pelo consumismo das economias de mercado — é cada vez mais precoce, a quantidade de lixo gerada a partir de componentes ainda em condições de uso é praticamente incalculável, assim como o impacto ambiental negativo que se converterá em pesado fardo para as gerações futuras. O lixo proveniente de materiais eletrônicos contém dezenas de contaminantes, como metais pesados e outros que, mesmo descartados de maneira correta (se encaminhados para aterros sanitários, por exemplo), podem provocar muitos danos ao meio ambiente. Entre as alternativas para se deter tal movimento, podemos citar o programa Universitária “Reciclagem Digital”: idealizado por professores dos cursos de Engenharia de Controle e Automação e Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro preto.

## 1.1 Concepção do programa

A ideia do primeiro projeto, que acabou se tornando o projeto “Frankenstein”, surgiu a partir de uma demanda existente no laboratório de Instrumentação e Metrologia — coordenado pela profa. Adrielle de Carvalho Santana e que possuía um monitor da disciplina de “Metrologia Instrumentação” (Gabriel) —. Havia uma necessidade de máquinas (leia-se computadores) para o referido laboratório. Na ocasião, a professora Adrielle e o referido aluno convidaram o prof. Danny Tonidandel e a profa. Regiane de S.S. Ramalho para fazerem uma visita ao setor de desfazimento da UFOP, em que observamos uma grande quantidade de peças e sistemas computacionais que estavam com o *status* de “obsoletos” ou “defeituosos”. A visão era impactante: pilhas e mais pilhas de computadores, monitores, teclados e impressoras, que tinham apenas um destino: o lixo.

No entanto, observamos rapidamente que diversos componentes eletrônicos, desde placas de circuitos, monitores e CPU’s poderiam ser reaproveitados, não apenas para o laboratório de instrumentação, mas para auxiliar outras pessoas, já que grande parte seria simplesmente descartada pela universidade. Naquele instante surgiu a primeira ideia de se escrever um projeto de extensão, que seria mais tarde o Frankenstein.

Alguns dias depois da visita ao setor de desfazimento, durante um almoço no restaurante universitário, o professor Danny e a professora Adrielle conversavam sobre o tema e, tendo em mente o artigo 46 do regimento da UFOP — “A *Universidade contri-*



*buirá, por meio de atividades de extensão, para o desenvolvimento material e cultural da comunidade”* – pensamos que da área de descarte poderiam surgir outros projetos, que se transformariam no “Manufatura Reversa” e no “Hospital das Máquinas”, que poderiam atender a uma maior parcela da comunidade, de maneira mais efetiva.

Assim, combinamos de não escrever apenas projetos isolados e sim um programa mais extenso, já que, por regra, um programa deve ter pelo menos dois projetos vinculados. No caso, tínhamos três, além de outros que ainda não saíram do papel. O programa então foi Batizado de Reciclagem Digital pela profa. Adrielle e os projetos tiveram seus nomes escolhidos pelo prof. Danny, de forma a darem a ideia de seus objetivos:

- Manufatura reversa: utilizar peças e componentes eletrônicos, a partir de itens descartados, para a criação de outros dispositivos, para atender à comunidade da ufo-piana e externa, sendo que os componentes poderiam também ser coletados na comunidade externa. O “manufaturas” é o projeto que tem as metas mais ousadas para o futuro, em que se espera realizar a “Mineração Urbana”, que consiste em retirar metais nobres (ouro, prata, platina) de componentes eletrônicos, a partir de um processo hidrometalúrgico. Esta função ainda está em processo de pesquisa;
- Frankenstein: montagem de computadores a partir de peças do setor de desfazimento da UFOP ou de doações externas;
- Hospital das máquinas: promover a manutenção regular (instalação de software e conserto de hardware) de computadores da comunidade (escolas, entidades sem fins lucrativos, etc.) como ferramenta promotora de educação e conscientização ambiental, com vistas à redução de lixo digital a partir do prolongamento de vida útil das máquinas. Este tinha também o caráter de fomentar a utilização de software livre e da filosofia *Opensource* (GNU/Linux);

Mais tarde, convidamos o prof. Cristiano L. T. de França e Silva, do DEPRO, por ser um grande entusiasta da filosofia do software livre e com experiência em gestão de projetos. A Equipe então estava formada e o programa começava a tomar forma, mesmo antes de ser submetido à PROEX.

Após o programa entrar em funcionamento, já na primeira semana, a Universidade recebeu uma grande doação de computadores descartados pelo Tribunal Regional do Trabalho de Minas Gerais (TRT-MG) e, o trabalho já se iniciou com uma grande demanda. A doação é creditada aos esforços do reitor, prof. Marcone Freitas junto ao TRT. O professor Marcone aliás, foi um dos maiores apoiadores do programa.

Desde o início, foi acertado que o objetivo do programa era, em essência, trabalhar pelo acesso às tecnologias digitais para uma maior inclusão social e educação: seja com o fornecimento de computadores, sua manutenção ou, simplesmente, pela retirada de lixo.

Assim, o programa esteve proibido, desde seu início, a prestar qualquer tipo de serviço a terceiros, como conserto de máquinas de departamentos ou unidades internas da UFOP, que são prerrogativa do NTI (Núcleo de Tecnologia da Informação). Assim, buscamos nos pautar pelos princípios que devem reger a vida do servidor público (o princípio LIMPE): “Legalidade - Impessoalidade - Moralidade - Publicidade - Eficiência”.

Como o programa buscou trabalhar desde seu início de uma forma colaborativa e, de certa forma, interdependente, uma proposta inédita para organização foi pensada de forma a gerenciar suas atividades. A partir desta proposta surgiu um novo modelo de organograma, que chamamos de “organograma orbital”.<sup>1</sup>

## 1.2 Justificativas

Desde a concepção do Programa Reciclagem Digital, pôde-se observar um enorme entrelaçamento entre as três ações, sendo que o “Hospital das Máquinas” e o “Frankenstein” tornaram-se, rapidamente, os “carros-chefe” do programa. Daí mais uma razão para que o presente relato seja também unificado.

Na tabela 1, apresenta-se um panorama os alunos participantes do programa ao longo do período.

Tabela 1 – Relação de alunos bolsistas e voluntários ao longo da realização do programa.

<b>Estudante</b>	<b>Matrícula</b>	<b>Admissão</b>	<b>Afastamento</b>	<b>Tipo</b>
Jonisson S. Santos	14.1.1549	1/5/2016	31/12/2016	Bolsista
Luciano E. de Almeida	10.2.1179	1/5/2016	31/5/2016	Voluntário
Gabriel V. R. Hoffman	13.1.1656	1/5/2016	4/10/2016	Bolsista
Heitor A. De Novais	16.1.1397	11/10/2016	31/12/2016	Bolsista
Aluizio J. Grecco	14.2.1679	1/5/2016	31/12/2016	Bolsista
Brian A. Fernandes	13.1.1602	1/5/2016	31/12/2016	Bolsista

<sup>1</sup> Para mais detalhes sobre o modelo concebido, consulte o anexo A.

## 2 Objetivos

O programa que abrange os projetos vinculados é, em essência o “Reciclagem Digital”, coordenado atualmente pelo prof. Danny A. V. Tonidandel, do departamento de Engenharia de Controle e Automação (DECAT), tendo sido coordenado anteriormente pela profa. Adrielle de C. Santana, também do DECAT-EM-UFOP. O Reciclagem Digital buscou gerar, como produtos principais, computadores reciclados e novamente úteis à sociedade, peças reaproveitadas para as atividades de ensino e pesquisa na universidade, descarte adequado do “lixo digital” e, em especial, a conscientização das comunidades envolvidas na busca por um mundo mais limpo e equânime.

### 2.1 Objetivos do “Hospital da Máquinas”

Consiste em estimular o uso destes sistemas por um período maior de tempo a partir de uma manutenção regular de hardware (futuro lixo eletrônico) e atualização software (futuro lixo digital), com a substituição de componentes defeituosos ou instalação/atualização de sistemas operacionais de fácil manutenção, de preferência software livre e de código aberto. Esta medida visa estender a vida útil das máquinas presentes na comunidade como agente promotora de educação no âmbito socioambiental, além de promover a diminuição da dispersão de material contaminante no meio ambiente. Muitas instituições possuem materiais eletrônicos parados que necessitam apenas de assistência técnica para terem perfeitas condições de uso. O projeto visa colocar para funcionar laboratórios de informática, com a instalação de softwares livres, juntamente com um pacote de programas e jogos educativos.

Coordenador: Prof. Cristiano L. T. de França e Silva.

### 2.2 Objetivos do “Manufatura Reversa”

Promover o desmanche de equipamentos ditos "obsoletos", realizando o movimento inverso ao de uma linha de montagem. Separados, esses componentes (motores de passo, engrenagens, componentes eletrônicos etc) poderão, em tese, ser reaproveitados em outras aplicações, especialmente na educação e pesquisa na universidade. Esta medida visa auxiliar a comunidade a dar uma destinação útil aos componentes eletrônicos, tais como computadores, TV's celulares, aparelhos de som, bem como estimular a cultura do reaproveitamento, dado o alto valor agregado nos produtos eletrônicos.

Coordenador: Prof. Danny A. V. Tonidandel.

## 2.3 Objetivos do “Frankenstein”

Realizar ações voltadas para a doação de computadores recuperados a partir da área de descarte da UFOP às instituições de ensino, arte, cultura, religiosas e/ou filantrópicas da região de Ouro Preto, reaproveitando componentes e peças que viriam a contaminar o meio ambiente por meio de um descarte errôneo ou que continuariam ocupando espaço físico na universidade, além de promover a inclusão digital em instituições onde tais recursos são escassos.

Coordenadora: Profa. Regiane de S. e S. Ramalho.

## 3 Métodos

### 3.1 Métodos do “Hospital da Máquinas”

Primeiramente foi feito um levantamento de instituições interessadas a participar do projeto através de um e-mail padrão desenvolvido pelos integrantes. Após definidas as instituições, foi marcada uma visita onde foi apresentado o projeto com a apresentação de um panfleto, sendo feito um levantamento do trabalho que seria, então, desenvolvido.

Durante o levantamento do trabalho desenvolvido, é costumeiro verificar o estado das máquinas e executar uma ou mais opções que seguem:

- caso necessário é feito o reparo utilizando peças disponíveis no desfazimento;
- reinstalação do sistema operacional já disponível na máquina;
- formatação utilizando um sistema operacional Open Source distribuído gratuitamente, atualmente Linux Mint Xfce devido a simplicidade na utilização e exigir menos recursos das máquinas;
- desenvolvimento de um pacote de programas e jogos educativos para instalar nas máquinas, válido para todas as escolas;
- instalação de aplicativos adicionais sob demanda da instituição atendida;

Durante o trabalho de formatação e instalação de um sistema operacional livre, as máquinas são padronizadas com a instalação do sistema operacional Linux Mint. O trabalho é, normalmente, desenvolvido no próprio laboratório da escola. Após a realização do trabalho, a instituição assina um documento que comprova que os serviços foram prestados pelo projeto (vide anexo [26](#)).

### 3.2 Métodos do “Manufatura Reversa”

A metodologia do “Manufatura Reversa” consistiu basicamente em promover o desmonte de eletroeletrônicos defeituosos que seriam descartados por instituições da região para aproveitamento dos componentes eletrônicos como ferramenta promotora de educação e conscientização ambiental. Por isso tem igualmente caráter educativo na área socioambiental, além da técnica.

No início de suas atividades, a primeira etapa consistiu no cadastramento de instituições que desejavam ter materiais descartados, ou a partir de solicitações aos professores

e bolsistas. Durante o cadastramento, ações informativas foram realizadas em relação ao processo de manufatura reversa, que significa "desmontar para construir". Em seguida, o bolsista inicia a retirada dos equipamentos que seriam devidamente desmontados.

No caso das solicitações dos totens, das engrenagens entre outros, foram feitos testes em bancada e triagem dos subcomponentes advindos dos aparelhos eletrônicos, dos quais pode-se citar: engrenagens, capacitores etc. Após a triagem, teste e catalogação dos materiais, acondicionamento e posterior doação.

### 3.3 Métodos do “Frankenstein”

O primeiro passo do projeto consistiu em selecionar bolsistas com conhecimento em manutenção de computadores para a realização dos trabalhos do projeto. Para cada doação de um lote de computadores reciclados às instituições interessadas, foi realizada uma sequência de atividades.

A primeira atividade foi fazer um levantamento do lixo eletrônico existente nos setores da UFOP. A busca iniciou pelo Setor de Desfazimento, que havia recebido um grande volume de equipamentos de informática doados pelo Tribunal Regional do Trabalho (TRT). Dentre os equipamentos, haviam computadores, mouses, teclados, monitores, impressoras, cabos, etc.

Uma análise de reaproveitamento do material encontrado foi realizada e os equipamentos que poderiam ser utilizados no projeto eram solicitados. O Setor de Desfazimento fazia uma consulta ao Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI) da UFOP e, caso liberados pelo NTI, os equipamentos eram doados ao projeto.

A segunda atividade foi fazer um levantamento das instituições interessadas em participar do projeto, recebendo doações de computadores reciclados conforme sua necessidade. Foram realizadas visitas a algumas instituições, onde foi apresentado o projeto e realizado o cadastro da instituição caso fosse do seu interesse.

A terceira atividade foi fazer o transporte dos equipamentos do Setor de Desfazimento para o laboratório do Programa Reciclagem Digital, localizado na Escola de Minas do Campus Morro do Cruzeiro. Em seguida, iniciou-se a manutenção dos computadores. Foram realizados testes no hardware das máquinas, troca de peças conforme necessidade, formatação e instalação de softwares básicos gratuitos, tais como sistemas operacionais baseados na plataforma GNU/Linux. Em seguida, as máquinas eram limpas, etiquetadas e embaladas para entrega. Foram confeccionadas etiquetas com a logomarca do Programa. O material utilizado para embalar as máquinas foram obtidos dentro da UFOP.

A etapa seguinte consistia em transportar as máquinas para a instituição que iria receber a doação. Ao chegar na instituição, as máquinas eram desembaladas, montadas e

testadas. Algumas instruções básicas de uso foram passadas aos responsáveis, finalizando a doação.

A última etapa consistia em transportar o lixo não aproveitado para o Projeto de Manufatura Reversa ou para instituições de reciclagem de metais, plástico e eletrônicos.

Reuniões, a princípio semanais e posteriormente quinzenais, eram realizadas com os bolsistas para orientações e para o bom funcionamento do projeto.

## 4 Resultados

Quando os primeiros equipamentos foram entregues pelo programa, o mesmo já era bem conhecido entre os docentes dos departamentos da Escola de Minas. Logo após, tivemos a honra da presença do Reitor da UFOP, o prof. Marcone, na primeira entrega. A cerimônia foi fotografada (Figura 1) e, alguns dias depois, uma matéria foi veiculada na página principal da universidade, conforme pode-se consultar no anexo A, com grande repercussão na comunidade universitária e fora dela. Após a matéria, uma chuva de solicitações, bem acima da capacidade do programa, começou a acontecer, evidenciando a importância de programas deste tipo para a formação de uma sociedade mais justa.



Figura 1 – Cerimônia de entrega de computadores em uma das instituições beneficiadas.

Na ocasião, o reitor da Universidade ressaltou a importância de programas que evidenciam a atuação do servidor público e, especialmente, dos professores em seu papel verdadeiro, o de servirem à sociedade.

Vale ressaltar que a entrega de computadores envolveu simultaneamente todos os projetos vinculados ao programa Reciclagem Digital, e por isso, movimentou os professores e alunos envolvidos.

### 4.1 Resultados do “Hospital da Máquinas”

O projeto “Hospital das Máquinas” beneficiou instituições como a Escola Estadual Dom Benevides e Escola Estadual Dom Silvério, ambas localizadas na cidade Mariana,



com a manutenção e assistência de 37 computadores, sendo 22 na primeira escola citada e 15 na segunda escola citada.

O bolsista Brian formatou o laboratório dessas duas escolas instalando o sistema operacional livre Linux Mint 17.3 conforme Figuras 2 e 3. Além disso, um pacote de programas e jogos educativos foram instalados em todos os computadores.

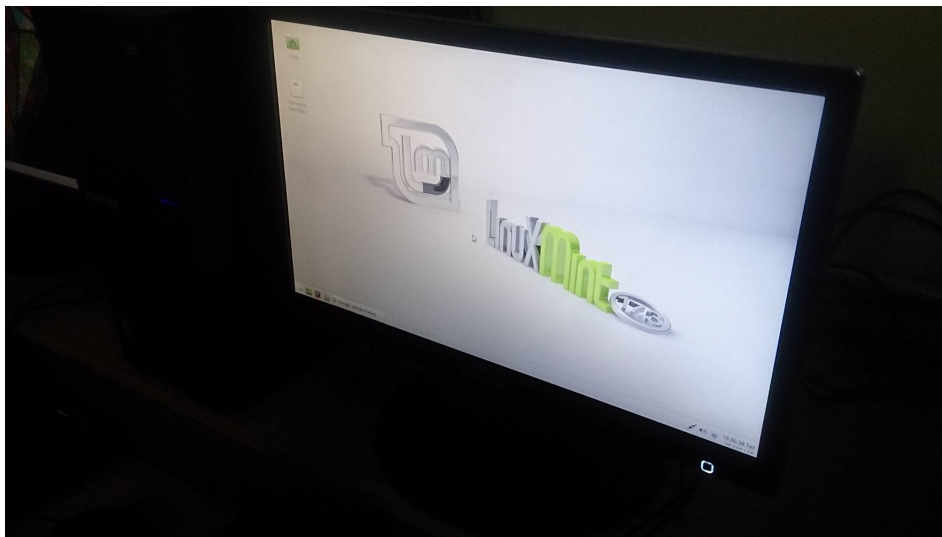


Figura 2 – Tela de um computador da Escola Estadual Dom Benevides.

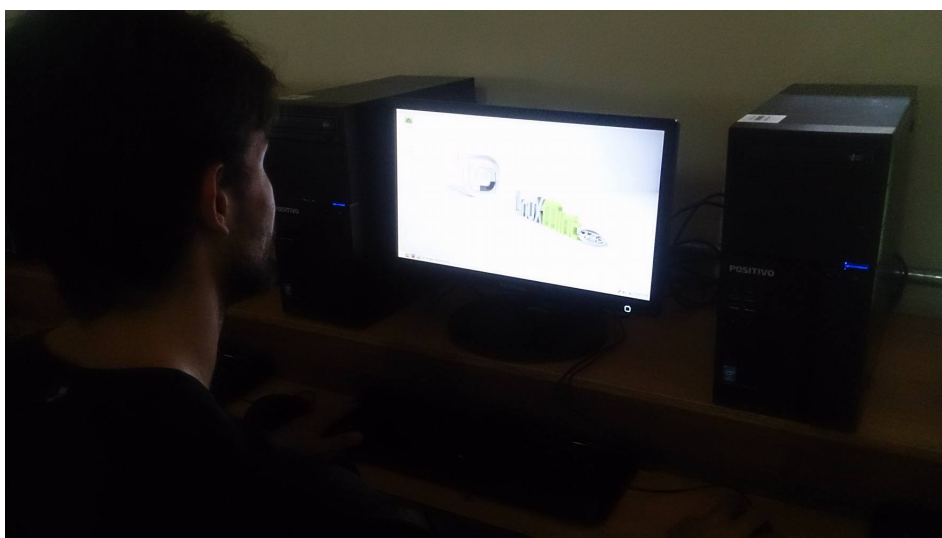


Figura 3 – Bolsista Brian trabalhando em um computador na Escola Estadual Dom Benevides.

Na Figura 4 é possível verificar alguns computadores que foram formatados no laboratório da Escola Estadual Dom Benevides.



Figura 4 – Laboratório trabalhado da Escola Estadual Dom Benevides.

A Figura 5 mostra o bolsista Brian recebendo a assinatura no comprovante de realização de atividades (Figura 6) de execução do serviço da responsável pela Escola Estadual Dom Benevides.

Figura 5 – Assinatura da responsável pela Escola Estadual Dom Benevides.

O formulário é intitulado "PROGRAMA RECICLAGEM DIGITAL" e "UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO". O título principal é "COMPROVANTE DE REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES".

A instituição é identificada como "Escola Estadual Dom Benevides".

As atividades realizadas são:

- Máquinas reformadas: ☒ Sim ( ) Não. Quantidade: 22
- Máquinas recebidas: ( ) Sim ☒ Não. Quantidade: \_\_\_\_\_
- Máquinas despachadas: ( ) Sim ☒ Não. Quantidade: \_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_

Data: 25/10/2016

Responsável da Instituição: Mariana

Prof. Danny Tonidandel – DECAT/EM/UFOP  
Coordenador do programa Reciclagem Digital

ESCOLA ESTADUAL DOM BENEVIDES R. 045 B2  
Decreto Lei nº 2572 de 06-07-1909  
Praça Dom Benevides nº 23 Centro  
MARIANA - MG

Figura 6 – Comprovante de realização de atividades na Escola Estadual Dom Benevides.

A Figura 7 mostra a impactante imagem do laboratório da Escola Estadual Dom Silvério, antes do trabalho do programa “Hospital das Máquinas” acontecer. Observe-se que ele estava totalmente inutilizado por falta de manutenção e reparos. A Figura 8, por sua vez, ilustra como ficou o laboratório após o trabalho.

Figura 7 – Laboratório da Escola Estadual Dom Silvério antes do trabalho do programa “Hospital das Máquinas”.

Figura 8 – Laboratório da Escola Estadual Dom Silvério depois do trabalho do programa “Hospital das Máquinas”.

As Figuras 9, 10 e 11 mostram o laboratório da Escola Estadual Dom Silvério sendo testado pelos bolsistas Aluizio e Brian.



Figura 9 – Teste do laboratório da Escola Estadual Dom Silvério.

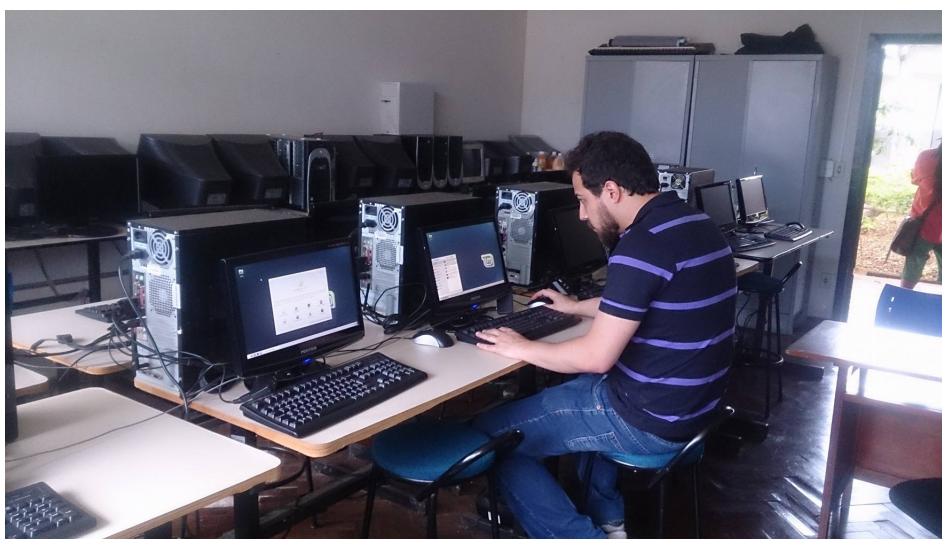


Figura 10 – Teste do laboratório da Escola Estadual Dom Silvério pelo bolsista Aluizio.





Figura 11 – Teste do laboratório da Escola Estadual Dom Silvério pelo bolsista Brian.

A Figura 12 mostra a assinatura no comprovante de realização de atividades de execução do serviço pela Escola Estadual Dom Silvério.

O formulário, intitulado "COMPROVANTE DE REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES", pertence ao "PROGRAMA RECICLAGEM DIGITAL" da "UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO". No topo, há logotipos de reciclagem e da UFOP. O campo "A Instituição" está preenchido com "EE. Dom Silvério". Abaixo, há três linhas para registro de atividades: "Máquinas reformadas" com "Sim" selecionado e "Quantidade" de "15"; "Máquinas recebidas" e "Máquinas despachadas" ambas com "Sim" e "Quantidade" em branco. Há um espaço para "Observações". Na base, a data "22/10/16" é anotada. Assinaturas e rubricas aparecem no campo "Responsável da Instituição". Um selo da "ESCOLA ESTADUAL DOM SILVÉRIO" com o número "03 01 61" e a data "22/10/16" está colado. No rodapé, o nome "Prof. Danny Tondandel" e o cargo "Coordenador do programa Reciclagem Digital" são impressos.

Figura 12 – Comprovante de realização de atividades na Escola Estadual Dom Silvério.

## 4.2 Resultados do “Manufatura Reversa”

A engenharia reversa possibilitou a aquisição de componentes e peças que foram úteis no desenvolvimento de alguns projetos de pesquisa na UFOP, como o projeto do professor Helder Luis, do DEARQ, que necessitava de material para a **construção de um forno à gás automático**, em um trabalho de conclusão de curso realizado por um aluno do curso de Engenharia de Controle e Automação, como parte de uma pesquisa desenvolvida pelo departamento de Arquitetura e Urbanismo.

Outra articulação com a pesquisa que gerou bons resultados, e que podemos ressaltar, foi o **desenvolvimento de uma solda de termopares por descarga capacitiva** (figura 13), a partir de uma solicitação do professor responsável pelo laboratório de usinagem, prof. Igor Pereira. Este, dentre todas as solicitações ao projeto, foi a que demandou maior esforço de estudo e planejamento por parte do aluno, envolvendo a área de eletrô-

nica analógica, confecção de placas de circuito impresso, além de propiciar ao estudante o aprofundamento na física inerente ao processo de soldagem, área que não faz parte (diretamente) do escopo da Engenharia de Controle e Automação.

O projeto “obrigou” o estudante a desenvolver modelos de simulação de circuitos, já que o modelo passado pelo prof. da Engenharia Mecânica era baseado em um vídeo da Internet, que não possuía nenhuma garantia de funcionamento (e, por diversas vezes, não funcionava como deveria).



Figura 13 – Solda por descarga capacitiva para o laboratório de usinagem (imagem ilustrativa).

O equipamento consiste em um banco de capacitores ligados em paralelo que, quando ligados a uma carga, descarrega toda a energia carregada em forma de corrente elétrica, fundindo por resistência a carga a outro material metálico. A tensão aplicada na carga é igual a soma das tensões aplicadas em cada capacitor. Todos os capacitores são alimentados com a mesma fonte.

O primeiro trabalho do aluno foi se familiarizar com a teoria por trás do conceito de solda capacitiva, além da simulação de circuitos eletrônicos (figura 14) e a confecção dos mesmos, especialmente por se tratar de estudante dos primeiros períodos da graduação em Engenharia de Controle e Automação.

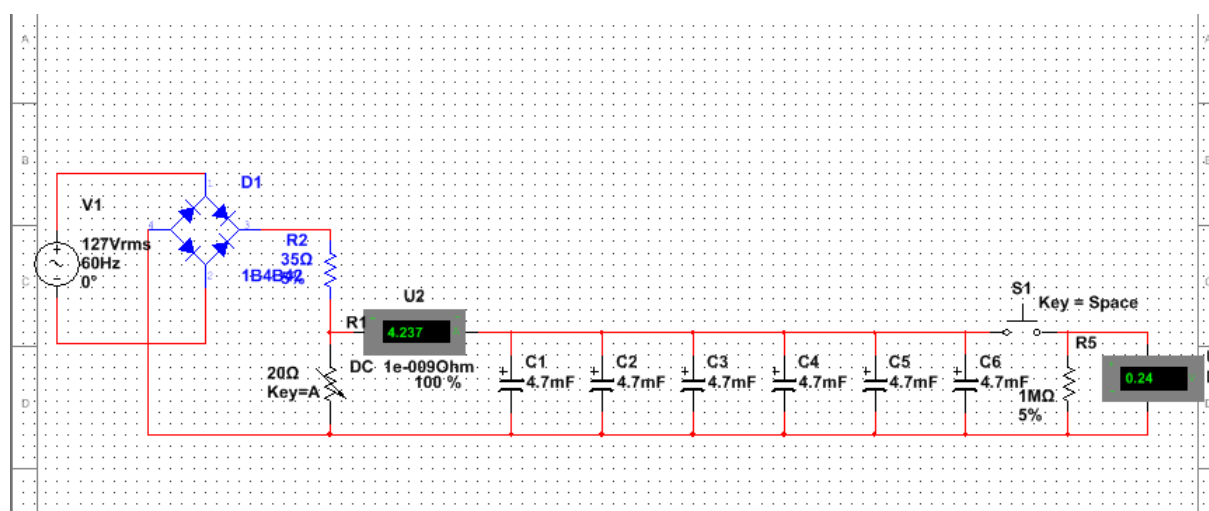


Figura 14 – Simulação da por descarga capacitiva no software proteus.

O desafio era, portanto, utilizarmos de material reciclado e retirado, em maior parte, do setor de desfazimento da UFOP. Isto aconteceu após a saída do bolsista Gabriel (estudante de Engenharia Mecânica) do referido projeto e a entrada (no último mês) do aluno Heitor Novais (estudante de Engenharia de Controle e Automação).

Adequando-se à ideia central do projeto, o protótipo da solda capacitiva pode ser adaptado a materiais reciclados a partir do lixo eletrônico. Capacitores podem ser encontrados em placas-mãe, oriundas de computadores de mesa, conforme ilustra a figura 15.



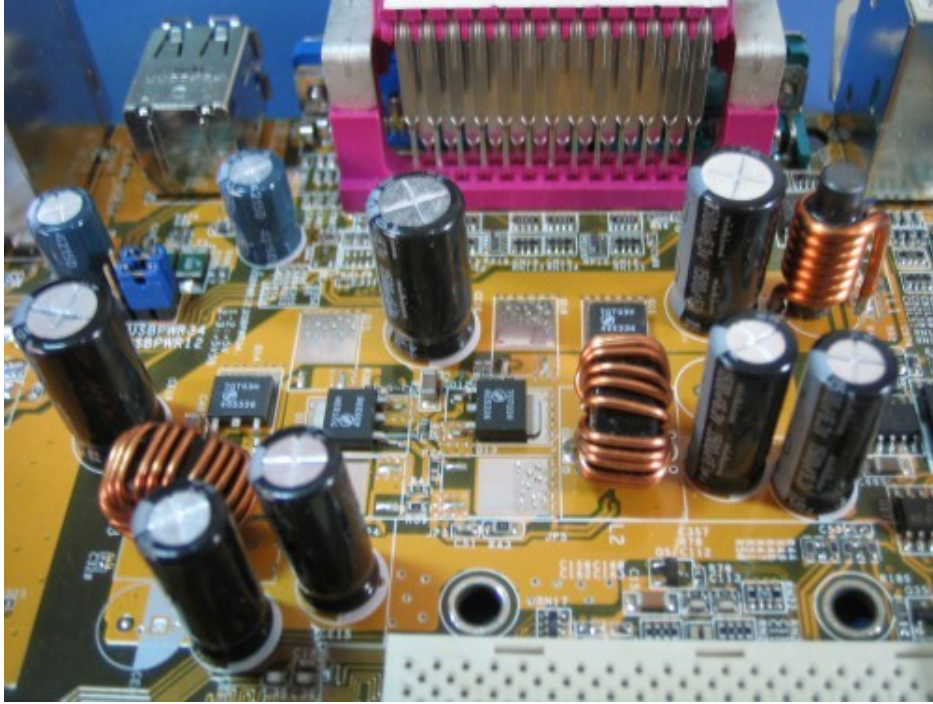


Figura 15 – Capacitores podem ser encontrados em placas-mãe de computadores descartados.

No equipamento em questão foram utilizados seis capacitores de  $4700\mu F$  e  $50V$ , todos eles ligados em paralelo. Para isso, a tensão da fonte, que foi substituída por uma fonte de computador descartado (figura 16), deve ser regulada para o máximo de  $50V$  (em corrente contínua). Por questões de segurança carregamos cada capacitor não excedendo a tensão de  $30V$ , pois o capacitor não é carregado pela tensão *RMS* e sim pela tensão de pico. Se utilizássemos  $50V$  podemos ver pelos cálculos que estaríamos ultrapassando a tensão máxima fornecida pelo fabricante.

$$V_{pico} = V_{rms} \times \sqrt{3} = 86,6V.$$



Figura 16 – A fonte de tensão pôde ser substituída pela fonte de computador descartado.

A fonte ilustrada pela figura 16 possui saídas de 12V, 5V, e 3,3V, que podem ser combinadas em série para formar a tensão desejada. Com isso, *podemos eliminar o uso da ponte retificadora, pois a fonte de computador já fornece corrente contínua*, conforme ilustra a figura 17. A resistência fixa também não é necessária, já que vamos determinar a tensão fornecida pela fonte. A resistência variável pode ser substituída por um potenciômetro que, por *divisor de tensão*, regulará a tensão aplicada ao banco de capacitores.

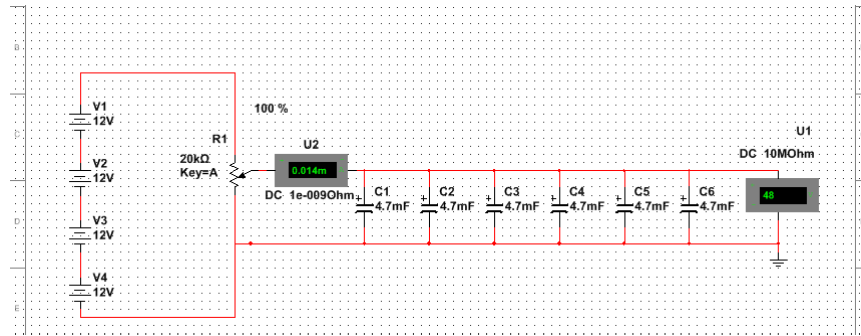


Figura 17 – Eliminando o uso da ponte retificadora ao utilizar a fonte de computador descartado.

Outra alternativa seria ligar um par de capacitores em série com outros pares em paralelo, dividindo assim a tensão aplicada em cada capacitor. Como capacitores funcionam como circuito aberto (após carregados) em corrente contínua, utilizaremos uma ponte retificadora para converter CA em CC.

Utilizamos também uma resistência fixa de  $35\Omega$  10W e uma resistência variável de valor a definir para criar um divisor de tensão. O divisor de tensão é responsável por regular a tensão aplicada no banco de capacitores. Um voltímetro digital será usado no auxílio da aferição da tensão.

Em outra atividade, alguns *Totems*<sup>1</sup> que se encontravam defeituosos, advindos de doações externas, foram montados e doados para diversos setores dentro da universidade, tais como a Mostra de profissões da UFOP, a Biblioteca da Escola de Minas, a diretoria da Escola de Minas e o Laboratório de Desenvolvimento de Novas Tecnologias e Prototipagem do DECAT-EM, conforme ilustra a figura 18.

<sup>1</sup> Sistema computacional normalmente utilizado como caixas eletrônicos. Um totem é, em verdade, um sistema a eventos discretos, mais popularmente conhecido como autômato.



Figura 18 – Totens recuperados (imagem ilustrativa).

Na tabela 2 pode-se observar uma breve listagem com alguns dos componentes reciclados projeto Manufatura Reversa, até o mês de dezembro de 2016.

Tabela 2 – Relação de alguns dos materiais reciclados pelo projeto Manufatura Reversa

Código	Destino	Material	Quantidade
	Aluno Marco A. Reis	Engrenagens de motores	2
MR_M_001	Decat	Monitor	1
MR_M_002	Prof. Luís Bartolaia	Dissipadores	3
MR_M_003	Prof. Ronílson Decat	Memórias 1gb DDR	2
MR_M_004	Prof. Ronílson Decat	Placa mãe com processador	2
MR_M_005	Prof. Ronílson Decat	Fonte	2
MR_M_006	Prof. Ronílson Decat	Placa de vídeo 6200GT	1
MR_M_007	Biblioteca da Escola de Minas	totem	2
MR_M_008	Mostra de profissões	totem	2
MR_M_009	Laboratório de prototipagem	totem	1
MR_M_010	Diretoria da Escola de Minas	totem	2
MR_M_011	Laboratório de usinagem	fonte	1
MR_M_012	Laboratório de usinagem	capacitores	6
MR_M_013	Laboratório de usinagem	Placas-mãe	2
MR_M_014	Laboratório de usinagem	conectores	diversos

### 4.3 Resultados do “Frankenstein”

Durante o projeto, foi possível realizar uma doação de um lote de onze computadores à instituição “Casa Espírita Irmão Horta” localizada na cidade de Mariana/MG. A instituição desenvolve ações educativas como organização não-governamental.

Cada um dos onze *kits* era composto por: computador com processador Intel Dual Core, disco rígido de 80GB ou 160GB, memória RAM de 1GB, mouse P2, teclado P2, monitor LCD de 17", dois cabos de energia e um cabo VGA. Foi doado também um *switch industrial* para possibilitar a montagem de uma rede de comunicação.



Figura 19 – Laboratório da Casa Espírita Irmão Horta.

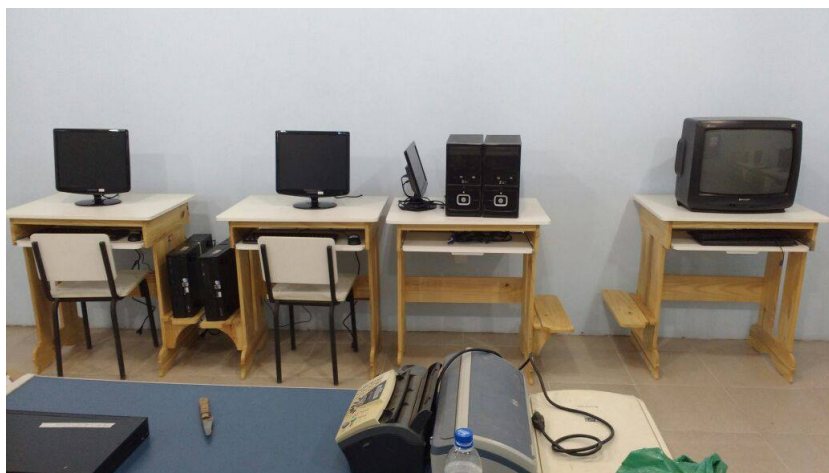


Figura 20 – Laboratório da Casa Espírita Irmão Horta.





Figura 21 – Laboratório da Casa Espírita Irmão Horta.



Figura 22 – Laboratório da Casa Espírita Irmão Horta.

Além disso, os bolsistas tiveram a oportunidade de aprimorar os conhecimentos em manutenção de hardware e software de computadores. A falta de material para manutenção das máquinas, principalmente memória RAM, e o número reduzido de bolsistas prejudicou o andamento do projeto. Inicialmente o projeto contava com um bolsista e um voluntário mas o aluno voluntário ficou apenas um mês no projeto.

## 5 Considerações Finais

Foi possível observar durante o período de vigência do programa “Reciclagem Digital” que muitas tarefas foram realizadas. O projeto seguiu uma curva de aprendizagem que foi bastante satisfatória para atingir os seus objetivos. Em cada um dos três projetos (Frankenstein, Manufatura Reversa e Hospital das Máquinas) foi possível perceber essa curva de aprendizagem.

Por ter se tratado de um programa novo, onde os integrantes ainda não tinham muita experiência, muito foi descoberto com o passar do tempo. Todos os desafios que apareceram foram superados de forma produtiva e o desempenho de toda a equipe sempre esteve satisfatório.

Por se tratar de uma equipe que “abraça a causa” do programa Reciclagem Digital, os resultados foram alcançados e as barreiras que apareceram foram superadas. Todas as etapas do programa foram executadas pensando no longo prazo, pois a ideia é que o projeto cresça e se amplie há cada ano, atingindo, com o passar do tempo, um maior número de pessoas atendidas por esse programa e também aumentando o número de colaboradores na equipe.

## Apêndices

## APÊNDICE A – Modelo de organograma

Como o programa buscou trabalhar desde seu início de uma forma colaborativa e, de certa forma, interdependente, uma proposta inédita para organização foi pensada de forma a gerenciar suas atividades. A partir desta proposta surgiu um novo modelo de organograma, que chamamos de “organograma orbital”. A intenção é suprimir as dificuldades visuais e de interpretação existentes em um organograma tradicional, que mostra apenas relações de verticalidade e horizontalidade. Como tínhamos no início diversos coordenadores de projeto que se intercomunicavam e gerenciavam, ao mesmo tempo, as atividades dos bolsistas de todos os projetos, foi imaginado como cada bolsista poderia transitar entre os diferentes afazeres e, além disso, como se daria a comunicação entre eles e os coordenadores, que também realizam tarefas similares aos alunos. Daí concebeu-se a ideia do organograma orbital, conforme ilustra a figura 23

Cada planeta representa um coordenador de equipe. Cada satélite, que gira ao redor dos planetas, tem a primeira função de atender ao projeto vinculado, mas compartilha, por outro lado, a mesma órbita de outros planetas, o que mostra que eles possuem funções diversas além da primeira (os nomes entre parênteses podem representar os alunos voluntários com a mesma função que o “satélite”). Ao redor da “estrela” orbita um “cometa”, personificado pelo bolsista de gerenciamento de projetos, que transita mais livremente entre todos. A sua órbita elíptica, aliás, indica uma maior proximidade em relação a um projeto em detrimento aos outros.

As setas indicam uma via de comunicação horizontal, lembrando que um sistema solar encontra-se em determinado plano do espaço. Isto é, todos os elementos são essenciais para o funcionamento do sistema como um todo e não existe hierarquia de verticalidade conforme a conhecemos, embora existam figuras centrais. Apenas relações de colaboração e interdependência, assim como a atração gravitacional exercida por cada astro em um sistema solar real.



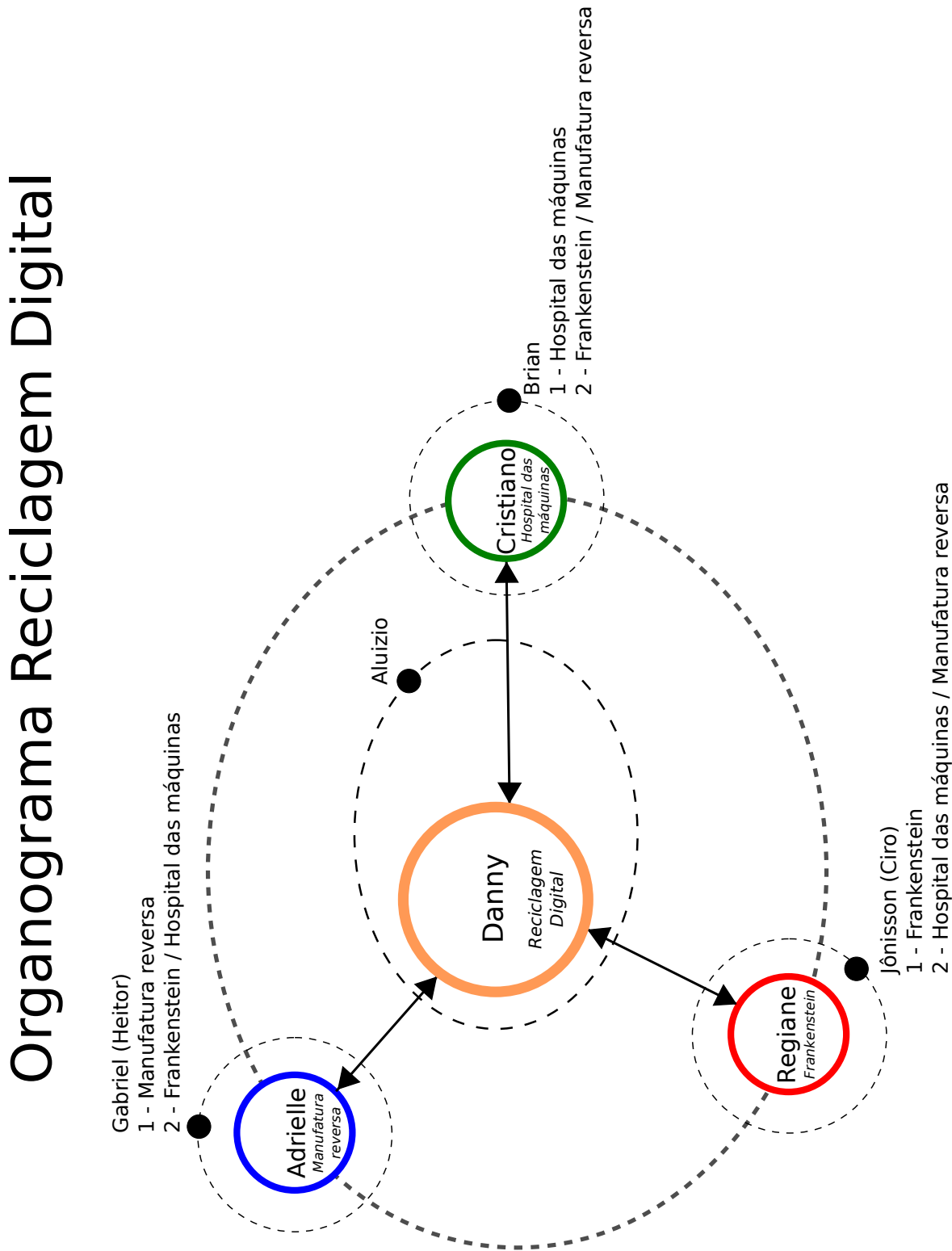


Figura 23 – Proposta de modelo de organização.

## APÊNDICE B – Desenvolvimento de Logomarca



Figura 24 – Logomarca do Reciclagem Digital.

## APÊNDICE C – Material de divulgação impresso

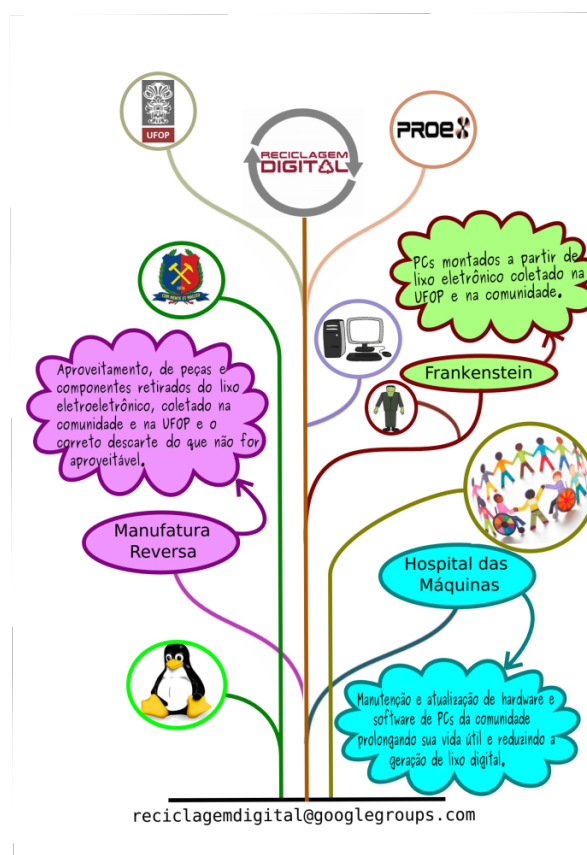


Figura 25 – Primeiro material de divulgação impresso.

## APÊNDICE D – Ordem de serviço

Em todas as instituições visitadas, um comprovante com a ordem de serviço era emitida, conforme ilustra a figura 26. Vale ressaltar que a logomarca utilizada não é mais a mostrada, pois contradizia o regimento da ufop. Vide o apêndice ??.



**PROGRAMA RECICLAGEM DIGITAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO**



## COMPROVANTE DE REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES

A instituição \_\_\_\_\_  
declara que teve serviços prestados pelo Programa Reciclagem Digital.

-Máquinas reformadas: ( ) Sim ( ) Não. Quantidade \_\_\_\_\_.

-Máquinas recebidas: ( ) Sim ( ) Não. Quantidade \_\_\_\_\_.

-Máquinas despachadas: ( ) Sim ( ) Não. Quantidade \_\_\_\_\_.

-Observações:

--

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Responsável da Insituição.

*D. Lindandel*

Prof. Danny Tonidandel – DECAT/EM/UFOP  
Coordenador do programa Reciclagem Digital

Figura 26 – Ordem de serviço.

## APÊNDICE E – Estoque de ferramentas

Uma listagem de ferramentas (adquirida **com recursos próprios dos docentes** para o início do projeto) é mostrada na figura [E](#).

Ferramentas

Ferramenta	Quantidade Comprada	Data compra	Quantidade retirada	Quantidade em estoque	Ponto de ressuprimento	obs	Preço
Mouse usb	2		0	2	5	2 mouses doados	R\$ 0,00
Chave Philips 3/16x3	1	06/06/16		1			R\$ 5,30
Chave Philips 1/8x3	1	06/06/16		1			R\$ 4,30
Chave de Fenda 3/16x3	1	06/06/16		1			R\$ 4,90
Chave de Fenda 1/8x3	1	06/06/16		1			R\$ 3,80
Píncel Trincha 1"	1	06/06/16		1			R\$ 2,15
Píncel Trincha 1/2"	1	06/06/16		1			R\$ 1,25
Píncel Trincha 3/4"	1	06/06/16		1			R\$ 1,50
Alicate Mini Bico ½	1	06/06/16		1			R\$ 9,50
Pinça	1	06/06/16		1			R\$ 1,50
Ferro de Solda 110V	1	07/06/16		1			R\$ 37,38
Multímetro Digital	1	07/06/16		1			R\$ 37,32
				0			
				0			
				0			
				0			
				0			
				0			
				0			

Figura 27 – Listagem de ferramentas adquiridas com recursos dos docentes.



## Anexos

## ANEXO A – Matéria jornalística sobre o “Reciclagem Digital”



## Projeto recicla computadores que beneficiam universidade e escolas da região

Criado por **Mayara Portugal** em ter, 25/10/2016 - 13:49 | Editado por **Patrícia Pereira** há 1 dia.

Foram entregues para escolas da região os primeiros computadores reciclados através do Projeto Hospital das Máquinas. A entrega foi feita em uma cerimônia, na última quinta-feira (20), na Escola de Minas.

O projeto, desenvolvido por professores e alunos dos cursos de Engenharia de Controle e Automação e Engenharia de Produção da UFOP, em parceria com a Pró-reitoria de Extensão (PROEX), consiste em reciclar computadores descartados e doar o material recuperado para ser reutilizado.

Segundo o coordenador do projeto, professor Danny Tonidandel, a ação visa “gerar computadores reciclados e novamente úteis à sociedade a partir do setor de desfazimento da universidade ou de doações externas, na busca por um mundo mais limpo e equânime”, ressalta.

Divulgação



*Professor Danny Tonidandel (DECAT), Maria de Fátima M. Gomes, representando as instituições, e o reitor da UFOP Marcone Jamilson Freitas Souza*

Na cerimônia de abertura, o reitor da Universidade Marcone Jamilson ressaltou a importância de programas que evidenciam a atuação do servidor público e, especialmente, dos professores em seu papel verdadeiro, o de servirem à sociedade, promovendo a educação socioambiental e a inclusão digital, primordiais em um mundo globalizado, bem como a diminuição do impacto ambiental gerado pelo “lixo eletrônico”, já que trata-se de devolver à sociedade algo que ela mesma havia descartado.

Além do “Hospital das Máquinas”, os projetos “Frankenstein” e “Manufatura Reversa” fazem parte do programa Reciclagem Digital, desenvolvido por professores e bolsistas da Universidade, além de contar com a participação de voluntários.

Compartilhe

