



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em ENGENHARIA AMBIENTAL

**ESTUDO DA VIABILIDADE DE UMA GESTÃO AMBIENTAL
PARA PILHAS NO CAMPUS DA UNESP DE RIO CLARO**

Lucas Belletti Cruz

Rio Claro (SP)
2011

Universidade Estadual Paulista
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

**“ESTUDO DA VIABILIDADE DE UMA GESTÃO AMBIENTAL DE PILHAS NO
CAMPUS DA UNESP DE RIO CLARO”**

LUCAS BELLETTI CRUZ

Monografia elaborada junto ao curso de
Engenharia Ambiental da UNESP de Rio Claro
como requisito à conclusão da graduação.

***ORIENTADORA:* Profa. Dra. Solange Therezinha de Lima Guimarães**

Rio Claro (SP)
2011

628.42 Cruz, Lucas Belletti
C957e Estudo da viabilidade de uma gestão ambiental para pilhas
no campus da UNESP de Rio Claro / Lucas Belletti Cruz. -
Rio Claro : [s.n.], 2011
42 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots.

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Engenharia
Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de
Geociências e Ciências Exatas

Orientador: Solange Therezinha de Lima Guimarães

1. Resíduos perigosos. 2. Resíduos sólidos. 3. Meio
ambiente. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. e “mãe adotiva” Solange Terezinha, pela amizade, orientação no atual trabalho e confiança nas minhas capacidades. Além dos inúmeros conselhos profissionais e pessoais ao longo desses anos.

Ao técnico Francisco, mundialmente conhecido como Paco, pelo apoio desde o planejamento do atual trabalho, disponibilização do laboratório de geofísica, participação na gestão ambiental como responsável na contabilização da coleta, disponibilidade, ajuda e amizade.

Aos funcionários: Beth (DEPLAN), Célia (Botânica), Rogério (Cantina), Raquel e Sandra (Seção de Pós-Graduação do IGCE), Renam (Biblioteca), Rose (Geografia), Márcia (DGA), Rosana (Física) e Dilza (Botânica) pelo comprometimento com suas funções na gestão ambiental implementada.

Ao Prof. Dr. Gerson Santarine, ao Prof. Dr. Marcelo Garcia e ao Prof. Dr. Marcus Avezum por suas amizades e orientações para o planejamento do atual trabalho.

Aos meus pais, esses de sangue, Carlos e Sônia, pelo amor, carinho e apoio.

À minha irmã, Lígia, pelo companheirismo, cumplicidade e apoio.

Aos colegas de república estudantil Santa, Sertório, Mineiro e Slot pelo companheirismo, incentivo e ajuda no atual trabalho e, claro, a descontração nas horas de stress.

SUMÁRIO

Sumário.....	i
Lista de Figura.....	ii
Lista de Gráfico.....	iii
Lista de Tabelas.....	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	2
3. OBJETIVOS.....	2
4. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
5. MATERIAIS E MÉTODOS.	
5.1. Entrevistas.....	13
5.2. Gestão Ambiental de Pilhas.....	14
6. RESULTADO E DISCUSSÃO DE DADOS	
6.1. Entrevistas.....	20
6.2. Gestão Ambiental de Pilhas.....	25
7. CONCLUSÃO.....	36
Referências Bibliográficas.....	38
Anexos.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Selo de certificação de Sistema Integrado de Gestão da Suzaquim.....	10
Figura 2 - Mapa da Zona Urbana do município de Rio Claro/SP com as delimitações dos bairros que circundam o Campus da UNESP e que participaram dos questionários.....	11
Figura 3 - Fluxograma cíclico de uma correta gestão para pilhas.....	12
Figura 4 - Fluxograma da Gestão Ambiental de Pilhas implantada no campus.....	15
Figura 5 - Distribuição dos pontos de coleta no campus.....	16
Figura 6 - Coletores devidamente identificados e chamativos.....	17
Figura 7 - Fluxograma das atividades no laboratório de geofísica aplicada.....	18
Figura 8 – Categorias de resíduos.....	19
Figura 9 - baterias A76 (bateria de relógio).....	27
Figura 10 - Pilhas 2A dentro de balde auxiliar para posterior pesagem.....	33
Figura 11 - Celulares descartados indevidamente nos coletores de pilhas.....	33
Figura 12 - Fluxograma da Gestão Ambiental de Pilhas proposta ao final dos cem primeiros dias da gestão anterior.....	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultados do Programa Papa-Pilhas do Banco Real Santander.....	9
Gráfico 2 – Resultados da contagem total de unidades de resíduo.....	31
Gráfico 3 – Resultado da pesagem total de resíduos coletados na gestão.....	31
Gráfico 4 – Porcentagem de participação das categorias no total das coletas.....	32
Gráfico 5 – Porcentagem de participação dos pontos no total das coletas.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Metais pesados encontrados em pilhas e seus impactos a saúde.....	5
Tabela 2 – Destino Final dos Resíduos Sólidos, por unidades de destino dos resíduos.....	5
Tabela 3 – Responsáveis por ponto de coleta.....	17
Tabela 4 – Resposta à questão 1.....	20
Tabela 5 – Resposta à questão 2.....	20
Tabela 6 – Resposta à questão 3.....	21
Tabela 7 – Resposta à questão 4.....	22
Tabela 8 – Resposta à questão 5.....	22
Tabela 9 – Resposta à questão 6.....	23
Tabela 10 – Resposta à questão 7.....	24
Tabela 11– Resposta à questão 8.....	24
Tabela 12 – Resultados da 1ª coleta.....	25
Tabela 13 – Resultados da 2ª coleta.....	26
Tabela 14 – Resultados da 3ª coleta.....	27
Tabela 15 – Resultados da 4ª coleta.....	28
Tabela 16 – Resultados da 5ª coleta.....	29
Tabela 17 – Resultado total das cinco coletas.....	30
Tabela 18 – Relação unidades por quilo (unidade/kg).....	32

RESUMO

Quando exauridas, as pilhas são classificadas como resíduo perigoso por possuir metais pesados potencialmente tóxicos e bioacumuladores, como mercúrio, cádmio e chumbo, em sua composição interna funcional. Em função do alto grau de periculosidade, esses resíduos devem ser destinados corretamente para não permitir que seus componentes químicos causem impactos significativos no meio ambiente. Sendo assim, a reciclagem do resíduo em questão é a melhor destinação. Nesse contexto, quis se conhecer, através de aplicação de questionário em formato de entrevistas, o quanto os graduandos do campus da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” do município de Rio Claro/SP estão envolvidos com essa problemática ambiental. A partir de então, foi-se elaborada e aplicada uma gestão ambiental interna para pilhas.

Palavras-chave: Pilhas. Resíduos Sólidos. Resíduos Perigosos. Gestão Ambiental. Programa de Coleta de Resíduos. Meio Ambiente.

ABSTRACT

When exhausted, the batteries are classified as hazardous waste because it has potentially toxic heavy metals and bio-accumulators, such as mercury, cadmium and lead in their internal composition functional. Due to the high level of danger, such waste should be properly designed to not allow these chemical components to cause significant impacts on the environment. Thus, the recycling of waste in question is the best destination. In this context, was wanted to know, through a questionnaire in interview format, how the graduates of the Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho of Rio Claro / SP are involved with this environmental issue. Since then, has been developed and implemented an environmental management for internal batteries.

Keywords: Batteries. Solid Waste. Hazardous Waste. Environmental Management. Waste Collection Program. Environment.

1. INTRODUÇÃO

A crescente produção, popularização e a grande variedade de aparelhos eletrônicos portáteis nas últimas décadas demandaram a produção de pilhas e baterias como fontes de energia para aqueles nas mesmas proporções. A busca por pilhas cada vez mais eficientes, fez com que muitos modelos fossem desenvolvidos, utilizando as mais diferentes composições químicas em suas reações, sendo que atualmente temos diversos fabricantes com inúmeros modelos de pilhas para as mais diversas finalidades (BOCCHI et al., 2000). Mesmo assim, a vida útil das pilhas ainda é curta e, por isso, precisam ser constantemente substituídas.

Algumas pilhas no mercado possuem, em sua constituição, metais pesados que apresentam diferentes graus de toxicidade. Os elementos químicos tais como o mercúrio, cádmio e chumbo são alguns exemplos e, quando expostos em condições inadequadas, oferecem alta periculosidade ao meio ambiente e a saúde humana, mesmo em baixas concentrações, podendo contaminar o solo, a água, a atmosfera e todos os seus usuários por meio das cadeias tróficas (WOLFF, 2000). A presença destes bioacumuladores em um organismo ocasiona deficiências nas funções orgânicas e biológicas, podendo até levar a morte do indivíduo (REIDLER, 2002).

Contudo, no Brasil, as pilhas usadas são descartadas junto com os resíduos domésticos por falta de conhecimentos e informações sobre os possíveis impactos ambientais e suas conseqüências adversas por parte da maioria da população. Desta maneira, fica evidente a importância e a necessidade de uma gestão para pilhas e que a ausência de uma alternativa de descarte só contribui para o agravamento desta situação, de acordo com Reidler (2002).

Diante deste quadro adverso, em 1999 foi criada a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 257 (BRASIL, 1999), que dispõem sobre pilhas e baterias. Nela, ficam estabelecidos limites aceitáveis de determinados componentes químicos, procedimentos de reutilização, tratamento, reciclagem e disposição final

ambientalmente correta. Atualmente, em 02 de agosto de 2010, foi instituída, através da lei Nº. 12.305, a nova Política Nacional dos Resíduos Sólidos, que trouxe a obrigatoriedade da implantação de sistemas de logística reversa para as fabricantes e estabelecimentos que comercializem pilhas, entre outras medidas (BRASIL, 2010). Porém, mesmo com as ações legais, apenas 1% de todas as pilhas comercializadas anualmente no Brasil são recicladas (INDRIUNAS, 2011).

2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Partindo da idéia declarada por René Dubos em 1972, durante a Conferência de Estocolmo, “pensar globalmente e agir localmente”, concordamos com a posição de Alberguini et al. (2005) que acredita que deveria ser uma obrigação a universidade seguir um programa de gestão e gerenciamento de resíduos. Deste modo, verificando a ausência de qualquer forma de gestão dos resíduos considerados no campus da UNESP de Rio Claro, estado de São Paulo (SP), este projeto piloto visa levantar dados para compreender o nível de conhecimento ambiental dos graduandos e assim implantar um programa de coleta de pilhas eficiente e acompanhar sua gestão para verificar sua viabilidade.

3. OBJETIVOS

Identificar o nível de conhecimento e sensibilização ambiental, quanto as problemáticas ambientais envolvendo pilhas, de determinada amostragem dos graduandos do Campus da UNESP de Rio Claro/SP e, na seqüência, desenvolver, implementar e acompanhar uma adequada segregação e coleta de pilhas no campus.

4. REVISÃO DA LITERATURA

Nos últimos anos pode-se verificar um significativo aumento na produção de aparelhos eletrônicos portáteis, entre eles brinquedos, jogos, relógios, lanternas, ferramentas, aparelhos de comunicação, câmeras fotográficas e filmadoras, instrumentos e equipamentos técnicos, entre outros (BOCCHI et al., 2000). Uma das fontes de energia para estes – a pilha – também teve sua produção acentuada em consequência da demanda. Estima-se que, atualmente, 800 milhões de pilhas sejam produzidas por ano somente no Brasil (WOLFF, 2000). Nos Estados Unidos, são produzidas anualmente 2,5 bilhões de pilhas, aproximadamente 10 por norte americano (TCHOBANOGLIOUS et al., 1994).

As pilhas são dispositivos constituídos de dois eletrodos e um eletrólito, dispostos de modo a produzir energia elétrica (BOCCHI et al., 2000). Em outras palavras, a pilha é uma mini-usina portátil que transforma energia química em elétrica (IPT, 1995). Elas podem ser classificadas de diferentes maneiras de acordo com sua constituição química, tamanho, formato, entre outros. As pilhas de uso doméstico são classificadas como pilhas secas, encontrando-se dois tipos: as pilhas primárias, que são aquelas que, quando descarregadas, devem ser descartadas pelo fato de suas reações químicas serem irreversíveis, e as pilhas secundárias, que possuem reações reversíveis e podem ser reaproveitadas após o seu carregamento (REIDLER, 2002; WOLFF, 2000).

Entre os vários tipos de pilhas primárias, as principais são as pilhas zinco-carbono e as pilhas alcalinas. As participações no mercado destas pilhas são de 68,31%, e 29,28%, respectivamente, conforme Wolff (2000, p.2). As pilhas zinco-carbono (ou de Leclanché) possuem formatos cilíndricos e apresentam tamanhos variáveis. Na sua composição, possuem metais pesados como o mercúrio e o cádmio, além de dióxido de manganês, cloreto de amônio e clorato de zinco que são ácidos, e, portanto, corrosivos (REIDLER, 2002). Por sua vez, as pilhas alcalinas (ou de longa duração) possuem formatos cilíndricos, retangulares ou de botão, e também apresentam diversos tamanhos. São mais resistentes a altas temperaturas, mais econômicas e mais eficientes (quase quatro vezes mais duradouras

que as de zinco-carbono), porém, são mais caras e possuem mais mercúrio em sua composição química (REIDLER, 2002).

Apesar de alguns modelos de pilhas já não possuírem mercúrio em sua composição química, a maioria ainda contem outros metais pesados altamente tóxicos, como os já mencionados – cádmio e chumbo. Estes, quando expostos, podem causar danos ambientais e, conseqüentemente, trazer riscos à saúde humana. (BOCCHI et al., 2000; WOLFF, 2000).

Os metais pesados, provenientes de fontes antropogênicas, podem contaminar o solo, a água e o ar, pois são redistribuídos através dos ciclos biológicos e geológicos quando precipitados no solo, lixiviados para o meio aquático ou incinerados para a atmosfera. A partir de então, a transformação e degradação nos ciclos geoquímicos destes, podem resultar em produtos muito mais tóxicos que a contaminação original. Os impactos nos ciclos biológicos também são preocupantes. Os metais pesados são bioacumuladores e contaminam animais e vegetais por meio da água e do solo impactados e que, posteriormente, também irão se incorporar à cadeia alimentar. Essas contaminações podem causar uma seleção antrópica de vegetais e animais resistentes a esse composto inorgânico, que ao se transferir pela a cadeia alimentar, podem causar danos a um organismo mais frágil aos seus efeitos (REIDLER, 2002; WOLFF, 2000; SILVEIRA, 2004).

Os riscos a saúde humana, entram em questão quando se analisa os efeitos causados pela contaminação dos metais pesados no nosso organismo, visto que afetam múltiplos sistemas orgânicos, sendo os processos bioquímicos específicos (enzimas), organelas e membranas de células os alvos da toxicidade (REIDLER, 2002). A contaminação direta pode ser por inalação ou, mais rara, por contato cutâneo direto. A incorporação também pode ocorrer de maneira indireta com a ingestão de água ou alimentos (vegetais e animais) anteriormente contaminados (WOLFF, 2000). A tabela 1 apresenta os principais metais pesados encontrados nas pilhas (mercúrio, cádmio e chumbo) e seus impactos na saúde humana.

Tabela 1 – Metais pesados encontrados em pilhas e seus impactos a saúde.

Metal	Efeitos
Mercúrio	Pode causar intoxicação aguda (danos aos rins, efeitos corrosivos na pele, etc.) ou crônica (tremores, vertigem, deterioração mental, etc.).
Cádmio	Agente cancerígeno podendo causar danos ao sistema reprodutivo.
Chumbo	Prejudicial ao cérebro e ao sistema nervoso. Afeta o sangue, rins, sistema digestivo e reprodutor, eleva a pressão arterial.

Fonte: adaptado de Silveira (2004, p.22)

A maioria dos consumidores desconhece os impactos e os níveis de periculosidades à saúde humana e ambiental causados pelas pilhas, e acaba descartando-as juntamente com os demais resíduos comuns residenciais (TCHOBANOGLOUS et al., 1994; REIDLER, 2002). O chamado “lixo” urbano é composto por uma mistura de diversos resíduos sólidos de origem residenciais e comerciais e após serem recolhidos, há três possibilidades de destinação para eles: lixão, aterro controlado ou aterro sanitário, sendo que o primeiro constitui a pior destinação possível por se tratar de um amontoado de lixo sem cuidados técnicos em seu planejamento e execução e por não possuir qualquer forma de gestão (BRAGA, 2003). Os dados da tabela 2 mostram que apesar da constante diminuição da utilização de lixões a céu aberto, eles ainda representam mais da metade de toda a destinação de resíduos sólidos no país.

Tabela 2 – Destino Final dos Resíduos Sólidos, por unidades de destino dos resíduos.

Brasil - 1989/2008

Ano	Destino final dos resíduos sólidos, por unidades de destino dos resíduos (%)		
	Vazadouro a céu aberto	Aterro controlado	Aterro sanitário
1989	88,2	9,6	1,1
2000	72,3	22,3	17,3
2008	50,8	22,5	27,7

Fonte: IBGE (2008)

Dependendo da situação que essas destinações se encontrarem, as pilhas podem ficar expostas a condições climáticas (água da chuva e calor do sol) que podem favorecer a oxidação do material envoltório da pilha, permitindo assim que os metais pesados fiquem

expostos no meio ambiente, se misturando com o chorume resultante da decomposição orgânica dos demais resíduos e, posteriormente, contaminar os recursos naturais (SILVEIRA, 2004).

Portanto, diante destes quadros, as pilhas se enquadram na classificação de Resíduo Classe I ou perigosos da NBR 10004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Braga et al. (2003) descreve a classe da seguinte maneira:

Resíduos Classe I ou perigosos: Constituídos por aqueles que, isoladamente ou por mistura, em função de suas características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade e patogenicidade em geral, podem apresentar risco à saúde pública (com o aumento da mortalidade ou morbidade) ou efeitos adversos ao meio ambiente, se manuseados ou dispostos sem o devido cuidado.

Levando em consideração seus impactos ambientais negativos, a necessidade de disciplinar um adequado gerenciamento para esse tipo de resíduo e o cenário brasileiro que se encontrava, o CONAMA publicou no Diário Oficial do dia 22 de julho de 1999, na Seção 1, páginas 28 e 29, a Resolução CONAMA nº257, de 30 de junho de 1999. Em resumo, a própria resolução: “Estabelece a obrigatoriedade de procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequada para pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos.”

Na primeira abordagem legal para esses resíduos, ficou determinado que os estabelecimentos que comercializarem as pilhas devem recebê-las exauridas e acondicioná-las de forma adequada para posterior encaminhamento para os respectivos fabricantes, que por sua vez devem se comprometer em reduzir a quantidade de metais pesados em sua composição e buscar alternativas tecnológicas viáveis em substituição. As empresas fabricantes também receberam um prazo de um a dois anos para disponibilizar, em suas embalagens, informações sobre os riscos e procedimentos corretos de devolução. Dentro do prazo, também devem implantar mecanismo operacional para a coleta, transporte e armazenamento e sistemas de reaproveitamento, reciclagem e tratamento. A resolução proíbe lançamentos e queima de pilhas em céu aberto, estabelecendo que apenas as

empresas incineradoras devidamente equipadas estarão autorizadas a realizar essa prática (BRASIL, 1999).

Apesar de todas as ações mandatórias aos fabricantes, não há nenhuma medida para induzir a redução de consumo e a destinação correta através de conscientização ambiental da população, tampouco incentivos para desenvolvimento de empresas tecnológicas de reciclagem dos componentes. Além disso, alguns equipamentos eletrônicos portáteis já vêm acompanhados de pilhas sem suas embalagens originais e, conseqüentemente, não portam as informações requeridas na lei, sem contar que muitas delas são importadas e podem não obedecer a quantidades permitidas na lei. Silveira (2004) e Reidler (2002) concordam que as abordagens da legislação não são suficientes para resolver a situação das pilhas no país.

Atualmente, foi aprovada a Lei N^o12.305, de 2 de agosto de 2010, instituindo a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, alterando a Lei n^o 9.605, de 12 de fevereiro de 1999 . Suas diretrizes já são citadas no capítulo I:

Art. 1^o Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

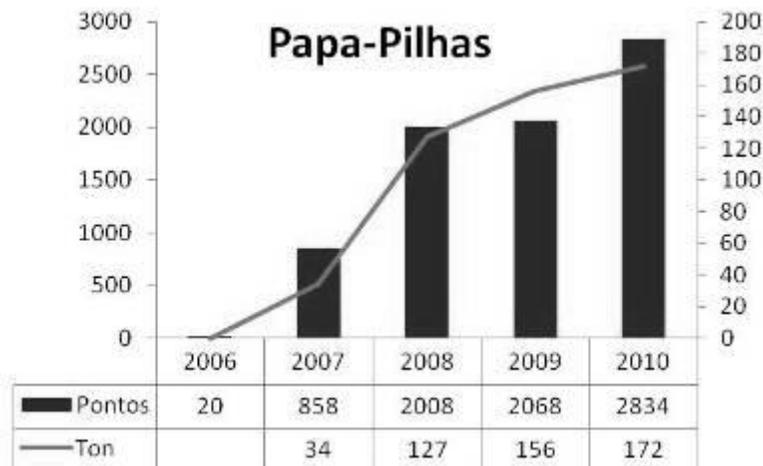
A nova política reúne um conjunto de ações adotadas pelo Governo Federal, individualmente ou em cooperação com Estados, Municípios ou particulares, com vistas à gestão ambiental adequadas dos resíduos sólidos. Algumas delas devem ser destacadas como a determinação de prioridade de dedicação nos gerenciamentos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada. Outro é que a educação ambiental passa a ser considerada como instrumento da política, assim como incentivos fiscais e desenvolvimento de cooperativas de catadores e apoio a pesquisas científicas que acrescentem de forma benéfica ao gerenciamento dos resíduos. Quanto aos resíduos perigosos, os estabelecimentos que os gerarem estão sujeito a elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Além disso, os fabricantes,

importadores, distribuidores e comerciantes de pilhas passam a ser obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa de forma independente do serviço público de limpeza urbana.

Mesmo com as legislações e políticas aplicáveis, o gerenciamento das pilhas seguem ineficientes. Apesar de todas as ações legais favorecerem para o recolhimento desse material pelos fabricantes, não vemos ainda campanhas publicitárias com esse intuito, nem mesmo um ponto de coleta que leve o nome da marca. No máximo, em nossos dias, temos estabelecimentos comerciais, como redes de supermercado, bancos e algumas lojas especializadas que providenciam alguma forma de acondicionamento do material, prometendo sua destinação correta.

O Banco Real Santander é um desses estabelecimentos comerciais que possui um programa de reciclagem de pilha e baterias, o chamado “Papa-pilhas”. Mesmo não comercializando esses produtos, oferece aos seus clientes e ao público coletores dentro de suas agências para esses resíduos, dando a devida destinação correta, no caso, para a reciclagem. No ano de 2010, foi contabilizado, segundo informações divulgadas pelo próprio banco na sua página de sustentabilidade na *internet*, quase três mil postos de coleta espalhados pelas agências de todo o Brasil os quais coletaram 172 toneladas de resíduos. O gráfico 1 ilustra a evolução do programa.

Gráfico 1 – Resultados do Programa Papa-Pilhas do Banco Real Santander



Fonte: Banco Real Santander (2011)

É válido mencionar que o banco realiza o programa devido aos seus interesses comerciais em seguir princípios e certificações sustentáveis internacionais dos quais participa, assim como outras “empresas verdes” que, independente de seu segmento de atuação, utilizam gestões ambientais como instrumento de *eco-marketing* para melhorar condições de competitividade no mercado e de atrações de novos clientes e investidores (ANDRADE et al., 2002). Porém, indiferente do propósito, é uma boa prática definida em lei e um modelo de gestão que todos os estabelecimentos que comercializam pilhas deveriam adotar. A ação, a princípio, parece simples: apenas disponibilizar um coletor e destinar corretamente para reciclagem. Contudo, a destinação do material coletado é ainda um problema, pois existem poucas empresas atuando no mercado de reciclagem de pilhas em nosso país (WOLFF, 2000).

A Suzaquim Indústrias Químicas Ltda., localizada no município de Suzano (SP), é uma delas. A empresa, inclusive, fica responsável por ser o destino final do programa Papa-pilha do Banco Real Santander. Segundo Santos (2008; 2009), no processo de reciclagem da indústria, primeiramente as pilhas são moídas e, na seqüência, passam por um sistema de peneiras para resultar em dois tipos de materiais: os mais grossos e os mais finos. Os grossos, que contém polímeros plásticos e envoltórios metálicos, passam por um processo

de remoção de impurezas para seguirem para reciclagem. Por sua vez, os materiais mais finos, que contém os componentes internos das pilhas como inertes, metais e produtos químicos, vão diretamente para o reator químico. Nele, o pó é dissolvido em reagentes ácidos e água e são transferidos para o forno onde recebem calor intenso e são calcinados resultando em óxidos metálicos. A partir desse produto, podem-se gerar corantes para tintas, vidros, pisos cerâmicos e refratários. Todos os aspectos ambientais provenientes das atividades do reprocessamento são medidos e controlados com auxílio de instalações e equipamentos adequados e legais. A empresa possui certificação integrada do Sistema de Gestão ISO 9001 e ISO 14001 (Figura 1), a qual demonstra o comprometimento, através de melhorias contínuas, com a qualidade de seus serviços e ambiental (VALLE, 1995).



Figura 1 – Selo de certificação de Sistema Integrado de Gestão da Suzaquim. Fonte: Suzaquim (2011).

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus de Rio Claro, possui uma agência do Banco Real Santander, porém, ainda não foi integrada pelo programa Papa-Pilhas, e apesar do campus contar com programa de coleta seletiva interno, a agência ainda não fornece coleta de pilhas aos seus alunos, docentes e moradores do entorno do campus.

Em sua dissertação de mestrado, “Um Modelo de Gestão para Resíduos Industriais Pós-Consumo”, Silveira (2004) aplicou questionários em diversos conjuntos de bairros do município de Rio Claro (SP), para analisar o nível do conhecimento da população sobre a legislação e os métodos de reciclagem de pilhas como um todo. No conjunto que envolve bairros próximos ao Campus da UNESP, como Bela Vista, Vila Alemã e Vila Nova (Figura 2), foram realizadas 144 entrevistas, e resultou que 77,7% desses entrevistados possuem, em suas residências, pelo menos dez aparelhos eletrônicos que utilizam pilhas e que 95,8%

deles jogam as pilhas exauridas diretamente no lixo doméstico (SILVEIRA, 2004, p. 81 e 82).

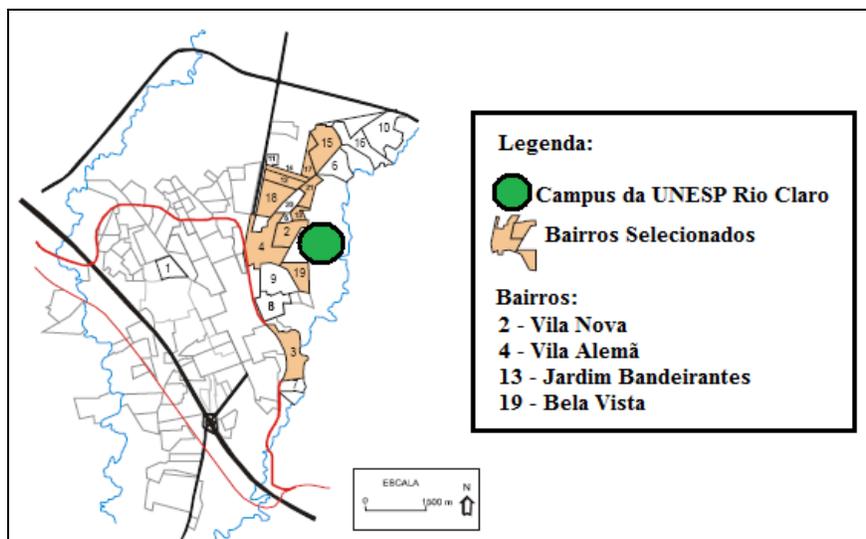


Figura 2 – Mapa da Zona Urbana do município de Rio Claro/SP com as delimitações dos bairros que circundam o Campus da UNESP e que participaram dos questionários. Fonte: Adaptado de Silveira (2004, p.80).

Nesse contexto, fica evidente a necessidade de implantar algum tipo de gestão para estes resíduos na região, uma vez que a população local, incluindo os alunos e docentes do campus que habitam os bairros do entorno e os departamentos do campus, não possui pontos de coleta próximos, nem ao menos orientações para destiná-lo de maneira correta.

Silveira (2004) concorda que a gestão correta de pilhas deve abordar etapas de geração consciente e segregação domiciliar, entrega voluntária em postos de coleta estrategicamente localizados, acondicionamento especial, coleta e destinação correta para reciclagem, resultando em novos produtos consumíveis. Sendo que em todas elas, a educação ambiental é ferramenta fundamental para o bom funcionamento cíclico da gestão e sua sustentabilidade (Figura 3). O comprometimento de seus idealizadores é também peça indispensável para o sucesso de toda a gestão, uma vez que demanda constantes investimentos financeiros.

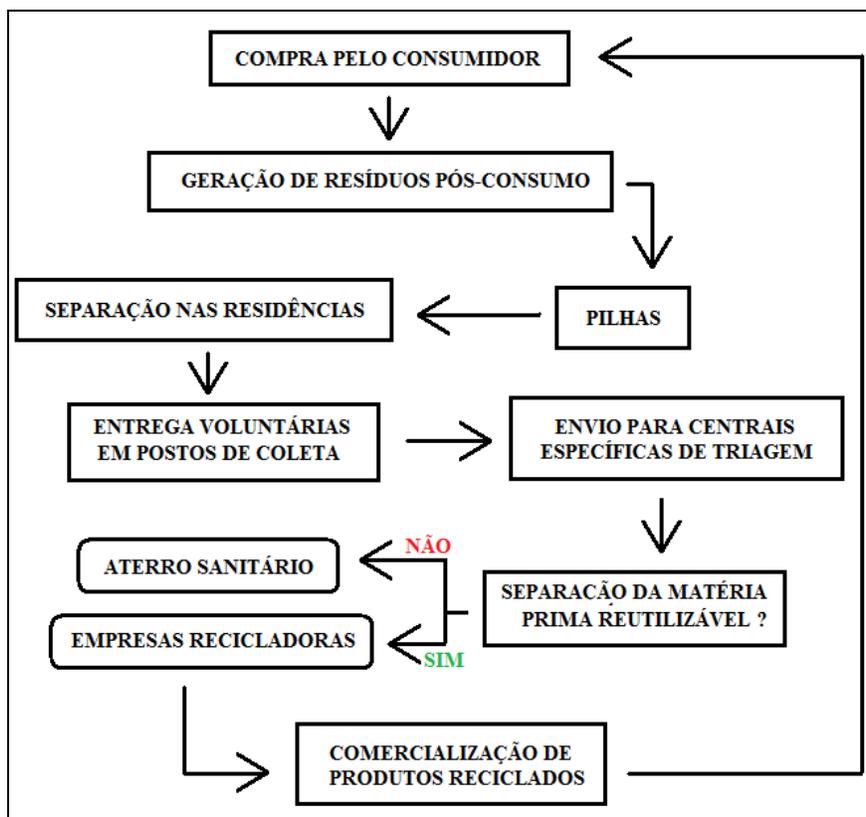


Figura 3 – Fluxograma cíclico de uma correta gestão para pilhas. Fonte: Adaptado de Silveira (2004, p.112)

Para que haja um consumo consciente por parte da população, a educação ambiental inicial deveria abordar pontos para a não geração ou a diminuição da quantidade de resíduos. Como, por exemplo, induzir compras de pilhas apenas quando for necessário e na quantidade exata da demanda, para que elas não ultrapassem seus prazos de validade sem serem usadas e/ou para que não sejam estocadas em ambientes inadequados propiciando seu descarte precoce. Também ações que estimulem a opção por pilhas recarregáveis para aparelhos eletrônicos que exijam trocas constantes de pilhas. Ou até mesmo, fazer com que os consumidores recusem pilhas de origem desconhecida, optando por aquelas de indústrias conhecidas, licenciadas e certificadas que podem propiciar um tempo de vida maior.

Na seqüência da gestão, a segregação das pilhas nas residências deve ser especial, onde a população deve ser orientada a tratar o resíduo como algo realmente perigoso e que, em hipótese alguma, deve-se jogá-las em lixo comum. Dessa forma a probabilidade das mesmas terem o lixão como destino diminui. Após separar, a população seria orientada a

levá-las, voluntariamente, para pontos de coleta que tomariam os devidos cuidados quanto ao acondicionamento e identificação e estariam disponíveis em locais estratégicos e de fácil logística, como um espaço comum de circulação e/ou rotas de pessoas, para que todos tenham acesso diário. Por sua vez, o encaminhamento final dos resíduos dos pontos para as empresas de reciclagem seria organizado, licenciado e financiado pelos idealizadores da gestão.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Houve duas etapas para o desenvolvimento do presente trabalho: a primeira envolvendo pesquisas, através de entrevistas, para identificar o nível de conscientização ambiental e levantamento de algumas informações para serem aplicadas na segunda etapa que consistiu em desenvolver e implementar uma gestão para pilhas.

5.1. Entrevistas

Para identificar e analisar o nível de conhecimento dos alunos do campus sobre as problemáticas ambientais e suas atitudes para reciclagem de pilhas e, com o resultado, desenvolver uma gestão eficaz, foi definido a utilização de questionários aplicados em forma de entrevistas.

O questionário, uma vez que aplicado, é uma técnica viável para se conseguir informações, pois demanda um baixo custo de execução, possuem questões fixas e de interesse específico para atender as necessidades de uma determinada pesquisa e garantem o anonimato dos que responderem (MARCONI; LAKATOS, 1999 apud SILVEIRA, 2004). Os modos de aplicações deles são os mais variados, porém sua aplicação em forma de entrevista pode fazer com que as respostas sejam mais qualitativas. Porém, esse formato demanda maior tempo de dedicação e a habilidade do entrevistador, para conduzir o roteiro do questionário de forma positiva, passa a ser fundamental (SILVEIRA, 2004).

As questões elaboradas para as entrevistas foram preparadas de acordo com as abordagens de uma gestão ambiental em uma linha de raciocínio lógico: se gera resíduo, o que faz com ele depois, se conhece os impactos, se participa de coleta seletiva, se participaria de uma coleta de pilha, qual seria o melhor local do ponto no campus, se conhece a destinação final e se conhece alguma legislação aplicada as pilhas. Todas as perguntas foram feitas de maneira simples e sem usar termos técnicos. Algumas perguntas em aberto, outras com respostas já definidas. O questionário pode ser visualizado no Anexo I.

Uma vez definido o questionário, foi necessário definir a amostragem para se aplicar as entrevistas, uma vez que o campus da UNESP de Rio Claro possui dez cursos de graduação e mais de 1700 graduandos. Entrevistar todos seria inviável, não só pela necessidade de desenvolvimento de um sistema de controle como também pelo tempo que seria necessário para realizá-las. Assim, durante uma semana letiva (seis dias) em três turnos diferentes: manhã, tarde e noite, uma hora em cada turno, foram abordados o máximo de alunos possíveis.

Essa forma de amostragem é nominada probabilística, pois todos os indivíduos da população de graduandos do campus têm a mesma probabilidade de serem selecionados e, conseqüentemente, é a mais indicada para se indicar a representatividade de uma amostra (SILVEIRA, 2004).

5.2. Gestão Ambiental de Pilhas

Após verificar os resultados das entrevistas, foi desenvolvido e implementado um programa de gestão ambiental, com as freqüências, modos e responsabilidades atribuídas exibidas na Figura 4. O comprometimento de todos os envolvidos na gestão é primordial para o sucesso da mesma (ANDRADE et al., 2002). Todos os detalhes das etapas serão descritos na seqüência.

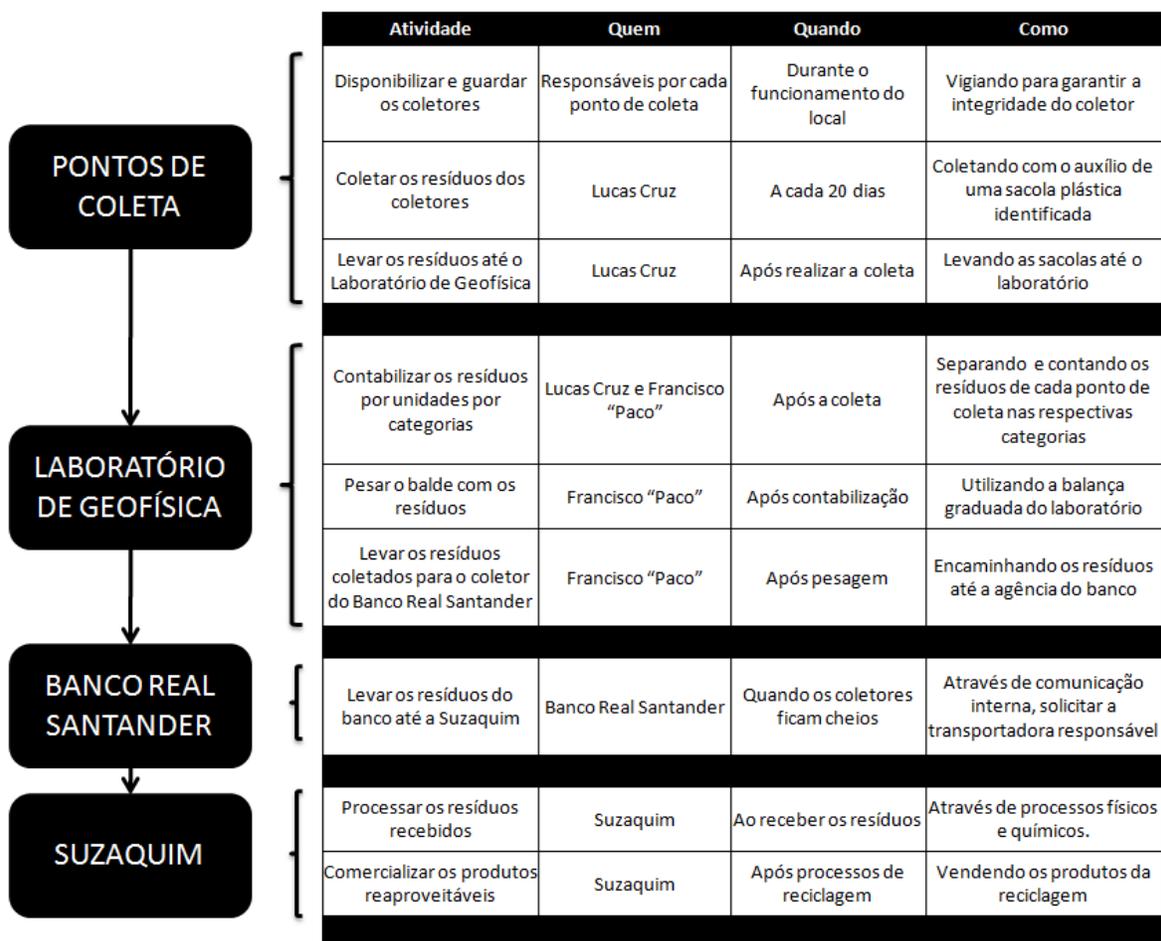


Figura 4 – Fluxograma da Gestão Ambiental de Pilhas implantada no campus.

Os locais dos pontos de coleta foram definidos estrategicamente para ficarem distribuídos de forma uniforme pelo campus, visando assim atingir todas as possíveis rotas dos alunos, facilitando a coleta e evitando o acúmulo de resíduos em um único ponto. Foram definidos como pontos de coleta: o Departamento de Física, o Departamento de Geologia Aplicada (DGA), o Departamento de Botânica, o Departamento de Microbiologia, o Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN), Departamento de Geografia, a Seção de Pós-Graduação do IGCE, a Biblioteca, e a Cantina, totalizando nove pontos de coleta (Figura 5).

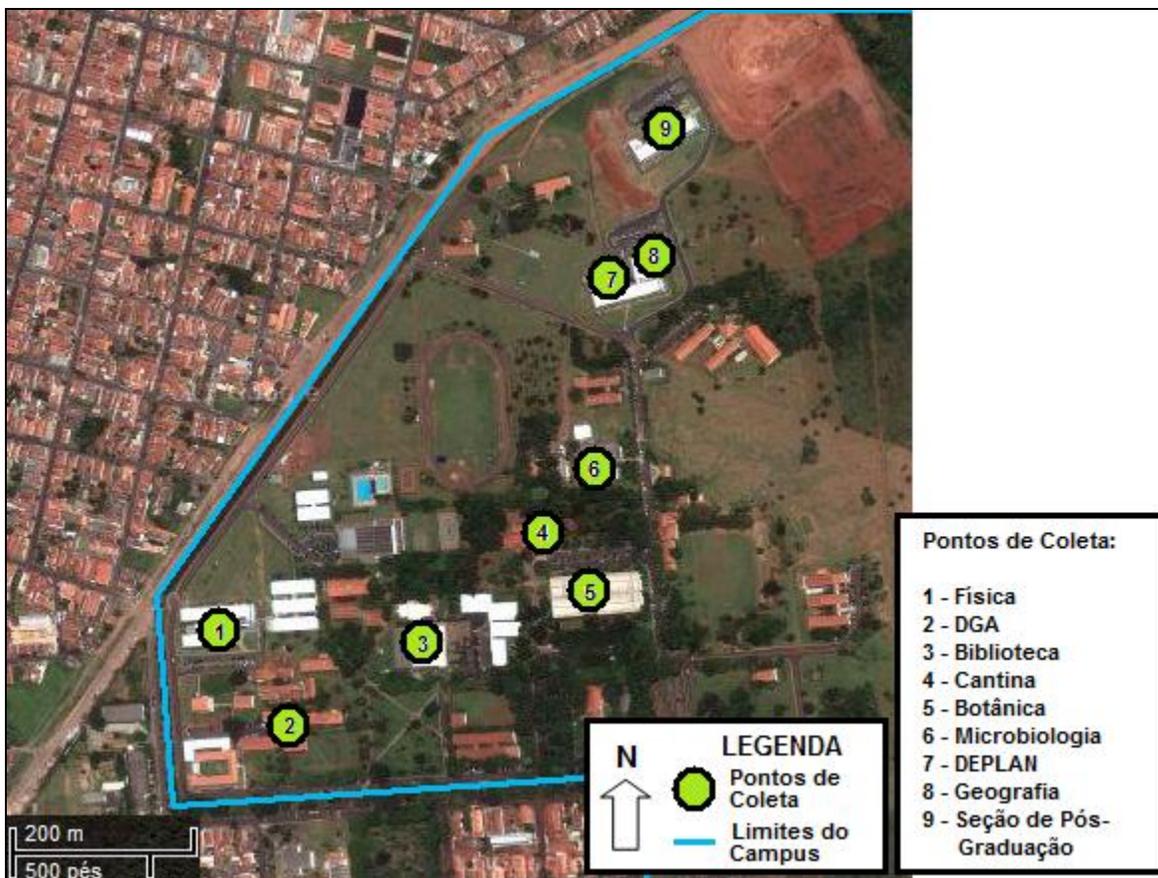


Figura 5 – Distribuição dos pontos de coleta no campus. Fonte: Adaptado de Google (2011).

Em cada ponto, foi destinado um coletor de pilhas e para tais, foram reutilizadas nove caixas de papelão resistente de tamanhos variados. Dessa forma, o coletor garante a condição atribuída pela NBR 12235 (ABNT, 2002) de não alteração da qualidade e da quantidade dos resíduos perigosos acondicionados. Para devidas identificações, foram pintadas na cor laranja, conforme Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente nº 275 de 1991, (BRASIL, 1991) por se tratar de coletores seletivos para resíduo sólido perigoso. Além disso, receberam uma etiqueta com informações dos responsáveis pela gestão e meios de contatos no caso de dúvida ou eventuais problemas. Os mesmos também receberam adesivos com chamadas, utilizando letras grandes, para serem destacados no ambiente e notados por todos os graduandos quando passassem pelos locais (Figura 6).



Figura 6 – Coletores devidamente identificados e chamativos. Foto: (ago. 2010).

Para garantir a integridade dos coletores, foram atribuídas responsabilidades para determinados funcionários ou estagiários em cada ponto de coleta (Tabela 3). Para cada responsável nomeado, se explicou os procedimentos de toda a gestão, incluindo as datas de coleta, e assim acordado o comprometimento em disponibilizar os coletores em local visível e vigiá-los durante o período de funcionamento do local.

Tabela 3 – Responsáveis por ponto de coleta.

PONTO	DOCENTE/FUNCIÓNÁRIO RESPONSÁVEL
Secretaria do DEPLAN	Beth
Departamento de Botânica	Célia
Cantina	Rogério
Seção de Pós Graduação – IGCE	Raquel e Sandra
Biblioteca	Renan
Secretaria da Geografia	Rose
Secretaria do DGA – Geologia	Márcia
Departamento de Física	Rosana
Departamento de Microbiologia	Dilza

Os coletores foram disponibilizados nos pontos no dia 03/09/2010, sendo que suas coletas foram estipuladas para serem executadas a cada vinte dias, até o dia 13/12/2010. Totalizando assim cinco coletas em cem dias: 24/set, 14/out, 03/nov, 22/nov e 13/dez. A coleta foi realizada de ponto a ponto, transportando os resíduos da caixa para uma sacola

plástica identificada, sem que as pilhas de diferentes coletores se misturem, permitindo assim uma análise pontual.

A cada coleta, as pilhas seguiram para o Laboratório de Geofísica Aplicada no mesmo dia, onde foram separadas por categorias, contabilizadas por unidades e pesadas todas juntas, com auxílio de um balde plástico (com peso descontado na definição da pesagem final) e uma balança graduada para o resultado diário. A seqüência de procedimentos (Figura 7) teve como finalidade o acompanhamento e levantamento dos dados estatísticos.

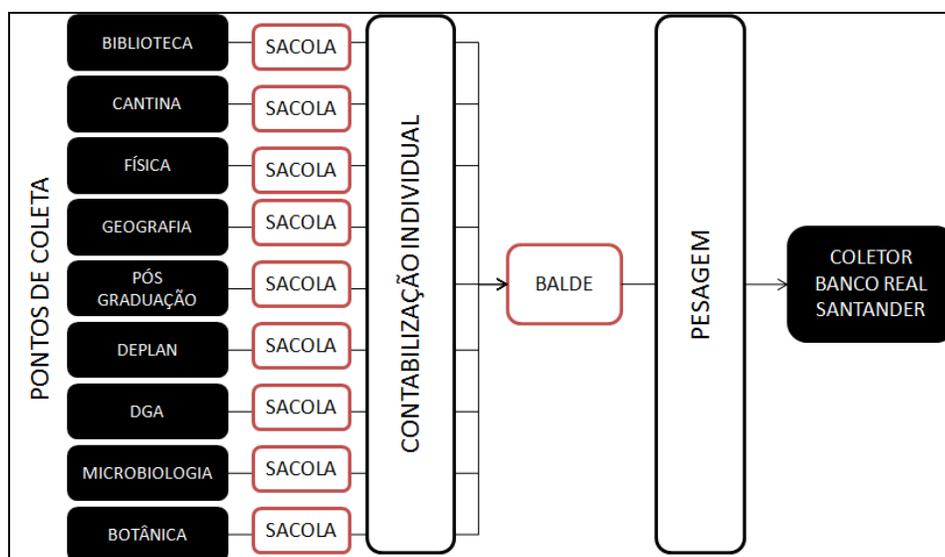


Figura 7 – Fluxograma das atividades no laboratório de geofísica aplicada.

Os resíduos coletados foram selecionados em cinco categorias: pilhas grandes, pilhas médias, pilhas 2A, pilhas 3A e outros (que envolve outras pilhas não categorizadas e outros materiais que não forem pilhas). Elas serão contabilizadas por unidades. A Figura 8 ilustra as categorias.

CATEGORIAS	
	3A
	2A
	Média
	Grande
Outras pilhas e outros resíduos que forem depositados	Outros

Figura 8 – Categorias de resíduos. Fonte: Adaptado de Jornal Livre (2008)

Na seqüência, as pilhas foram transportadas, sob responsabilidade do Assistente Superior Acadêmico Francisco Manuel Garcia Barrera (Paco), até a Agência 3426 do Banco Real Santander, localizada na Avenida 1, número 337, no centro do município de Rio Claro, São Paulo, a qual já é beneficiada com o Programa Papa-Pilhas. Então, depositou-se os resíduos coletados no campus nos coletores da agência, sendo encaminhados, posteriormente, sob responsabilidade do banco, para a empresa Suzaquim, localizada no município de Suzano para o processo de reciclagem.

Durante todos os procedimentos que envolveram o manuseio dos resíduos perigosos, se utilizou equipamentos de proteção individual (EPI), tais como luvas e máscaras cirúrgicas, conforme procedimentos contidos na NBR 12235 (ABNT, 2002).

6. RESULTADO E DISCUSSÃO DE DADOS

6.1. Entrevista

Durante os períodos destinados às entrevistas, foram selecionados aleatoriamente 61 alunos dentro do campus. A seguir o resultado e discussão de cada item do questionário:

Questão 1 – “Quando você vai comprar uma pilha para algum equipamento eletrônico, você opta pelas alcalinas ou recarregáveis? Por quê?” (Anexo A).

Tabela 4 – Resposta à questão 1

Opções	Total	%
Alcalinas	28	45,90
Recarregáveis	33	54,10

A primeira pergunta do questionário teve a finalidade de identificar se os alunos do campus já praticavam alguma forma de redução na geração do resíduo perigoso, pois quando se opta por pilhas recarregáveis, que tem um ciclo de vida maior do que as alcalinas, novas pilhas substitutivas estão deixando de ser consumidas. Apesar de 54,10% dos entrevistados ter relatado que optam por pilhas recarregáveis no ato da compra, a justificativa mais freqüente envolvia a viabilidade econômica da prática, ou seja, a consequência ambiental da opção por pilhas alcalinas não foi levada em consideração pelos entrevistados.

Questão 2 – O que você faz com suas pilhas alcalinas usadas? (Anexo A).

Tabela 5 – Resposta à questão 2

Opções	Total	%
Lixo comum	23	37,70
Guarda em casa	23	37,70
Coleta seletiva	15	24,59

Após verificar a existência ou não de alguma prática de não geração, foi desejado descobrir o que cada entrevistado faz com as pilhas quando exauridas, ou seja, qual destinação está dando a elas. O resultado mostrou que 24,59% dos entrevistados encaminham suas pilhas para algum ponto de coleta seletiva e conseqüente reciclagem, uma porcentagem longe do ideal. Por outro lado, 37,70% descartam o resíduo perigoso diretamente no lixo comum. Além disso, outros 37,70% mencionam que passam a armazená-las em suas residências ao invés de descartar diretamente no lixo comum. Tal fato pode ser relacionado à existência de consciência ambiental, porém inexistência de uma coleta seletiva próxima.

Questão 3 – Você tem o conhecimento dos impactos ambientais que a pilha pode causar em lixões e aterros sanitários? Qual? (Anexo A).

Tabela 6 – Resposta à questão 3

Opções	Total	%
Sim	54	88,52
Não	7	11,48

O nível de conscientização ambiental deveria acompanhar as respostas da questão anterior. De maneira lógica, se a pessoa conhece as conseqüências que as pilhas podem causar no meio ambiente, em hipótese alguma destinaria a pilha exaurida para um aterro sanitário ou lixão com os demais resíduos domiciliares. Assim, essa questão foi atribuída na seqüência para que o entrevistado que respondesse que as joga no lixo comum e conhece as problemáticas que sua prática acarreta, se sentisse em contradição e então refletisse sobre o que pratica.

Como resultado, 88,52% dos entrevistados conhece os impactos ambientais que as pilhas podem causar no meio ambiente se dispostas de forma inadequada, sendo que o impacto mais lembrado foi a potencial contaminação do meio ambiente por parte dos metais pesados existente em sua composição. Apesar disso, 37,7% das pessoas descartam-nas diretamente no lixo comum, vide questão anterior.

Questão 4 – Você participa de coletas seletivas separando os seus resíduos comuns?

(Anexo A).

Tabela 7 – Resposta à questão 4

Opções	Total	%
Sim	47	77,05
Não	14	22,95

A questão seguinte objetivou conhecer se os entrevistados já praticam coleta seletiva de outros resíduos sólidos em suas residências, com o entendimento de que se já houver essa prática e cultura de segregação dentro de casa, a adição de mais uma categoria de resíduos, no caso as pilhas, na atual coleta seletiva não seria algo impactante ou de difícil aplicabilidade. O resultado apontou que 77,05% dos entrevistados já realizam coleta seletiva em suas casas.

Questão 5 – Se houvesse um ponto de coleta de pilhas usadas no campus, você armazenaria e levaria? (Anexo A).

Tabela 8 – Resposta à questão 5

Opções	Total	%
Sim	56	91,80
Não	5	8,20

Essa questão foi desenvolvida para comprovar ou não a direção da questão anterior e verificar a viabilidade da segunda etapa deste presente trabalho, ou seja, se os alunos participariam da gestão de pilhas no campus, caso existisse. Como 91,80% dos entrevistados afirmaram que poderiam separar suas pilhas em casa e destinar para pontos de coletas no campus, pode-se dizer que a segunda etapa do trabalho seria viável e que

realmente a existência de cultura de coleta seletiva de resíduos sólidos pode facilitar e encorajar novas categorias de segregação domiciliar.

Questão 6 – Qual seria o melhor local para este ponto? (Anexo A).

Tabela 9 – Resposta à questão 6

Opções	Total	%
Portaria	22	36,07
Biblioteca	25	40,98
R.U.	12	19,67
Outros	2	3,28

Tendo o conhecimento da participação dos entrevistados na gestão, a questão número seis teve o objetivo de identificar qual seria o ponto, dentro do campus, mais adequado na opinião do entrevistado para receber um coletor. A biblioteca foi eleita, por 40,98% dos entrevistados, como o melhor local, seguidos da portaria do campus, com 36,07%, e do Restaurante Universitário (RU), com 19,67%. Estes três locais mais mencionados possivelmente foram lembrados pelo fato de se localizarem nas rotas diárias dos alunos.

Apesar da determinação de pontos chave, foi decidido expandir os pontos de coletas para abranger a maior parte possível do campus e assim ficar a disposição dos departamentos. Infelizmente, os funcionários da portaria não concordaram em adotar um coletor e participar da gestão devido à dificuldade de nomear um responsável, procedimento realizado em todos os locais definidos. Quanto à escolha do RU, o coletor foi preferencialmente migrado para a cantina, pelo motivo de possuir um horário de funcionamento maior.

Questão 7 – Você sabe qual o destino final das pilhas armazenadas no ponto de coleta?
(Anexo A).

Tabela 10 – Resposta à questão 7

Opções	Total	%
Sim	8	13,11
Não	53	86,89

A maioria (86,89%) dos entrevistados desconhece a destinação final de qualquer gestão de pilhas. Essa informação só realça que o número de empresas recicladoras é baixo assim como a divulgação de suas soluções para os componentes do resíduo perigoso. Conhecer o destino de qualquer coleta seletiva é importante, pois, se este não for correto, a gestão passa a não fazer sentido e o problema a ser resolvido inicialmente se mantém. Sendo assim, o objetivo da questão foi determinar o nível deste conhecimento e assim enfatizar a destinação final das pilhas coletadas no campus.

Questão 8 – Você conhece alguma legislação que se refira às pilhas? Se afirmativo, cite o que sabe (Anexo A).

Tabela 11 – Resposta à questão 8

Opções	Total	%
Sim	7	11,48
Não	54	88,52

A questão 9 finalizava o questionário e a entrevista objetivando verificar se o entrevistado conhecia alguma aplicação legal sobre o conteúdo que foi abordado até então. Novamente, a maioria (88,52%) apontou o desconhecimento e já os 11,48% que disseram o contrário, quando questionados qual seria essa legislação como forma de comprovação, não sabiam apontar exatamente.

6.2. Gestão Ambiental de Pilhas

Após coletar as pilhas em cada ponto e levá-las para contabilização ao Laboratório de Geofísica nas datas estipuladas, obtivemos os seguintes resultados. Os nomes dos pontos de coletas foram abreviados para melhor estruturação das tabelas.

1ª Coleta – 24 de setembro de 2010.

Tabela 12 – Resultados da 1ª coleta

		Categorias					Total	% de Participação
		Grande	Media	2A	3A	Outras		
Pontos de Coleta	DEPLAN	2	1	99	15	0	117	18,8
	Cantina	0	0	72	0	0	72	11,6
	Pós	0	1	15	3	0	19	3,1
	Biblioteca	0	0	41	24	0	65	10,5
	Geografia	0	0	0	0	10	10	1,6
	DGA	0	0	0	0	0	0	0,0
	Física	2	0	137	36	36	211	34,0
	Microbio	1	0	71	50	5	127	20,5
	Botânica	0	0	0	0	0	0	0,0
	Total	5	2	435	128	51	621	100,0
% de Participação		0,81	0,32	70,05	20,61	8,21	100,00	

PESAGEM: 14,9Kg

O início da contabilização excedeu a expectativa. A primeira coleta resultou 621 unidades e 14,9 Kg de resíduos. A categoria de pilhas 2A representou 70,05% de todas elas. Quanto à contribuição dos pontos de coleta, o Departamento de Física foi o mais participativo com 34,0% de todos os resíduos. Em contrapartida, os coletores dos Departamentos de Botânica e o de Geologia Aplicada (DGA), não contribuíram para a primeira coleta.

2ª Coleta – 14 de outubro de 2010.

Tabela 13 – Resultados da 2ª Coleta

		Categorias					Total	% de Participação
		Grande	Media	2A	3A	Outras		
Pontos de Coleta	DEPLAN	0	0	13	2	0	15	2,31
	Cantina	14	6	143	84	11	258	39,69
	Pós	0	0	0	0	0	0	0,00
	Biblioteca	2	0	48	30	4	84	12,92
	Geografia	0	0	10	13	0	23	3,54
	DGA	0	0	22	2	1	25	3,85
	Física	0	0	0	0	8	8	1,23
	Microbio	0	0	0	0	0	0	0,00
	Botânica	16	0	84	27	110	237	36,46
	Total	32	6	320	158	134	650	100,00
% de Participação	4,92	0,92	49,23	24,31	20,62	100,00		
		Categorias						

PESAGEM: 12,8Kg

Por sua vez, a 2ª coleta registrou 650 unidades de resíduos que pesaram juntos 12,8 Kg, exibindo uma possível constância na contabilização. A categoria 2A manteve-se como categoria mais presente nos coletores, com 49,23% de participação, apesar da queda se comparada à primeira coleta. Porém, houve um aumento significativo de 8,21% para 20,62% na participação da categoria outras.

Observando a porcentagem de participação dos pontos de coleta, a cantina e o departamento de botânica foram responsáveis por mais de 70% da quantidade de pilhas coletadas. Por outro lado, o Departamento de Física contribui apenas com 1,23%. Os pontos da Seção de Pós-Graduação e o Departamento de Microbiologia não contribuíram.

Ao comparar a 1ª coleta com a 2ª coletas, elas resultaram praticamente a mesma quantidade de unidades de resíduo, 621 e 650 respectivamente, porém notamos que há uma diferença de 2,1 Kg entre elas. Tal fato pode ser justificado pela grande quantidade de baterias de relógios (bateria A76 - figura 9), que se enquadram na categoria “outras”, e

foram descartados indevidamente nos coletores antes da 2ª coleta. Elas foram contabilizadas por unidades, mas o peso de cada não contribui de maneira significativa ao peso total.



Figura 9 – baterias A76 (bateria de relógio). Fonte: Utilnet (2011).

3ª Coleta – 03 de novembro de 2010.

Tabela 14 – Resultados da 3ª Coleta

		Categorias					Total	% de Participação
		Grande	Media	2A	3A	Outras		
Pontos de Coleta	DEPLAN	0	4	9	20	15	48	12,63
	Cantina	6	1	18	8	10	43	11,32
	Pós	0	0	0	0	0	0	0,00
	Biblioteca	0	0	33	5	1	39	10,26
	Geografia	0	0	4	4	0	8	2,11
	DGA	1	2	45	10	5	63	16,58
	Física	0	0	0	0	6	6	1,58
	Microbio	0	0	1	1	0	2	0,53
	Botânica	4	0	130	26	11	171	45,00
	Total	11	7	240	74	48	380	100,00
% de Participação		2,89	1,84	63,16	19,47	12,63	100,00	

PESAGEM: 10,2Kg

A terceira coleta apresentou um significativo decréscimo de mais de 40% na quantidade de unidades coletadas e decréscimo de 20% no peso medido. Uma explicação plausível para o fato é a possibilidade de ter se atingido um equilíbrio da gestão ambiental de pilhas no campus, durante o período da pesquisa. As duas primeiras coletas, dos primeiros 40 dias de gestão, possivelmente, serviram para retirar as pilhas dos 37,7% dos

entrevistados e outros não entrevistados que as armazenavam em casa ao invés de jogá-las no lixo comum.

A categoria 2A se manteve como a mais representativa das categorias nos coletores e o ponto de coleta do Departamento de Botânica respondeu por quase a metade de todo o material coletado. Novamente, os coletores da Seção de Pós-Graduação e do Departamento de Microbiologia não foram, praticamente, procurados.

4ª Coleta – 22 de novembro de 2010.

Tabela 15 – Resultados da 4ª Coleta – 22/Nov

		Categorias					Total	% de Participação
		Grande	Media	2A	3A	Outras		
Pontos de Coleta	DEPLAN	0	0	11	6	1	18	3,11
	Cantina	10	0	29	19	0	58	10,03
	Pós	0	0	8	2	6	16	2,77
	Biblioteca	10	4	62	47	34	157	27,16
	Geografia	0	0	38	15	31	84	14,53
	DGA	0	0	43	6	3	52	9,00
	Física	0	0	63	0	10	73	12,63
	Microbio	0	0	20	15	2	37	6,40
	Botânica	12	0	59	11	1	83	14,36
	Total	32	4	333	121	88	578	100,00
% de Participação		5,54	0,69	57,61	20,93	15,22	100,00	
		Categorias						

PESAGEM: 12,5Kg

O resultado da 4ª coleta colocou em prova a suspeita de constância nos dados discutida na coleta anterior. A contabilização apontou um aumento de mais de 50% na quantidade de unidades de pilhas e um acréscimo de, aproximadamente, 20% no peso total. Ou seja, houve nova variação nos valores mensurados e, portanto, não podemos afirmar a estabilidade da gestão.

Analisando a participação da categoria 2A, essas pilhas continuam sendo contabilizadas como as mais comuns, com 57,61% nessa coleta. Entretanto, o coletor da Biblioteca, desta vez, foi o que mais contribuiu, com 27,16% do total, e em todos os pontos houve disposição de material.

5ª Coleta – 13 de dezembro de 2010.

Tabela 16 – Resultados da 5ª Coleta – 13/dez

		Categorias						% de Participação
		Grande	Media	2A	3A	Outras	Total	
Pontos de Coleta	DEPLAN	0	0	30	28	14	72	16,33
	Cantina	0	0	24	18	0	42	9,52
	Pós	0	0	0	0	1	1	0,23
	Biblioteca	3	0	5	39	1	48	10,88
	Geografia	0	0	0	15	5	20	4,54
	DGA	0	1	32	10	12	55	12,47
	Física	0	0	18	8	7	33	7,48
	Microbio	0	0	2	5	1	8	1,81
	Botânica	6	0	106	36	14	162	36,73
	Total	9	1	217	159	55	441	100,00
% de Participação		2,04	0,23	49,21	36,05	12,47	100,00	

PESAGEM: 8,4Kg

Na última coleta, novamente ocorreram variações negativas de mais de 20% nas unidades de resíduos e mais de 30% no peso do material coletado. Assim, pode-se dizer que a estabilidade da gestão ainda não foi alcançada.

As pilhas 2A seguem constituindo-se a maioria, com 49,21% de participação e o Departamento de Botânica reassume nessa coleta, a titulação de ponto mais participativo.

Resultado total das cinco coletas.

Tabela 17 – Resultado total das cinco coletas.

		Categorias						% de Participação
		Grande	Media	2A	3A	Outras	Total	
Pontos de Coleta	DEPLAN	2	5	162	71	30	270	10,11
	Cantina	30	7	286	129	21	473	17,72
	Pós	0	1	23	5	7	36	1,35
	Biblioteca	15	4	189	145	40	393	14,72
	Geografia	0	0	52	47	46	145	5,43
	DGA	1	3	142	28	21	195	7,30
	Física	2	0	218	44	67	331	12,40
	Microbio	1	0	94	71	8	174	6,52
	Botânica	38	0	379	100	136	653	24,46
	Total	89	20	1545	640	376	2670	100,00
% de Participação	3,33	0,75	57,87	23,97	14,08	100,00		

PESAGEM: 59,2Kg

O resultado final, de 24 de setembro de 2010 até 13 de dezembro de 2010, contabilizou 2670 unidades e 59,2 Kg de resíduos sólidos perigosos em 100 dias de gestão acompanhada. Os gráficos 10 e 11 mostram a evolução dos resultados da contabilização de unidades e pesagem, respectivamente.

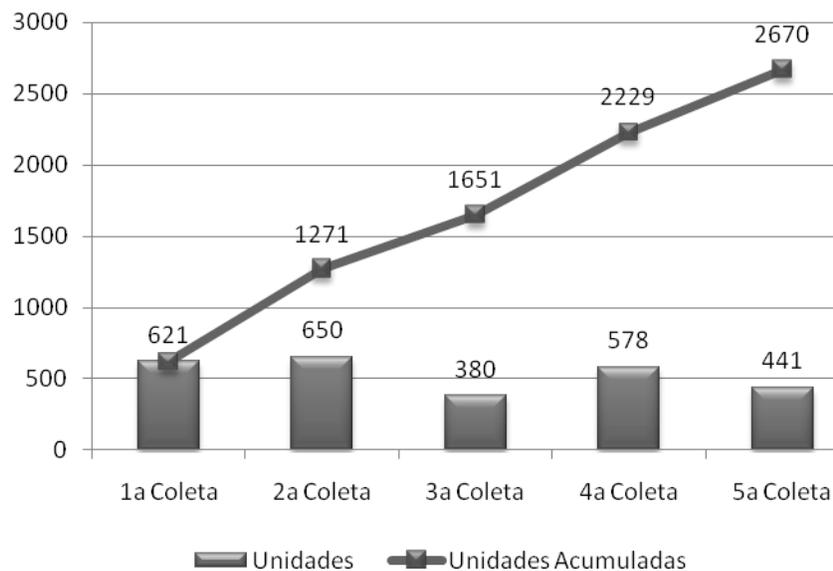


Gráfico 2 – Resultados da contagem total de unidades de resíduo (13 dez. 2010).

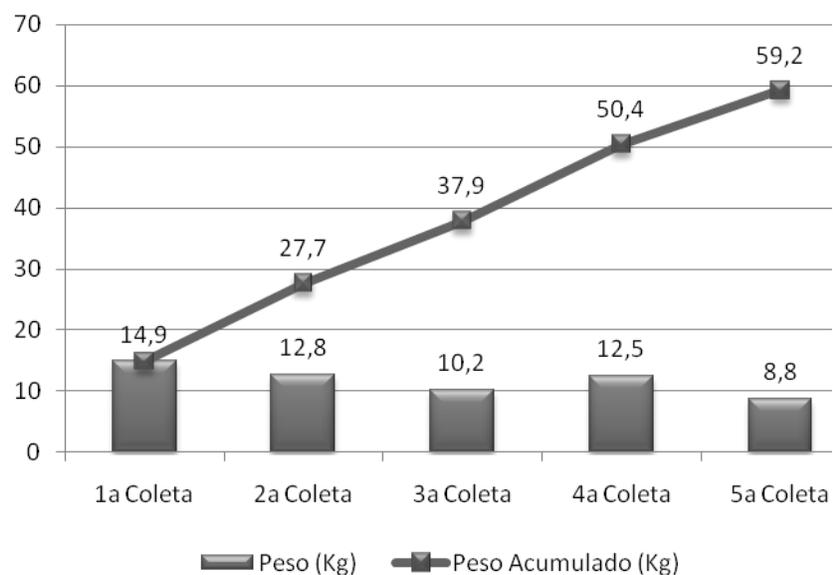


Gráfico 3 – Resultado da pesagem total de resíduos coletados na gestão (13 dez. 2010).

A relação unidade por peso (tabela 18) mostra a quantidade média de unidades presente em um quilo de resíduos coletados. Quanto maior for o valor, mais leves e menores eram os resíduos e um número maior deles foi necessário para se totalizar um quilo.

Tabela 18 – Relação unidades por quilo (unidade/kg).

1ª coleta 24/09	2ª coleta 14/10	3ª coleta 03/11	4ª coleta 22/11	5ª coleta 13/12	TOTAL
41,67	50,78	37,25	46,24	50,11	45,1

Como o peso das unidades das categorias grande, média, 2A e 3A são constantes, a 2ª e 5ª coleta foram as que apresentaram resíduos mais leves, na categoria “outras”, enquanto que a 1ª, 3ª e 4ª resultaram em resíduos mais pesados.

O gráfico 12 ilustra a porcentagem de contribuição das categorias determinadas nos coletores durante toda a gestão. As pilhas 2A (figura 10), durante todas as análises, sempre apareceram em maior número, totalizando 57,87% de todos os resíduos coletados. Junto com os 23,97% das pilhas 3A, ambas categorias resultam 81,84% do total. Baseando-se nesse fato, são as pilhas mais descartadas pelos consumidores. Talvez por serem os modelos de fonte de energia mais comum de aparelhos eletrônicos e são frequentemente trocadas por novas.

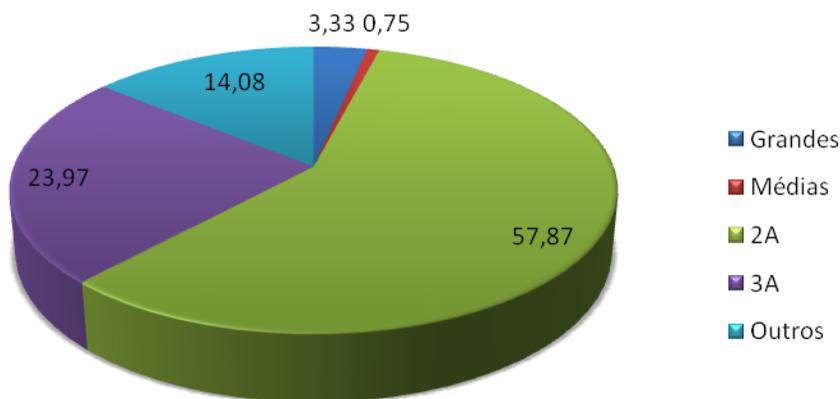


Gráfico 4 – Porcentagem de participação das categorias no total das coletas



Figura 10 – Pilhas 2A dentro de balde auxiliar para posterior pesagem (set. 2010).

Outro fato relevante são os 14,08% de outros resíduos presentes nos coletores. Apesar da categoria também englobar pilhas (não sendo das grandes, médias, 2A e 3A), ela também englobou outros resíduos diferentes do escopo e seleção da coleta, como diversos tipos de baterias e resíduos tecnológicos, que apareciam em maior número dentro do grupo. Baterias de relógio, aparelhos, chips e baterias de celulares (figura 11) foram alguns dos resíduos registrados na contabilização no laboratório.



Figura 11 – Celulares descartados indevidamente nos coletores de pilhas (set. 2010).

Tal situação mostra o descarte indevido e a má utilização da coleta seletiva, seja pela oportunidade para se livrar de algum resíduo, ou pelo não conhecimento/informação sobre a forma correta do descarte e caracterização de determinados resíduos. Mesmo assim, as baterias foram encaminhadas ao programa Papa-pilhas do Banco Real Santander, visto que este também disponibiliza coletores para baterias.

Analisando o gráfico 13, que exibe o resultado final da porcentagem de participação dos pontos de coleta, podemos afirmar que a Cantina e a Biblioteca, com 17,72 e 14,72 respectivamente, são os pontos de coleta mais utilizados pelos alunos do campus, confirmando o resultado obtido na pesquisa, onde os 60,65% dos entrevistados citaram os pontos como mais convenientes.

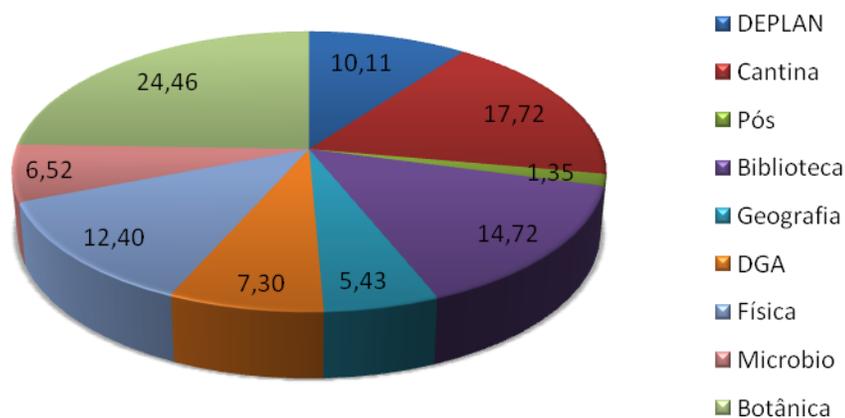


Gráfico 5 – Porcentagem de participação dos pontos no total das coletas.

Apesar de quase um quarto (24,46%) dos resíduos coletados da gestão ter originado do Departamento de Botânica, e a significativa porcentagem do Departamento de Física (12,40%), ambos pontos situam-se em departamentos e laboratórios que utilizam muitos equipamentos eletrônicos para suas pesquisas, sendo frequente a exaustão das pilhas e baterias nestes setores. Assim, a participação do público (comunidade vizinha e alunos) é menor, se comparado à Biblioteca e a Cantina, as quais não demandam tantas pilhas para suas atividades locais. É indispensável mencionar que, mesmo assim, os departamentos

precisam ser atingidos por coletores e gestão de pilha e o resultado obtido foi satisfatório nesses pontos.

Por outro lado, coletor da seção de Pós-Graduação do IGCE teve uma participação pífia. A distância, pouca circulação de alunos e ausência de laboratórios e equipamentos eletrônicos que utilizem pilhas, podem ser alguns dos fatores que tenham ocasionado tal resultado. Os demais pontos de coleta tiveram participações razoáveis e de maneira bem distribuídas.

Ao final dos cem dias de gestão ambiental proposta, uma nova proposta de gestão de pilhas (figura 12) foi oferecida aos responsáveis por cada ponto de coleta, retirando-se a etapa de contabilização e pesagem realizada no laboratório de geofísica.

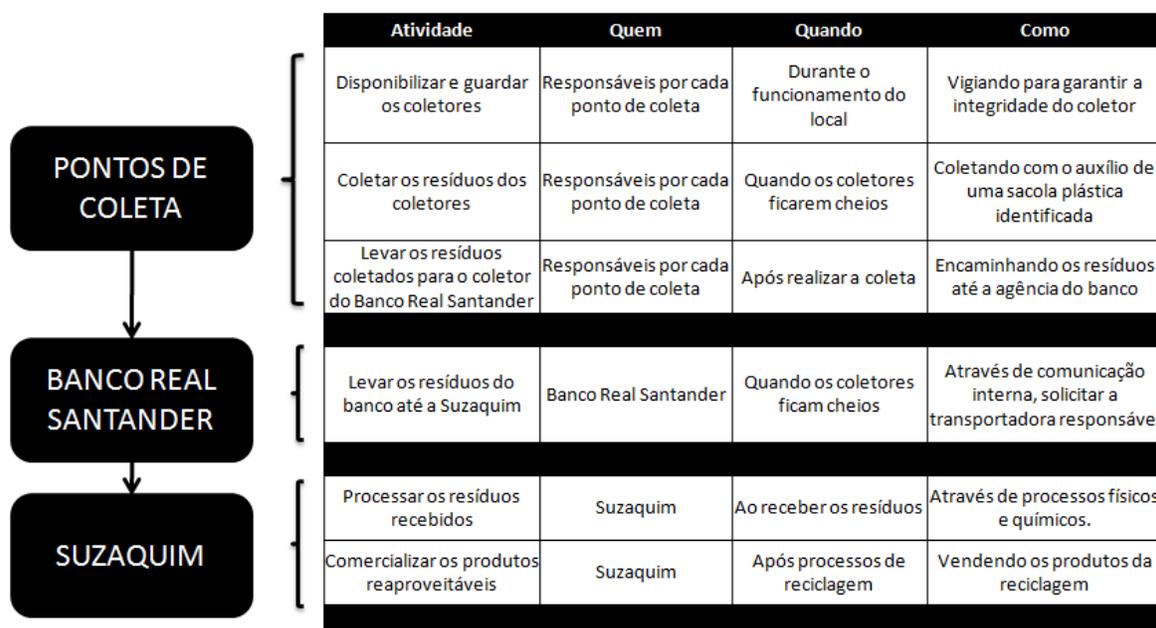


Figura 12 – Fluxograma da Gestão Ambiental de Pilhas proposta ao final dos cem primeiros dias da gestão anterior.

No caso dos responsáveis pelos pontos de coleta que não concordassem com as novas responsabilidades da gestão ambiental proposta, o coletor seria removido do local. Apenas a Seção de Pós-Graduação optou por não manter o coletor, alegando a pouca procura pelo local, como notado no resultado final. Tal fato mostra que os responsáveis

perceberam que os alunos aprovaram e ainda estão procurando pelos coletores nos locais até junho de 2010.

7. CONCLUSÃO

As problemáticas ambientais envolvendo pilhas são relevantes. Apesar do seu volume unitário pequeno, os metais pesados presentes em sua composição, quando livres devido ao descarte inadequado no meio ambiente, podem causar de modo potencial e efetivo, diferentes tipos de contaminação no solo, corpos hídricos e atmosfera e ocasionar inúmeros impactos ambientais adversos, diretos e indiretos, às populações de fauna, flora e humanas. Por esse motivo, há a necessidade de uma atenção especial para o gerenciamento desse tipo de resíduos.

O desenvolvimento de uma gestão ambiental para resíduos perigosos exige comprometimento de todos os envolvidos nos processos para sua viabilidade. Desde a segregação e acondicionamento domiciliar, para separá-los dos demais resíduos e mantê-los em ambiente seco e protegido, até a entrega ao fornecedor de serviço para reciclagem e seu comprometimento com os aspectos ambientais provenientes de seus processos físicos, químicos e bioquímicos.

A gestão ambiental de pilhas desenvolvida para o campus da UNESP de Rio Claro (SP) mostrou-se viável, necessitando de algumas adaptações em razão de diferentes fatores específicos à sensibilização e educação ambiental visando os recursos humanos existentes. Cerca de sessenta quilos de resíduos perigosos foram coletados em apenas cem dias letivos em nove pontos de coleta espalhados pelo campus e deixaram de ter possíveis maus destinos, como lixões e aterros sanitários não controlados, mostrando que a participação foi efetiva. Projetando o resultado final obtido para 360 dias, estima-se que mais de 200 quilos de pilhas poderiam ser coletados no campus anualmente.

Apesar do resultado satisfatório, a gestão ainda tem potencial pra ir além. A oficialização, envolvimento e divulgação pelas Diretorias do campus seriam medidas que agregariam um aumento significativo na participação dos alunos, docentes e comunidades vizinhas nas coletas. O desenvolvimento de mais pontos de coleta é essencial para que todos os departamentos sejam atingidos pela gestão e coleta, como também possam destinar os resíduos gerados por suas atividades. Além disso, programas de extensão de educação ambiental poderiam ser realizados para as comunidades do entorno da universidade para que destinassem suas pilhas para os pontos internos de coleta disponíveis e assim prestar mais um serviço útil a sociedade.

Assim como as pilhas, as baterias e outros resíduos tecnológicos devem ser considerados como potenciais impactantes ambientais e devem receber também uma atenção quanto sua destinação final. O presente estudo mostrou que apesar dos coletores estarem devidamente identificados como receptores de pilhas apenas, um grande número de baterias e resíduos eletrônicos foram descartados neles. O desenvolvimento de novos trabalhos utilizando procedimentos similares ao executado aqui, podem ser oportunidades para se conhecer a viabilidade de outras gestões de resíduos perigosos no campus, de modo a contribuir para a conservação ambiental, bem como para a assimilação de práticas pró-ambientais na comunidade acadêmica, além de contribuir ainda para melhores padrões de responsabilidade social e sustentabilidade em relação aos serviços de extensão à sociedade e comunidades no entorno da área da UNESP. Campus de Rio Claro.

Referências Bibliográficas

ALBERGUINI, L.B.A.; SILVA, L.C.; REZENDE, M.O.O.; **Tratamento de resíduos químicos: guia prático para a solução dos resíduos químicos em instituição de ensino superior.** São Carlos: Rima, 2005.

ANDRADE, R.O. B.; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A.B.; **Gestão Ambiental – Enfoque Estratégico Aplicado ao Desenvolvimento Sustentável - 2ª Edição.** São Paulo; Makron Books, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.235:** Armazenamento de resíduos sólidos perigosos. Rio de Janeiro, 2002.

BANCO REAL SANTANDER. **Programa de Reciclagem de Pilhas e Baterias.** 2011. Disponível em <<http://sustentabilidade.bancoreal.com.br/>>. Acesso em 22 abr. 2011.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L.C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Química Nova na Escola**, nº11, 2000. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br> >. Acesso em 24 mai. 2010.

BRAGA, B. (Ed.). **Introdução à engenharia ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº257 de 30 de junho de 1999.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 275 de 25 de abril de 2001.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001.

BRASIL. Congresso Nacional. **Política Nacional de Resíduos Sólidos:** Lei nº12.305 de 2 de agosto de 2010. Brasília: Governo Federal. 2010.

GOOGLE. **Dados Cartográficos.** 2011. Disponível em: <<http://www.google.com/maps>>. Acesso em 24 abr. 2011.

INDRIUNAS, L. **Como funciona a reciclagem de pilhas e baterias. Um processo incipiente.** Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br>>. Acesso em: 29 mar. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Consultas de Municípios.** Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 mai. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 04 abr. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 1ª ed. São Paulo: CEMPRE, 1995.

JORNAL LIVRE. Pilha, célula galvânica, pilha galvânica. 2008. Disponível em <www.jornallivre.com.br/>. Acesso em 21 abr. 2011.

MARCONI, M. A. e LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 4º ed. São Paulo: Atlas, 1999. 260 p.

REIDLER, N.M.V.L.; GÜNTHER, W.M.R.. **Impactos ambientais e sanitários causados por descarte inadequados de pilhas e baterias usadas**. São Paulo. 1999. Disponível em: <http://www.abpl.org.br/acervoPDF/01_LP06.pdf>. Acessado em nov. 2010.

SANTOS, F. **Reciclagem de Pilhas** [jan. 2008]. São Paulo: TV Bandeirantes, 2008. Reportagem. Arquivo digital. Programa São Paulo Acontece. Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=3loZUZTxmmc&feature=fvwrel>. Acessado em mar. 2011.

SANTOS, F. **Reciclagem de Pilhas e Baterias** [out. 2009]. São Paulo: Grupo PIN14, 2009. Reportagem. Arquivo digital. Programa Cidades e Soluções. Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=OESxsSnMqO4&feature=related>. Acessado em mar. 2011.

SILVEIRA, D.A. **Um modelo de gestão para resíduos industriais pós-consumo**; Dissertação (Mestrado em Geociências); Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2004.

SUZAQUIM. **Suzaquim Indústria Química Ltda. 2011**. Disponível em <<http://www.suzaquim.com.br>>. Acesso em 21 abr. 2011.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEINSEN, H; VIGIL, S.A. **Gestión Integral de Resíduos Sólidos**. Madrid, Editora McGraw Hill, 1994.

UTILNET. **Comércio de Baterias de Informática**. Disponível em <<http://www.centertel.com.br/>>. Acesso em 23 abr. 2011

VALLE, C.E.; **Qualidade Ambiental**: como ser competitivo protegendo o meio ambiente: (como se preparar para as Normas ISO 14001); São Paulo, Editora Pioneira, 1995.

WOLFF, E.; CONCEIÇÃO, S.M.; **Resíduos sólidos:** A reciclagem de pilhas e baterias no Brasil. Artigo. Belo Horizonte. 2000. Disponível em: <www.abelpro.org/biblioteca/ENEGEP2001_TR104_0146.pdf>. Acesso em nov. 2010.

Anexos

Questionário

1. Quando você vai comprar uma pilha para algum equipamento eletrônico, você opta pelas alcalinas ou recarregáveis? Por quê?

- a) Alcalinas.
- b) Recarregáveis.

Justificativa: _____

2. O que você faz com suas pilhas alcalinas usadas?

- a) Joga no lixo com os demais resíduos.
- b) Armazena em casa.
- c) Deposita em alguma coleta seletiva.

3. Você tem o conhecimento dos impactos ambientais que a pilha pode causar em lixões e aterros sanitários?

- a) Sim. Quais? _____
- b) Não.

4. Você participa de coletas seletivas separando os seus resíduos comuns?

- a) Sim.
- b) Não.

5. Se houvesse um ponto de coleta de pilhas usadas no campus, você armazenaria e levaria?

- a) Sim.
- b) Não.

6. Qual seria o melhor local para este ponto?

Qual? _____

7. Você sabe qual o destino final das pilhas armazenadas no ponto de coleta?

- a) Sim. Qual? _____
- b) Não.

8. Você conhece alguma legislação que se refira às pilhas? Se afirmativo, cite o que sabe.

- a) Sim. _____
- b) Não.

