



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Faculdade de Engenharia


Júlia de Araújo Guedes

**Estudo sobre Produção mais Limpa (P+L) aplicado a um serviço de
referência de uma Instituição de Ensino e Pesquisa –
Rio de Janeiro (RJ)**

Rio de Janeiro
2013

Júlia de Araújo Guedes

**Estudo sobre Produção mais Limpa (P+L) aplicado a um serviço de referência
de uma Instituição de Ensino e Pesquisa - Rio de Janeiro (RJ)**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Elmo Rodrigues da Silva

Rio de Janeiro

2013

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

G924 GUEDES, Júlia de Araújo.
Estudo sobre Produção mais Limpa (P+L) aplicado a um serviço de referência de uma Instituição de Ensino e Pesquisa - Rio de Janeiro (RJ) / Júlia de Araújo Guedes. - 2013.
106fl.: il.

Orientador: Elmo Rodrigues da Silva.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia Ambiental. 2. Meio Ambiente – Dissertações. I. Silva, Elmo Rodrigues da. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. III. Título.

CDU 502

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Júlia de Araújo Guedes

**Estudo sobre Produção mais Limpa (P+L) aplicado a um serviço de referência
de uma Instituição de Ensino e Pesquisa - Rio de Janeiro (RJ)**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Aprovada em:.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Elmo Rodrigues da Silva (Orientador)
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof.^a Dr.^a Sheila de Lira Franklin
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof.^a Dr.^a Gisela Lara da Costa
Fundação Oswaldo Cruz

Rio de Janeiro

2013

RESUMO

GUEDES, Júlia de Araújo. **Estudo sobre Produção mais Limpa (P+L) aplicado a um serviço de referência de uma Instituição de Ensino e Pesquisa - Rio de Janeiro (RJ)**. 2013. 106fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a potencialidade de implantação da Produção Mais Limpa (P+L), através do estudo de caso em Laboratório Biomédico de Referência em uma instituição pública de ensino e pesquisa localizada no Rio de Janeiro. Esta investigação é exploratória e analítica, utilizando-se como instrumentos a revisão bibliográfica e documental, a observação direta e a entrevista com aplicação de questionários voltados aos responsáveis pela área ambiental do laboratório pesquisado. A análise foi realizada confrontando-se os dados levantados com as recomendações da metodologia de P+L, identificando-se as lacunas e oportunidades para a melhoria dos serviços e processos de trabalho. O laboratório possui instalações modernas, organização, sistemas de avaliação da matéria-prima e insumos usados, além do gerenciamento dos resíduos. Contudo, nem todos os procedimentos são validados ou estão adequados às normas. Em geral, problemas em laboratórios dizem respeito ao uso excessivo de substâncias perigosas e ao manejo inadequado de resíduos, o qual pode ser contornado com a P+L, tendo como enfoque a prevenção da poluição e a minimização na fonte geradora. A redução do consumo de materiais e insumos, além da implantação de mudanças nos processos de trabalho, podem diminuir os custos financeiros e os impactos ambientais, como foi demonstrado no estudo. Para a melhoria da gestão dos laboratórios, recomenda-se a continuidade na aquisição, manutenção de equipamentos e infraestrutura. É importante a divulgação de informações ambientais e treinamento permanente para funcionários e alunos. A Sustentabilidade Ambiental só pode ser alcançada quando for bem entendida e absorvida por todos, sendo a alta administração das instituições a maior responsável para liderar esse processo. Para estudos futuros, propõe-se melhor definição e ampliação dos indicadores para o monitoramento e aprimoramento da gestão ambiental. Complementarmente, indicam-se estudos sobre a aquisição de conceitos pelos atores sobre a P+L e como eles podem contribuir com a Sustentabilidade Ambiental e a melhoria no ambiente de trabalho. Espera-se que esta pesquisa auxilie com o aperfeiçoamento da gestão no laboratório estudado e em instituições similares que a venham implantar a P+L.

Palavras-chave: Gestão ambiental; Produção Mais Limpa - P+L; Laboratório Biomédico; Instituição de Ensino e Pesquisa.

ABSTRACT

GUEDES, Júlia de Araújo. **Study on Cleaner Production applied to a reference service of an Education and Research Institution - Rio de Janeiro (RJ)**. 2013. 106fl. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

The aim of this study was to evaluate the potential implementation of Cleaner Production (CP), through a case study in Biomedical Reference Laboratory in an education and research public institution located in Rio de Janeiro. This research is exploratory and analytical, using bibliographic and documentary tools, observation and interviews with questionnaires directed to those responsible for the laboratory researched. The analysis was performed by comparing the data collected with the recommendations of the CP methodology identifying gaps and opportunities to improve services and work processes. The laboratory has modern installations, organization, systems evaluation of raw materials and supplies, as well as waste management. However, not all procedures are validated and are suitable standards. In general, problems in laboratories relate to the excessive use of hazardous substances and the improper management of waste, which can be solved by the CP approach, with the focus on waste minimization and pollution prevention. The decrease in materials and supplies, and changes in work processes, can reduce costs and environmental impacts, as demonstrated in this study. To improve the management of these laboratories, it is recommended investments in the acquisition, maintenance of equipment and infrastructure. It is important to keep the dissemination of environmental information and promote participation of staff and students involved in the process, as well as its permanent training by offering courses focused on biosecurity work environments. The Environmental Sustainability can only be achieved when properly understood and absorbed by all, and the senior management of the institutions is most responsible for leading this process. For future studies, we propose a better definition of the indicators and their expansion in monitoring and improving environmental management. In addition, it's indicate studies on the acquisition of concepts by the actors on the CP and how they can contribute to environmental sustainability and improving the work environment. It's expected that this research will assist the improvement of the management in the laboratory studied and similar institutions that will implement the CP methodology.

Keywords: Environmental management; Cleaner production; Biomedical laboratory; Education and Research Institutes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de Hommel	26
Figura 2 - Evolução das questões ambientais em indústrias nas últimas décadas ...	34
Figura 3: Esquema de entradas e saídas de matérias-primas, produtos e emissões em uma IES.....	37
Figura 4 – Esquema de uma indústria antes da implantação da Produção mais Limpa (P+L) onde há um grande consumo de matéria-prima e descarte de resíduo. A prioridade era dada no tratamento desses resíduos	43
Figura 5 – Esquema de uma indústria depois da implantação da Produção mais Limpa (P+L) com pouco consumo de matéria-prima, segregação correta dos resíduos e ganhos financeiros para a empresa	44
Figura 6 – Estratégias da Produção mais Limpa (P+L)	45
Figura 7 – Benefícios econômicos da Produção mais Limpa (P+L)	49
Figura 8 – Centros nacionais de Produção mais Limpa (P+L) no mundo	51
Figura 9 – Mapa da Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ.	59
Figura 10 – Esquema simplificado do fluxo de resíduos biológicos (infectantes) no IOC/Fiocruz.	60
Figura 11 – Esquema simplificado do fluxo de resíduos químicos no IOC/Fiocruz. ...	60
Figura 12 - Croqui simplificado do Laboratório de Transmissores de Leishmaniose (LTL).....	67
Figura 13 – Armário de inflamáveis.....	658
Figura 14 – Capela de exaustão de gases.....	669
Figura 15 – 1) Estrutura para higienização das mãos; 2) Entrada do laboratório ...	669
Figura 16 – 1) Frascos de descarte para resíduos químicos líquidos; 2) Embalagem de descarte de resíduo químico sólido; 3) Embalagem de descarte de perfurocortante	692
Figura 17 – Recipiente de recolhimento de papel para reciclagem.....	703
Figura 18 – Fluxograma geral dos procedimentos realizados no serviço de referência do LTL.	747

Figura 19 – Fluxograma dos procedimentos realizados em campo no serviço de referência do LTL.	758
Figura 20 – 1) Material biológico; 2) Amostras biológicas e descarte de material biológico; 3) Soluções químicas das práticas de taxonomia	769
Figura 21 – Fluxograma dos processos realizados no laboratório do serviço de referência do LTL.	769
Figura 22 – Análise de material.....	80

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Comparação entre práticas que utilizam técnicas de Fim de Tubo e técnicas de Produção mais Limpa (P+L).....	43
Tabela 1 – Principais matérias-primas, procedimentos realizados no serviço de referência e resíduos gerados.....	725
Tabela 2 – Quantificação de entradas e saídas no serviço de referência	725
Tabela 3: Análise de perda de matéria-prima no serviço de referência	736
Tabela 4: Análise de toxicidade da matéria-prima usada nos procedimentos do serviço de referência	736
Tabela 5: Estimativa de custo no primeiro ano de uso de pilhas recarregáveis (investimento) do serviço de referência.....	825
Tabela 6: Gasto atual em pilhas comuns e estimativa do custo no uso de pilhas recarregáveis em dez anos	836
Tabela 7 – Custo atual dos reagentes químicos usados nos procedimentos do serviço de referência	847

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

CNTL – Centro Nacional de Tecnologias Limpas

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EPC – Equipamento de Proteção Coletiva

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FGV – Fundação Getúlio Vargas

Fiocruz – Fundação Oswaldo Cruz

FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IES – Instituições de Ensino e Pesquisa

IOC – Instituto Oswaldo Cruz

LTL – Laboratório de Transmissores de Leishmaniose

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NB – Nível de Biossegurança

NCPC – *National Cleaner Production Centres*

NPL – Núcleos de Produção mais Limpa

ONG – Organizações Não Governamentais

ONU – Organização das Nações Unidas

P+L – Produção mais Limpa

PGRSS – Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde

PND – Plano Nacional de Desenvolvimento

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNUD – Programa das Nações Unidas

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

RSS – Resíduos de Serviço de Saúde

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

UNIDO – *United Nations Industrial Development Organization*

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
1.1 RESÍDUOS SÓLIDOS: ASPECTOS GERAIS	17
1.1.1 <i>Política Nacional de Resíduos Sólidos</i>	19
1.2 RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS)	19
1.2.1 <i>Resíduos Biológicos</i>	21
1.2.1.1 Classe de Risco dos Agentes Biológicos	23
1.2.1.2 Nível de biossegurança (NB) dos Laboratórios.....	24
1.2.2. <i>Resíduos Químicos</i>	26
1.2.2.1 Resíduos Químicos em Laboratórios de Pesquisa.....	27
1.2.2.2 Química verde - Conceitos	29
1.2.3 <i>Resíduos Comuns</i>	31
1.2.4 <i>Resíduos Perfurocortantes</i>	32
1.3 GESTÃO AMBIENTAL	32
1.4 O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO E PESQUISA.....	35
1.5 PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L).....	40
1.5.1 <i>Antecedentes da Produção mais Limpa</i>	50
1.5.2 <i>Produção mais Limpa em Laboratórios de Pesquisa</i>	51
2. METODOLOGIA	54
2.1. TIPO DE PESQUISA E DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	54
2.2. METODOLOGIA P+L	55
2.3. LOCALIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO	58
2.3.1. <i>Instituto Oswaldo Cruz (IOC), FIOCRUZ</i>	58
2.3.2. <i>Serviço de Referência em Vigilância Entomológica e Taxonomia e Ecologia de Vetores das Leishmanioses do Laboratório Transmissores de Leishmaniose</i>	61
RESULTADOS.....	62
DISCUSSÃO	858
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	903
REFERÊNCIAS	925
GLOSSÁRIO.....	1036
APÊNDICE: QUESTIONÁRIO GESTÃO AMBIENTAL – PESQUISA MAIS LIMPA NO IOC	1069

INTRODUÇÃO

A preocupação com a gestão ambiental em Instituições de Ensino e Pesquisa (IES) é recente e acompanha o movimento realizado no setor industrial. No passado, resíduos gerados por empresas e indústrias eram despejados em áreas selecionadas, porém havia pouco conhecimento sobre as consequências que o uso indiscriminado dos recursos e que a disposição inadequada dos resíduos poderia causar ao meio ambiente.

O capital manufaturado (equipamentos, máquinas, infraestrutura física) sempre foi considerado o principal fator da produção industrial na Revolução Industrial. O capital natural (os recursos naturais, sistemas vivos e os serviços do ecossistema), tidos como “insumos marginais”, só foram levados em consideração nos períodos de guerra ou fome, quando a escassez podia se tornar um problema sério (CARRAMENHA, 2005).

A ameaça de colapso ambiental e de esgotamento de recursos levou a necessidade de se encontrar soluções e rever paradigmas, no sentido de pensar as condições sociais, ambientais, políticas e tecnológicas do desenvolvimento sustentável (ZANETTI & SÁ, 2002).

A partir de 1960 os questionamentos sobre a capacidade de suporte do ecossistema frente a pressões decorrentes de poluição, crescimento demográfico e econômico se intensificaram no âmbito internacional (SACHS, 2000). A bióloga americana Rachel Carson publica o livro *Primavera Silenciosa*, considerado um marco para o entendimento das inter-relações entre economia, meio ambiente e questões sociais. Em 1972 aconteceu a primeira conferência sobre Meio Ambiente Humano das Organizações das Nações Unidas (ONU) em Estocolmo e a partir daí, ganharam visibilidade nas discussões os aspectos econômicos, os problemas sociais, a degradação do ambiente e a finitude dos recursos naturais, bem como o desenvolvimento de novas tecnologias não poluentes e poupadoras de recursos (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 2001).

Em 1983 foi constituída a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) com o objetivo de reexaminar a questão ambiental visando estabelecer mudanças na Agenda Global. Esta comissão apresenta o relatório “Nosso Futuro Comum”, ou Relatório Brundtland, em 1987, sugerindo que o desenvolvimento econômico deveria ser repensado para atender às necessidades

do presente sem comprometer as gerações futuras (CMMAD, 1988). Nesse relatório, foi publicado o conceito de desenvolvimento sustentável como “desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações” (WCED, 1987). Tal conceito induziu o crescimento das atividades produtivas e de pesquisa que buscam a sustentabilidade. Conseqüentemente, órgãos ambientais responsáveis pela qualidade do meio ambiente, intensificaram o controle dos resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas oriundos de atividades econômicas.

O Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD) incorporou a metodologia do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) em 1990 com objetivo de medir o grau de desenvolvimento dos países levando em consideração características sociais, culturais e políticas, que influenciam a qualidade de vida humana (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 2001). Em 1992, acontece no Rio de Janeiro a ECO/92, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) ou Rio 92, convocada pela ONU. Nesta conferência foram discutidas a origem dos problemas ambientais e a maneira com que as sociedades e instituições devem responder a eles.

Em seguida, foi elaborada a Agenda 21 que possui 40 capítulos com plano de ação para o desenvolvimento sustentável mundial no século 21. A Agenda 21 estabelece orientações direcionadas ao desenvolvimento sustentável visando à saúde humana e a proteção do meio ambiente. Esta conferência contribuiu para a incorporação da preocupação ambiental na agenda pública, como auxílio para institucionalizar a questão ambiental nestes campos (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 2001).

Em relação à legislação ambiental, as recomendações da Agenda 21 no Brasil destacam a necessidade de adotar medidas para que as empresas incorporem os princípios de ecoeficiência e responsabilidade social nos processos de decisão, a necessidade de propagação do conceito, estimulando a redução de consumo de recursos naturais, realizando capacitações e uso de mecanismos de certificação instituindo nas organizações um agente de controle ambiental (MEIRA, 2003; CARRAMENHA, 2005). A Agenda 21 ressalta ainda a necessidade de consideração do conceito de ciclo de vida dos produtos pelo uso de sistemas de gestão ambiental, técnicas de Produção mais Limpa (P+L) e sistemas de gerenciamento de resíduos (MEIRA, 2003).

Entre as décadas de 1980 e 1990, indústrias de maior potencial poluidor deram início à implantação da gestão ambiental e ao desenvolvimento e fornecimento de produção, produtos e serviços mais limpos (BARATA *et al*, 2007), objetivando aumentar a competitividade e atender às legislações ambientais.

Andrade, Marinho & Kiperstok (2001) ressaltam que nos anos 1990, o ambiente deixou de ser visto como uma “externalidade negativa” e passou a ser uma responsabilidade governamental. Adicionalmente, as ações envolvendo órgãos governamentais, o Ministério Público Federal, Organizações não Governamentais (ONG) bem como outros setores da sociedade, como os de produção, são decisivos para um novo direcionamento dos problemas ambientais.

A Produção mais Limpa (P+L) é um conceito de gestão ambiental que tem como objetivo a redução do consumo de matérias-primas, água e energia, e minimização da geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas por parte das empresas, indústrias e instituições de ensino e pesquisa. O programa de Produção mais Limpa nas instituições de ensino e pesquisa também é conhecido como “Pesquisa mais Limpa” e propõe mudanças nas tecnologias e nos procedimentos utilizados com vistas ao ambiente, bem como buscando a redução de custos e minimização dos impactos ambientais.

O objetivo desse projeto é fazer a adequação ambiental de instituições promovendo a eficiência global e reduzir riscos para o meio ambiente e para a saúde humana através de melhora nas condições de segurança e a saúde ocupacional. Esse programa se aplica a processos produtivos conservando a matéria-prima e tentando reduzir aquelas mais tóxicas, além de reduzir também a toxicidade dos resíduos e emissões. A P+L exige, antes de tudo, mudança de atitudes, por isso traz resultados a médio e longo prazo sendo preciso um plano de monitoramento contínuo.

As universidades brasileiras possuem, em geral, pequena participação na sustentabilidade ambiental, sendo comum não conformidades à legislação e a falta de uma política ambiental (SILVA & MENDES, 2009). É frequente se observar em laboratórios de ensino e pesquisa o descarte de resíduos químicos na rede de esgoto, manejo inadequado de resíduos infectantes, a falta de uso de equipamentos de proteção individual e outros problemas (SILVA & LONGO, 2007). Por isso, são necessários novos métodos e, principalmente, mudanças no comportamento de

estudantes e pesquisadores para combinar a pesquisa com o desenvolvimento sustentável.

Apesar de não haver legislação específica que trate do destino final dos resíduos químicos oriundos das atividades de ensino e pesquisa, muitas universidades brasileiras estão implantando planos de gerenciamento de resíduos, às vezes por setores, departamentos ou laboratórios e começaram a se preocupar com tais questões desenvolvendo programas educativos ambientais com foco em resíduos, em particular, os perigosos, gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa (REIS, 2009).

O Laboratório de Transmissores de Leishmaniose no Instituto Oswaldo Cruz (IOC) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) possui o Serviço de Referência como um de seus setores e será alvo do presente estudo. A escolha desse laboratório foi devido a grande participação da interlocutora de gestão ambiental nos programas realizados pela Comissão Interna de Gestão Ambiental do IOC e o grande interesse demonstrado pelo assunto.

Objetivo

Avaliar a potencialidade de implantação da Produção mais Limpa (P+L), através de estudo de caso em um Laboratório Biomédico de Referência em uma instituição pública localizada no Rio de Janeiro.

Objetivos específicos

- Levantar a matéria-prima (reagentes, material biológico) e o sistema de compras utilizado no serviço de referência do laboratório pesquisado;
- Quantificar os diferentes tipos resíduos gerados;
- Identificar os procedimentos de manejo realizados pelos geradores de resíduos;
- Diagnosticar as ações de gestão realizadas pelo laboratório;
- Avaliar as potencialidades e dificuldades para a aplicação dos princípios da Produção Mais Limpa na gestão do laboratório.

Justificativa e Relevância

A pesquisa em ciências biomédicas traz benefício para a população, mas em contrapartida gera resíduos de natureza química e biológica que pode ser danosa ao ambiente e à população quando não tratados e descartados corretamente. Os institutos de pesquisa e ensino precisam ser gerenciados para evitar falhas na gestão dos materiais e insumos usados na pesquisa assegurando a qualidade da pesquisa e do ensino, a segurança do pesquisador, do estudante, dos demais profissionais nela envolvidos e da população.

Dentre os resíduos sólidos urbanos, o oriundo de serviços de saúde é o principal alvo de legislações (REIS, 2002). Esta questão vem preocupando setores públicos e privados, fazendo com que elaborem programas de gerenciamento de resíduo. No Brasil, o modelo de gerenciamento diferenciado para os Resíduo de Serviço de Saúde (RSS) pode ser evidenciado nas normas e legislações mais recentes sobre o assunto e o grande número de estabelecimentos que precisam se adequar ao modelo de gerenciamento (FERREIRA, 2000).

A partir da década de 1990 começaram a ser incorporadas aos processos de gestão ambiental, as abordagens de auto-regulação e os programas voluntários de gestão ambiental, como as normas internacionais sobre Sistemas de Gestão Ambiental - SGA, dentre as quais as normativas da série ISO 14001, entre outras (Andrade; Marinho & Kiperstok, 2001). Segundo Almeida (2002), em 2050 teremos mais de 50% da população atual e o planeta certamente não suportará a demanda por recursos naturais.

O programa P+L originalmente desenvolvido para ser aplicado a processos produtivos é adaptado ao centro de pesquisa em ciência biomédica. Atualmente, ele prioriza a redução no uso de matéria-prima e na geração de resíduos, com destaque para as de maior toxicidade. A implantação da P+L demanda mudança de atitude por parte da força de trabalho do instituto. Seu resultado é evidenciado no médio e longo prazo e sua manutenção requer monitoramento contínuo. Sua implantação contribui para ampliar a consciência ambiental da força de trabalho nela envolvida (SEBRAE, 2010). O objetivo final desse programa no IOC é contribuir para reduzir os riscos ao ambiente e à saúde ocupacional da força de trabalho que atua nos

laboratórios do Instituto sem comprometer a qualidade da pesquisa gerada e do serviço por ele prestado.

Um dos benefícios proporcionados por um programa de gerenciamento de resíduos é o treinamento dos estudantes, capacitando-os a trabalhar dentro de normas apropriadas de gerenciamento de resíduos e disseminando a educação ambiental na vivência pessoal e profissional (REIS, 2002). As práticas de produção limpa ajudam o instituto e os laboratórios a atender a legislação de forma objetiva, assim, os Serviços de Saúde como os laboratórios de pesquisa, poderão reduzir o desperdício, o consumo de matérias-primas e energia, redirecionando seus recursos financeiros para o atendimento à pesquisa e à população (CARRAMENHA, 2005).

Estrutura do trabalho

No primeiro capítulo da dissertação é apresentada a revisão teórica relevante ao tema, que aborda assuntos de importância no estudo com laboratórios de pesquisa biomédica e o trabalho com a P+L.

No segundo capítulo é apresentada a metodologia utilizada para elaboração da monografia, onde são descritas a área de estudo e o método utilizado para a coleta dos dados.

No terceiro capítulo são expostos os resultados obtidos na coleta de dados e, posteriormente, é realizada a discussão que compara os resultados obtidos nessa pesquisa com resultados alcançados e os de trabalhos com escopo semelhante a este, analisando a aplicabilidade dos resultados e a discussão para o serviço de referência estudado. Em seguida é exposta a conclusão e as referências utilizadas.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

As instituições de ensino e pesquisa são produtoras, portadoras e disseminadoras de conhecimento, além de responsáveis pela formação de diferentes tipos de profissionais. As atividades que são realizadas nos laboratórios, em aulas experimentais ou atividades de pesquisa externas ao laboratório, geram resíduos que podem oferecer riscos ao ambiente e à saúde humana (REIS, 2002).

O trabalho com laboratório de pesquisa biomédica exige conhecimentos sobre agentes manipulados e resíduos gerados nesses ambientes. A fim de fornecer as informações necessárias para a melhor compreensão deste trabalho, será apresentada a seguir uma breve caracterização dos resíduos sólidos e dos Resíduos de Serviços de Saúde (resíduo biológico, químico, comum e perfurocortante), da classe de risco dos agentes biológicos e do nível de biossegurança dos laboratórios.

Além disso, serão apresentados alguns conceitos sobre gestão ambiental, sustentabilidade em Instituições de Ensino e Pesquisa (IES) conforme pesquisado na literatura e, finalmente, serão abordados os conceitos, a metodologia e os benefícios da implantação do programa Produção mais Limpa (P+L), que é o tema central desta dissertação.

1.1 Resíduos Sólidos: aspectos gerais

Os resíduos sólidos são os resíduos nos estados sólido e semi-sólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Estão incluídos nesta definição os lodos de sistemas de tratamento de água, resíduos gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, assim como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água (ABNT, 2004a).

Os resíduos são classificados em: resíduos classe I (perigosos) e resíduos classe II (não perigosos). Esses últimos são divididos em resíduos classe II A (não inertes) e resíduos classe II B (inertes). Os resíduos não inertes podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, já

os resíduos inertes não têm nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água (ABNT, 2004a).

Os resíduos podem apresentar características que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, pode apresentar diferentes níveis de periculosidade apresentando risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices ou riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada (ABNT, 2004a). As características de resíduos perigosos são:

- Toxicidade: Propriedade que o agente tóxico possui de provocar, em maior ou menor grau, um efeito adverso em decorrência de sua interação com o organismo.
- Agente tóxico: Qualquer substância ou mistura cuja inalação, ingestão ou absorção cutânea tenha sido cientificamente comprovada como tendo efeito tóxico, carcinogênico, mutagênico, teratogênico ou ecotoxicológico.
- Toxicidade aguda: Propriedade potencial que o agente tóxico possui de provocar um efeito adverso grave, ou mesmo morte, em consequência de sua interação com o organismo, após exposição a uma única dose elevada ou a repetidas doses em curto espaço de tempo.
- Agente teratogênico: Qualquer substância, mistura, organismo, agente físico ou estado de deficiência que, estando presente durante a vida embrionária ou fetal, produz uma alteração na estrutura ou função do indivíduo dela resultante.
- Agente mutagênico: Qualquer substância, mistura, agente físico ou biológico cuja inalação, ingestão ou absorção cutânea possa elevar as taxas espontâneas de danos ao material genético e provocar ou aumentar a frequência de defeitos genéticos.
- Agente carcinogênico: Substâncias, misturas, agentes físicos ou biológicos cuja inalação ingestão e absorção cutânea possam desenvolver câncer ou aumentar sua frequência.
- Agente ecotóxico: Substâncias ou misturas que apresentem ou possam apresentar riscos para um ou vários compartimentos ambientais.

1.1.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos

A necessidade de instrumentos importantes para permitir o avanço para o enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos fez com que fosse instituída a lei de Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que tem como principais objetivos (BRASIL, 2010):

- **Coleta seletiva:** promover a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (resíduo que não pode ser reciclado ou reutilizado).
- **Ciclo de Vida do Produto:** Institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo.
- **Catadores de materiais recicláveis:** cria metas que pretendem contribuir para a eliminação dos lixões e incentivo a mecanismos que fortaleçam a atuação de associações ou cooperativas, o que é fundamental na gestão dos resíduos sólidos.
- **Logística Reversa:** instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

1.2 Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)

A poluição ambiental ocasionada pelos resíduos sólidos está originada, principalmente, na disposição final inadequada. Dentre os impactos ambientais oriundos da disposição imprópria de grande quantidade de resíduos, pode-se destacar: poluição do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas, proliferação de vetores, contaminação da biota, poluição visual, descaracterização paisagística e desequilíbrio ecológico (SISINNO, 2000; SISINNO & OLIVEIRA, 2000).

Esta questão vem preocupando setores públicos e privados, obrigando-os à elaboração e direcionamento de programas de gerenciamento de resíduo. Dentre os resíduos sólidos urbanos, o oriundo de serviços de saúde é o principal alvo de legislações (REIS, 2002). No Brasil, o modelo de gerenciamento diferenciado para os Resíduo de Serviços de Saúde (RSS) pode ser evidenciado nas normas e legislações mais recentes sobre o assunto e o grande número de estabelecimentos que têm que se adequar ao modelo de gerenciamento (FERREIRA, 2000).

Os RSS podem apresentar riscos, pois alguns desses resíduos possuem origem biológica, química e radioativa, que representam um perigo a saúde humana e ao ambiente, podendo se tornar fontes de disseminação de doenças, independente de seu estado (líquido, sólido ou gasoso), quando manejados ou gerenciados de maneira inadequada (TAKAYANAGUI, 2005).

Até o final da década de 1980, no Brasil, os resíduos gerados nos serviços de saúde eram denominados como “lixo hospitalar”, até que esta terminologia foi substituída pelo termo Resíduos de Serviços de Saúde, pois esses resíduos não são de origem exclusiva de hospitais e também têm sua origem em consultórios médicos e odontológicos, serviços de diagnóstico, serviços de medicina legal, funerárias, clínicas veterinárias, estabelecimentos de ensino e pesquisa na área da saúde, serviços de acupuntura e serviços de tatuagem (ABNT, 2004a). Os estabelecimentos de ensino e pesquisa na área da saúde, também são geradores de RSS, sendo responsáveis pelo gerenciamento dos resíduos desde a geração até a disposição final (CONAMA, 2005).

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n.º 306 (ANVISA, 2004), e a Resolução CONAMA n.º 358 (CONAMA, 2005) dispõem sobre gerenciamento de RSS, utilizando os Planos de Gerenciamento de RSS (PGRSS) como principal ferramenta (REIS, 2002).

De acordo com a RDC 306, os RSS são classificados em cinco grupos: grupo A para resíduos biológicos e divididos em sub-grupos A1, A2, A3, A4 e A5; grupo B para resíduos químicos; grupo C para rejeitos radioativos; grupo D para resíduos comuns; e grupo E para resíduos perfurocortantes.

1.2.1 Resíduos Biológicos

Os resíduos biológicos (grupo A) são os resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Este grupo é dividido em cinco sub-grupos (ANVISA, 2004):

A1

- Culturas e estoques de microrganismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de microrganismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética.
- Resíduos resultantes de atividades de vacinação com microrganismos vivos ou atenuados, incluindo frascos de vacinas com expiração do prazo de validade, com conteúdo inutilizado, vazios ou com restos do produto, agulhas e seringas.
- Resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes classe de risco 4, microrganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido.
- Bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta; sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.

A2

- Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de microrganismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anátomo-patológico ou confirmação diagnóstica.

A3

- Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou pelos familiares.

A4

- Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados.
- Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares.
- Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham e nem sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco 4, e nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou microrganismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons.
- Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outros procedimentos de cirurgia plástica que gerem este tipo de resíduo.
- Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre.
- Peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anátomo-patológicos ou de confirmação diagnóstica.
- Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de microrganismos, bem como suas forrações.
- Bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão.

A5

- Órgãos, tecidos, fluídos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza e contaminação com príons.

1.2.1.1 Classe de Risco dos Agentes Biológicos

Os agentes biológicos humanos e animais são divididos em cinco classes de risco, de acordo com os seguintes critérios de patogenicidade: alteração genética ou recombinação gênica; estabilidade; virulência; modo de transmissão; endemicidade; consequências epidemiológicas; e disponibilidade de medidas profiláticas e de tratamento eficaz (BRASIL, 2006).

Classe de Risco 1

Agentes biológicos classe 1 possuem risco individual e para a comunidade baixo. Estes são agentes biológicos bem caracterizados, que têm probabilidade nula ou baixa de provocar infecções no homem ou em animais saudáveis e de risco potencial mínimo para o profissional do laboratório e para o ambiente. Um exemplo de agente com classe de risco 1 são as bactérias *Lactobacillus*.

Classe de Risco 2

Organismos classificados como classe de risco 2 possuem risco individual moderado e limitado para a comunidade. São agentes biológicos que provocam infecções no homem ou nos animais, cujo risco de propagação na comunidade e de disseminação no meio ambiente é limitado, não constituindo em sério risco a quem os manipula em condições de contenção, pois existem medidas terapêuticas e profiláticas eficientes. Um exemplo é o parasita *Schistosoma mansoni*.

Classe de Risco 3

Esses agentes apresentam risco individual alto e limitado para a comunidade. Aplica-se a agentes biológicos que provocam infecções, graves ou potencialmente letais, no homem e nos animais e representa um sério risco a quem os manipula. Representam risco se disseminados na comunidade e no meio ambiente, podendo se propagar de indivíduo para indivíduo, mas usualmente existem medidas de tratamento e/ou de prevenção. Um exemplo de organismo com classe de risco 3 é a bactéria *Bacillus anthracis*.

Classe de Risco 4

Esses agentes possuem risco elevado seja no nível individual ou para a comunidade. São agentes biológicos de fácil propagação, altamente patogênicos para o homem, animais e meio ambiente, representando grande risco a quem os manipula, com grande poder de transmissibilidade via aerossol ou com risco de transmissão desconhecido, não existindo medidas profiláticas ou terapêuticas. O Vírus Ebola é um exemplo de agente de classe de risco 4.

1.2.1.2 Nível de biossegurança (NB) dos Laboratórios

Existem quatro níveis de Biossegurança: NB-1, NB-2, NB-3 e NB-4 relacionados aos requisitos crescentes de segurança para o manuseio dos agentes biológicos, terminando no maior grau de contenção e complexidade do nível de proteção (ANVISA, 2005). O nível de Biossegurança exigido para um ensaio será determinado pelo agente biológico de maior classe de risco envolvido no ensaio. Quando não se conhece o potencial patogênico do agente biológico, deverá ser realizada uma análise de risco prévia para estimar o nível de contenção.

Nível de biossegurança 1 – NB-1

É o nível de Biossegurança necessário ao trabalho que envolva material biológico que contenha agentes biológicos da classe de risco 1. Representa um nível básico de contenção que se fundamenta na aplicação das boas práticas de laboratório, na utilização de equipamentos de proteção e adequação das instalações com ênfase em indicadores de Biossegurança. O laboratório não precisa estar separado das demais dependências do edifício. O trabalho é conduzido, em geral, em bancada e os equipamentos de contenção específicos não são exigidos. O profissional de laboratório deverá ter treinamento e ser supervisionado por um profissional capacitado na área.

Nível de biossegurança 2 – NB-2

É o nível de Biossegurança exigido para o trabalho com agentes biológicos da classe de risco 2, considerando todos os critérios estabelecidos na análise de risco.

Nível de biossegurança 3 – NB-3

É aplicável aos locais onde forem desenvolvidos trabalhos com materiais biológicos da classe de risco 3. O pessoal do laboratório deve ter treinamento específico no manejo dos materiais biológicos, devendo ser supervisionados por um profissional responsável. Todos os procedimentos que envolverem a manipulação de material biológico devem ser conduzidos dentro de capelas de segurança biológica ou outro dispositivo de contenção física. Os manipuladores devem usar EPIs (equipamentos de proteção individual) específicos. As barreiras secundárias para esse nível incluem o acesso controlado ao laboratório e sistemas de ventilação que minimizam a liberação de aerossóis infecciosos do laboratório. Os laboratórios pertencentes a este grupo devem ser registrados junto a autoridades sanitárias nacionais.

Nível de biossegurança 4 – NB-4

Este nível de contenção deve ser usado sempre que o trabalho envolver materiais biológicos da classe de risco 4 ou com potencial patogênico desconhecido, que representam um alto risco, não só para o pessoal do laboratório, mas também para a comunidade e para o ambiente, podendo provocar doenças fatais, além de apresentarem um elevado potencial de transmissão por aerossóis. O profissional responsável é encarregado pela aplicação de todos os procedimentos necessários para a operação segura do laboratório por toda a equipe, incluindo o pessoal de apoio e de manutenção.

A equipe do laboratório deve possuir treinamento específico, direcionado para a manipulação de agentes infecciosos extremamente perigosos e deve ser capaz de compreender, executar e operar as funções da contenção primária e secundária, de executar as práticas padrões específicas e gerais de segurança, os equipamentos de contenção e das características das instalações do laboratório.

O laboratório NB-4 deve ser uma edificação construída separadamente de outras edificações ou estar localizada em uma zona completamente isolada, possuindo características específicas quanto ao projeto e aos sistemas de engenharia para prevenção da disseminação de microorganismos no meio ambiente. Os laboratórios de contenção máxima só devem funcionar com autorização e fiscalização das respectivas autoridades sanitárias.

1.2.2. Resíduos Químicos

No grupo B estão os resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade (ANVISA, 2004). São eles:

- Produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos; imunossupressores; digitálicos; imunomoduladores; anti-retrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos ou apreendidos e os resíduos e outros insumos farmacêuticos;
- Resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes;
- Efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores);
- Efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas;
- Demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR-10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).

Na Figura 1, é apresentado o diagrama de Hommel, utilizado para uso em etiquetas de recipientes que contém substâncias químicas perigosas.

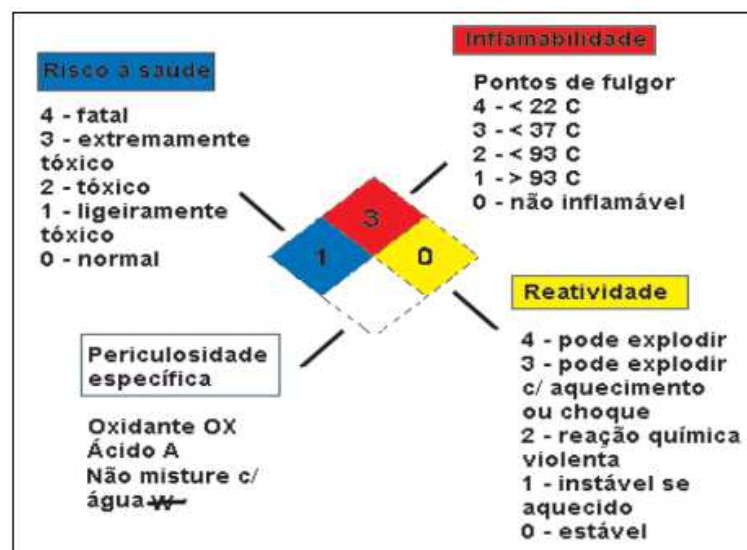


Figura 1 – Diagrama de Hommel
Fonte: National Fire Protection Association (NFPA)

1.2.2.1 Resíduos Químicos em Laboratórios de Pesquisa

O uso de substância químicas no desenvolvimento de pesquisas trouxe à sociedade muitos benefícios ao longo dos anos. Entretanto, o mau uso dessas substâncias tem gerado danos graves ao meio ambiente e à humanidade, especialmente quando são descartados de maneira inadequada (SCHULTZ, 2009).

As atividades de laboratórios das instituições de ensino e pesquisa que desenvolvem trabalhos na área química geram um volume de resíduos químicos reduzidos, se comparados com aqueles gerados pelas atividades de grandes indústrias, porém são de grande variedade tornando a identificação e o descarte mais trabalhosos (SILVA *et al*, 2007a, SCHULTZ, 2009). O fato dessas instituições apresentarem pequeno volume e grande diversidade de resíduos químicos dificulta a padronização das formas de tratamento e disposição adequada desses resíduos (SILVA *et al*, 2007a).

Existem dois tipos de resíduos químicos: o ativo, que são aqueles gerados continuamente nas atividades rotineiras na unidade geradora; e o passivo que compreende todo o resíduo estocado, muitas vezes não caracterizado, em frascos sem rótulo. A caracterização desse passivo nem sempre é possível, embora algumas vezes seja possível chegar a seu conteúdo através de testes de identificação. O resíduo passivo tende a diminuir ou mesmo a acabar com a implementação do processo de rotulagem e identificação adequadas. Os resíduos gerados em atividades do laboratório de ensino podem ser caracterizados e gerenciados, podendo servir para finalidades didáticas.

A geração de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa no Brasil é um assunto pouco discutido. Na maioria das universidades, a gestão dos resíduos gerados nas suas atividades rotineiras é inexistente, e devido à falta de um órgão fiscalizador, o descarte inadequado continua a ser praticado (JARDIM, 1998). Até os dias atuais, resíduos tóxicos são despejados na pia dos laboratórios sem preocupação com a segurança do pesquisador e com o meio ambiente (SILVA *et al*, 2007b, SILVA & MENDES, 2009). Por isso, diversas Instituições Federais, Estaduais e Particulares no Brasil vêm buscando gerenciar e tratar seus resíduos de forma a diminuir o impacto causado ao meio ambiente, criando também um novo hábito a

fazer parte da consciência profissional e do senso crítico dos alunos, funcionários e professores (AFONSO *et al*, 2003, SILVA *et al*, 2007b).

O acondicionamento dos resíduos químicos deve ser feito em embalagens adequadas às características de cada substância, não ultrapassando $\frac{3}{4}$ da capacidade do recipiente que deve ser tampado adequadamente. Normalmente opta-se por utilizar embalagens plásticas de polipropileno, pois apresentam baixa reatividade, exceto quando houver incompatibilidade com o resíduo (como ácidos orgânicos e inorgânicos), os quais devem ser armazenados em recipientes de vidro. Além disso, esses resíduos devem estar claramente rotulados com o nome da substância química ou da mistura (com as proporções), data, local (nome do laboratório) e responsável pelo resíduo. Por questões de segurança, recomenda-se não acumular grandes quantidades de resíduos no laboratório.

Os resíduos químicos devem ser incinerados ou encaminhados para estações de tratamentos de efluentes industriais que são projetadas para tratar grandes cargas orgânicas e tóxicas, onde é feito o ajuste das cargas emitidas aos parâmetros estabelecidos para os lançamentos. Além disso, podem ser também, dependendo da viabilidade, reciclados ou reutilizados (SILVA *et al*, 2005). Os resíduos químicos sólidos são dispostos de acordo com a classificação (classe I, IIa e IIb). Aqueles que possuem classe I (resíduos perigosos) devem ser dispostos em aterros industriais.

Alguns aspectos devem ser levados em consideração para facilitar o gerenciamento de resíduos como prevenir a geração substituindo o reagente por outro menos impactante, segregar e concentrar os resíduos, reciclar o componente material ou energético desse resíduo e tratar o resíduo de forma adequada, estocando pelo menor tempo possível, dispondo o resíduo de maneira segura (AFONSO *et al*, 2003).

Para que os possíveis danos ao meio ambiente e a saúde sejam evitados, as instituições de ensino e pesquisa devem incentivar a prevenção da geração de resíduos, por modificação dos procedimentos ou pela substituição dos reagentes. Além disso, pode-se reaproveitar os resíduos gerados fazendo a reutilização em outros processos ou reciclar fazendo com que volte à condição de matéria-prima. Essas mudanças podem levar ao benefício econômico através da redução de consumo de reagentes e a economia no tratamento e disposição final dos resíduos (SCHULTZ, 2009). Neste contexto, um conceito que já vem sendo reconhecido no

Brasil é a Química Verde que é uma estratégia importante em relação ao meio ambiente (SILVA *et al*, 2005).

1.2.2.2 Química Verde - Conceitos

A química tem uma grande participação nos dias atuais com os inúmeros produtos fundamentais à humanidade. Porém, a produção química também gera inúmeros inconvenientes, como a formação de subprodutos tóxicos e a contaminação do ambiente e do próprio homem expostos a esses reagentes. Um dos principais problemas é o grande volume de efluentes tóxicos produzidos por vários processos químicos que pode ser minimizada através de diversos caminhos, como o emprego de reagentes alternativos apropriados, o aumento da seletividade para maximizar o uso dos materiais de partida, a utilização de catalisadores para facilitar a separação do produto final da mistura, bem como a reciclagem dos reagentes usados no processo (PRADO, 2003).

Inserida neste cenário está a Química Verde, também conhecida como Química Limpa (SILVA *et al*, 2005). Química Verde pode ser definida como o desenvolvimento e implementação de produtos químicos e processos para reduzir ou eliminar o uso ou geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente. Este conceito, que pode também ser atribuído à tecnologia limpa, já é relativamente comum em países com indústria química desenvolvida e que apresentam controle rigoroso na emissão de poluentes e vem, gradativamente, sendo incorporado ao meio acadêmico, no ensino e pesquisa (LENARDÃO *et al*, 2003).

A ideia da Química Verde representa a teoria de que processos químicos que geram problemas ambientais possam ser substituídos por alternativas menos poluentes ou não poluentes (LENARDÃO *et al*, 2003). A necessidade da Química Verde na educação e na pesquisa é suportada por sociedades científicas, governos e indústrias. Segundo estes autores, os produtos ou processos da Química Verde podem ser divididos em três grandes categorias:

- O uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima;
- Aumento da eficiência energética, ou a utilização de menos energia para produzir a mesma ou maior quantidade de produto;
- Evitar o uso de substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas.

Os princípios da prática química guiada pela preocupação com a qualidade de vida do trabalhador e com o meio ambiente formam os doze princípios da Química Verde (PRADO, 2003; SILVA *et al*, 2005):

- 1) Prevenção - é melhor prevenir a formação de subprodutos do que tratar ou limpar resíduos de processos químicos depois de formados;
- 2) Economia de átomos - os métodos sintéticos devem ser desenvolvidos para maximizar a incorporação dos átomos dos reagentes nos produtos finais desejados. Essa ideia introduzida por Trost é conhecida como “Economia Atômica” (SILVA *et al*, 2005);
- 3) Sínteses com compostos de menor toxicidade - sempre que possível deve-se substituir compostos de alta toxicidade por compostos de menor toxicidade à vida humana e ao ambiente;
- 4) Desenvolvimento de compostos seguros - os produtos químicos deverão ser desenvolvidos para possuírem a função desejada com maior eficiência, apresentando a menor toxicidade possível;
- 5) Diminuição de solventes e auxiliares - a utilização de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação, etc) deverá ser evitado quando possível, ou usadas inócuas no processo;
- 6) Eficiência energética - os métodos sintéticos deverão ser conduzidos sempre que possível à pressão e temperatura ambientes, para diminuir a energia gasta durante um processo químico que representa um impacto econômico e ambiental;
- 7) Uso de substâncias recicladas e renováveis - os produtos e subprodutos de processos químicos deverão ser reutilizados sempre que possível e a matéria-prima deve ser proveniente de fontes inesgotáveis (renováveis);
- 8) Redução de derivativos - a derivatização (uso de reagentes bloqueadores, de proteção, modificadores temporários) deverá ser minimizada ou evitada quando possível, pois estes passos reacionais requerem reagentes adicionais e, conseqüentemente, podem produzir subprodutos indesejáveis;
- 9) Catálise - a aplicação de catalisadores para aumentar a velocidade e o rendimento dos processos químicos;
- 10) Desenvolvimento de compostos para degradação - produtos químicos deverão ser desenvolvidos para a degradação inócua de produtos tóxicos, para não persistirem no ambiente;

11) Análise em tempo real de substâncias perigosas - as metodologias analíticas precisam ser desenvolvidas para permitirem o monitoramento do processo em tempo real, para controlar a formação de compostos tóxicos;

12) Química segura para a prevenção de acidentes - as substâncias usadas nos processos químicos deverão ser escolhidas para minimizar acidentes em potencial, tais como explosões e incêndios.

1.2.3 Resíduos Comuns

O grupo D (resíduo comum) é composto pelos resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico, à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares, como: papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis de vestuário, resto alimentar de paciente, material utilizado em anti-sepsia e hemostasia de venóclises, equipo de soro e outros similares não classificados como A1; sobras de alimentos e do preparo de alimentos; resto alimentar de refeitório; resíduos provenientes das áreas administrativas; resíduos de varrição, flores, podas e jardins; e resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde.

A resolução nº. 275 (CONAMA, 2001) evidencia que a reciclagem de resíduos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país, para reduzir o consumo de matérias-primas, recursos naturais não renováveis, energia e água. Além disso, considera a necessidade de reduzir o crescente impacto ambiental associado à extração, geração, beneficiamento, transporte, tratamento e destinação final de matérias-primas, provocando o aumento de lixões e aterros sanitários. Um sistema de identificação para a separação do material reciclável foi criado inspirado em formas de codificação já adotadas internacionalmente, e possui o seguinte padrão de cores nos coletores:

- Azul: papel/papelão;
- Vermelho: plástico;
- Verde: vidro;
- Amarelo: metal;
- Preto: madeira;
- Laranja: resíduos perigosos;
- Branco: resíduos ambulatoriais e de serviços de saúde;

- Roxo: resíduos radioativos;
- Marrom: resíduos orgânicos;
- Cinza: resíduo geral não reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação.

Caso não exista processo de segregação para reciclagem, não existe exigência para a padronização de cor destes recipientes (ANVISA, 2004).

1.2.4 Resíduos Perfurocortantes

O grupo E é o material perfurocortante ou escarificante, tal como lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas; tubos capilares; micropipetas; lâminas e lamínulas; espátulas; e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares.

O material perfurocortante deve ser descartado separadamente, no local de sua geração, imediatamente após o uso em recipientes, rígidos, resistentes à punctura, ruptura e vazamento, com tampa, devidamente identificados, sendo proibido o esvaziamento desses recipientes para o seu reaproveitamento (ANVISA, 2004).

Os resíduos perfurocortantes contaminados com agente biológico Classe de Risco 4, microrganismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido, devem ser submetidos a tratamento, utilizando-se processo físico ou outros processos que vierem a ser validados para redução ou eliminação da carga microbiana (ANVISA, 2004).

1.3 Gestão Ambiental

A implementação das ações definidas na Política Ambiental é chamada de Gestão Ambiental e possui instrumentos de ação que podem ser: de natureza corretiva, realizando medidas econômicas, planos de recuperação de sistemas ambientais, controle ambiental, auditoria ambiental; de natureza preventiva, com a criação de unidades de conservação da natureza, de ordenamento ambiental, de

licenciamento ambiental, de avaliação de impacto ambiental e avaliação de desempenho ambiental; ou de racionalização do uso de recursos ambientais como reciclagem, minimização de geração de resíduos e de consumo de água e energia, aproveitamento de fontes de energia renováveis (vento, sol, marés), desenvolvimento de tecnologias limpas (VEROCAI, 2004). O Modelo de Sistema de Gestão Ambiental proposto pela NBR ISO 14.001 considera planejamento, implementação e operação, verificação e ação corretiva, análise crítica pela administração e ação visando à melhoria contínua (CARRAMENHA, 2005).

No Brasil, em meados da década de 70, a questão ambiental passou a integrar o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) promulgado no Decreto 76.389/75 (MEAU, 2003). A partir daí, verificaram-se significativos esforços dos órgãos de Vigilância Sanitária junto aos gestores dos Serviços de Saúde no cumprimento de normas ambientais. Os princípios norteadores da gestão ambiental são a gestão integrada, prioridade organizacional, educação de pessoas, produtos e serviços não agressivos, equipamentos e operações com eficiência ambiental, pesquisa sobre impactos ambientais, enfoque preventivo, orientação de fornecedores e planos de emergência (FURTADO, 1999).

O resultado mensurável de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é o desempenho ambiental que está relacionado com o controle dos aspectos ambientais de uma organização, baseados em suas políticas e objetivos. A avaliação do desempenho ambiental é um processo para medir, analisar, avaliar e descrever o desempenho ambiental de uma organização, em relação a critérios acordados para os objetivos apropriados da gestão (ABNT, 2004b). As ações relativas a esse tema em Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são os resultados de metas atingidas que devem estar pautadas, dentre outros, em educação ambiental e no desenvolvimento sustentável. Para isso é preciso que haja o comprometimento de toda a sociedade, iniciada em escalas menores como Serviços de Saúde, escolas, empresas, indústrias (CARRAMENHA, 2005).

Para o sucesso de um programa de gerenciamento de RSS, é importante que seja levado em consideração o projeto físico do serviço de saúde, sendo assim, de grande importância que o arquiteto seja especializado em Sistemas de Saúde (CARVALHO, 2002). A contribuição deste profissional vai desde a indicação de aplicação de tecnologias adequadas até a implantação das soluções físicas para os resíduos de saúde, interferindo na otimização do consumo de recursos naturais, em

função da estrutura arquitetônica adotada, colabora com a redução da geração de resíduos, facilita a segregação na origem e o encaminhamento de seu descarte (CARRAMENHA, 2005).

Na Figura 2, é apresentada a evolução do processo de gestão ambiental nas indústrias, a partir da década de 60 do Séc. XX. O foco da gestão era dado à disposição final de resíduos. Na década seguinte, o enfoque era para o tratamento dos mesmos, na saída de efluentes e resíduos das indústrias (*end of pipe*). A partir da década de 1990, passou a se dar prioridade à prevenção da poluição na fonte geradora e na busca de maior controle de todo o ciclo de vida da produção desde a extração da matéria-prima até a destinação final dos seus resíduos e embalagens (do “berço ao túmulo”, como ficou conhecida esta prática).



Figura 2 - Evolução das questões ambientais em indústrias nas últimas décadas
Fonte: CNTL, 2003

A busca pela redução de impactos ambientais pode ser feita através da análise de ciclo de vida do produto que avalia o ciclo de vida completa do que é produzido, desde a extração e processamento de matérias-primas, fabricação, transporte e distribuição, manutenção, reciclagem e disposição final (COELHO, 2004). Nos dias de hoje, com a preocupação voltada para a fonte dos problemas, o mecanismo de fim-de-tubo passou a ser a última opção, após o esgotamento de todas as alternativas, como mudanças de tecnologia, alteração nos processos,

modificação do produto, sistemas de organização do trabalho e reciclagem interna (MEDEIROS et al., 2007).

1.4 O conceito de Sustentabilidade em Instituições de Ensino e Pesquisa

A necessidade da sociedade por um desenvolvimento sustentável fez com que as universidades entrassem nesse movimento contribuindo para guiar a sociedade para um futuro com mais sustentabilidade. A pesquisa universitária para esta finalidade é definida como “toda pesquisa conduzida dentro do contexto institucional de uma universidade que contribua para o desenvolvimento sustentável” (WAAS *et al*, 2010).

As IES têm papel fundamental e grande responsabilidade para o desenvolvimento sustentável, porém as práticas de pesquisas convencionais ainda prevalecem. Tais práticas são aquelas em que o único interesse do pesquisador é o resultado da pesquisa sem levar em consideração os efeitos ergonômicos e ambientais (WAAS *et al*, 2010).

É frequente se observar em laboratórios das IES, o descarte de resíduos químicos na rede de esgoto, manejo inadequado de resíduos infectantes, a falta de uso de equipamentos de proteção individual, desperdício de água e energia, entre diversos problemas também identificados em outros trabalhos (REIS, 2002; SILVA & MENDES, 2009; FORNACIARI, 2008; SILVA *et al*, 2007a, 2007b; BARROS, 2007; LONGO, 2006).

Assim sendo, é necessário implantar novos métodos de trabalho e, principalmente, promover mudanças no comportamento humano e realizar esforços para combinar a pesquisa com as exigências científicas do desenvolvimento sustentável, além de proporcionar maior interação entre os pesquisadores e a interdisciplinaridade na pesquisa (SILVA *et al*, 2007b).

Os impactos observados em IES não são somente aqueles relacionados à construção e manutenção dos prédios e dos laboratórios, mas também impactos que ocorrem durante os processos de ensino e pesquisa. Assim, a prática da gestão ambiental, contribui para que o produto final da pesquisa esteja articulado com os princípios da ecoeficiência e que os alunos incorporem estes princípios e conceitos em seu aprendizado. Isto é relevante, pois estes poderão colocar em prática os

conhecimentos sobre gestão ambiental e sustentabilidade em suas carreiras no futuro (LEHMANN *et al*, 2009).

Apenas uma boa intenção não faz com que a ecoeficiência seja alcançada, é preciso comprometimento da universidade, além de serem seguidos procedimentos e obrigações legais. Para que os conceitos de Produção mais Limpa e sustentabilidade não fiquem apenas na teoria, é preciso que a proteção ambiental esteja incorporada em todos os setores das universidades e dos institutos de pesquisa, isto é: no planejamento, construção e manutenção dos prédios e demais instalações, nas atividades de ensino, de pesquisa, de apoio administrativo e de destinação de resíduos, de transporte, dentre outras (CHRISTENSEN *et al*, 2009).

É preciso conhecer e relacionar a cadeia de “entradas” e “saídas” de matéria-prima, insumo e resíduo (sólido, líquido e gasoso) das atividades desenvolvidas no âmbito da universidade. Assim, as entradas incluem materiais (água, equipamento de escritório, comida), energia (calor e eletricidade), transporte (para encontros, conferências), químicos (laboratório e limpeza) e outros. As saídas incluem resíduos sólidos (resíduo de eletrônicos, químico e papel), efluentes líquidos e emissões de gases de laboratórios. As entradas e saídas são relacionadas com os processos de operação e manutenção, conforme a Figura 3. Essas entradas, saídas e produtos intermediários podem ser aplicados em qualquer instituição que pratique a pesquisa e o ensino.

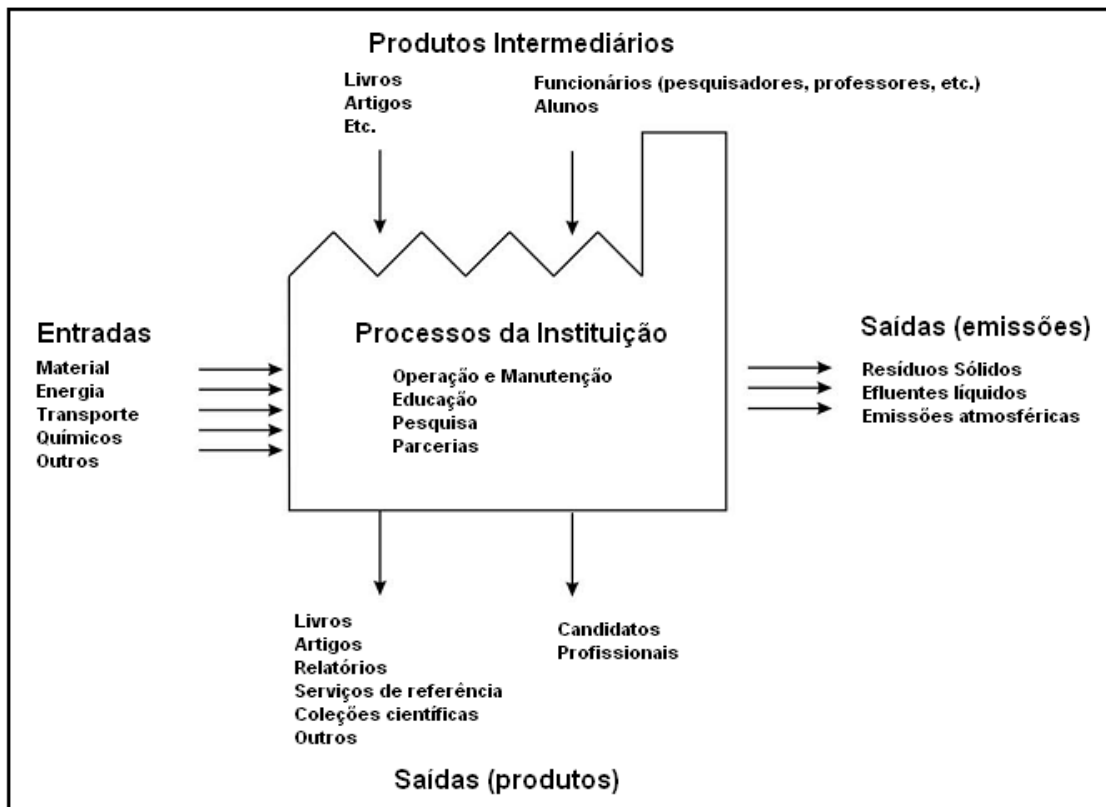


Figura 3: Esquema de entradas e saídas de matérias-primas, produtos e emissões em uma IES
 Fonte: Adaptado de Christensen *et al*, 2009

As universidades brasileiras possuem, em geral, uma pequena participação no que se refere à sustentabilidade ambiental, sendo observada a não conformidade à legislação e a inexistência de uma política ambiental, entretanto, muitas já vêm trabalhando neste sentido (SILVA & MENDES, 2009).

Em um trabalho realizado em uma universidade do Rio de Janeiro, Reis (2009) ressalta que apesar de não haver um plano de gerenciamento de resíduos implantado, muitos estudos são realizados acerca dessa questão nessa universidade, entretanto, os dados sobre a quantidade e o tipo de resíduo gerado são escassos. A autora destaca ainda a importância de dados de inventário de resíduos para que a unidade geradora reconheça sua natureza e a qualidade dos resíduos gerados e descartados.

Quando se faz uma pesquisa sobre o desenvolvimento sustentável em universidades, a maioria dos artigos publicados se refere à educação ambiental e à sustentabilidade como mais uma matéria que faz parte do currículo das IES, dando enfoque na formação das futuras gerações de cidadãos, através de conhecimentos em todos os campos da investigação, tanto em tecnologia como nas ciências

naturais, humanas e sociais. Porém, as universidades devem demonstrar um compromisso real com a teoria e a prática da proteção ambiental e do desenvolvimento sustentável dentro da comunidade acadêmica (GUEDES *et al*, 2011).

Nas universidades observa-se que há desperdício de energia. Assim, luzes, computadores, máquinas de xérox e impressoras são deixadas ligadas durante a noite, uma situação que precisaria ser mudada. Entre os grandes contribuintes para a geração de resíduos sólidos têm-se os componentes eletrônicos devido à mudança tecnológica com o uso maciço de notebooks e computadores. Além disso, o transporte é muito utilizado pelos estudantes e pesquisadores para conferências, seminários e workshop, e para isso se sugere que sejam usadas mais técnicas de comunicação à distância. Os livros, artigos e trabalhos gerados nas universidades estão disponíveis em versão eletrônica facilitando o acesso à informação sem a necessidade de deslocamento dos pesquisadores (CHRISTENSEN *et al*, 2009).

Lehmann (2009), em seu artigo sobre integração das universidades com redes que promovem a prática da gestão ambiental, fala do objetivo dessas redes que se juntam com IES com a missão de ser um catalisador para produção e para o uso correto do conhecimento, desenvolvimento de oportunidades de negócios e a criação de um ambiente melhor. A universidade e a rede atuam em parceria em diversos projetos de pesquisa em torno da sustentabilidade. Esses projetos contam com a participação de alunos de diferentes faculdades dentro da universidade. As redes ampliam a capacidade de aprendizado, pesquisa, trabalho, geração de artigos e de outras produções.

O problema dos resíduos químicos oriundos de laboratórios de pesquisa foi abordado em diversos artigos, sendo o principal tema o gerenciamento desses resíduos em IES.

Nolasco *et al* (2006) realizou uma revisão de literatura sobre modelos de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais adotados em IES na última década. Ele utilizou um questionário aplicado aos responsáveis pela implementação dos programas a fim de se caracterizar os principais problemas e elaborar um modelo para aplicação nas IES. O autor ressalta a importância de se tratar, reaproveitar e/ou minimizar o resíduo, e que essas ações são mais importantes e devem ser levadas em consideração antes de se pensar na disposição final. Além disso, ele propõe algumas regras básicas para a implementação de um programa de

gerenciamento de resíduos, como a realização de um inventário dos resíduos gerados na instituição, a minimização e reaproveitamento dos resíduos que são inevitavelmente gerados, a realização de tratamento e de sua disposição correta segundo a sua classe de compatibilidade (NOLASCO *et al*, 2006).

Os resíduos químicos de laboratórios do instituto de química também foram alvo em um trabalho realizado por Barbosa *et al* (2003). Nestes laboratórios, o projeto de gerenciamento teve etapas de avaliação, planejamento, implantação e monitoramento dos resíduos, para que se pudesse elaborar um sistema eficaz de coleta, armazenamento e disposição final dos resíduos do instituto. Primeiramente, foram avaliados todos os resíduos gerados pelos laboratórios e foi realizada a caracterização de cada situação, pois em cada laboratório se produz rejeitos diversos.

Na Universidade de São Carlos, o problema dos resíduos químicos gerados foi resolvido com a criação de um laboratório que trata os resíduos dos laboratórios do campus que possuem atividades químicas. As atividades deste laboratório foram iniciadas com o tratamento de 3000 litros de produtos químicos que estavam armazenados no abrigo, com o objetivo de minimizá-los com processos de recuperação ou disposição adequada. Além disso, os processos utilizados para o tratamento compreenderam a recuperação de solventes orgânicos, a precipitação de soluções contendo sais metálicos, a neutralização de soluções e o descarte adequado dos resíduos (ALBERGUINI *et al*, 2002).

Apesar de não haver legislação específica que trate do destino final dos resíduos químicos oriundos das atividades de ensino e pesquisa, isso não deve ser usado como um pretexto para a falta de gerenciamento de tais resíduos. Muitas universidades brasileiras estão formulando ou implantando planos de gerenciamento de resíduos, às vezes por setores, departamentos ou laboratórios (REIS, 2002).

As IES são também geradoras de resíduos de serviço de saúde e se faz necessário a adoção de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS) que é baseado nas características do resíduo gerado. Esse documento descreve as ações relativas ao manejo, à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos. Neste processo, é fundamental a criação de um Programa de Educação Permanente para professores, alunos e outros funcionários que inclui

treinamentos para casos de emergência e acidentes e estabelece medidas preventivas e corretivas (SILVA *et al*, 2007a).

Outro grande benefício proporcionado por um programa de gerenciamento de resíduos é o treinamento dos estudantes, capacitando-os a trabalhar dentro de normas apropriadas e disseminando a educação ambiental na vivência pessoal e profissional (ASHBROOK & REINHARDT, 1985; REIS, 2009).

Todos esses assuntos abordados podem fazer parte de um programa mais de P+L, como será visto, a seguir.

1.5 Produção mais Limpa (P+L)

A maioria dos problemas ambientais que hoje ocorre no mundo poderia ter sido evitada se a conscientização ecológico-ambiental e o princípio da precaução fizessem parte das preocupações das sociedades desenvolvidas desde a revolução industrial (VILHENA & POLITI, 2000).

A produção sem limites consome grande quantidade de recursos finitos da natureza o que fez com que a sociedade repensasse sobre a questão do desenvolvimento ambiental. Diante dos problemas ambientais e da escassez de recursos naturais, a população mundial passou a exigir soluções para o controle da poluição, desmatamento e degradação do meio ambiente. Para atender às mudanças, as empresas tiveram que se adaptar a novas tecnologias que envolvem a parte gerencial e operacional dos processos de produção. Desta forma, as empresas passaram a aderir a sistemas e técnicas que trazem benefícios ambientais e econômicos, como a Produção mais Limpa (P+L) (RENSI *et al*, 2006).

A aplicação de um instrumento de gestão ambiental possibilita a melhoria do desempenho ambiental uma vez que propicia o aprimoramento das decisões, do gerenciamento das informações e mudanças nos processos produtivos. Inicialmente aplicadas em processos industriais, conceitos como a P+L e outras ferramentas ambientais foram ganhando notoriedade no cenário social sendo direcionadas às atividades em vários segmentos. Este crescimento relaciona-se à tendência de priorização de práticas preventivas, em detrimento das corretivas (FURTADO, 1999).

Segundo Kiperstok *et al* (2001), a partir da década de 70, cresce a busca por “processos mais limpos”, consolidando-se nos anos 1990, demonstrando conscientização e tendência para o desenvolvimento de atividades humanas com

comprometimento ambiental. Um dos benefícios na utilização de processos mais limpos é o econômico, identificado como uma das principais vantagens e incentivo na aplicação dos conceitos de proteção ambiental.

Produção Limpa, Produção mais Limpa, Tecnologias mais Limpas, controle na fonte e redução na fonte, utilizam os mesmos instrumentos para alcance dos seus objetivos. Essencialmente, são ferramentas de gestão para a produção de bens e serviços que modificam o modo de pensar em relação às questões de prevenção da poluição e gestão ambiental (MARINHO, 2001; FURTADO, 1999). Essas ferramentas defendem, dentre outros, a exploração sustentável de fontes de matérias-primas, a redução no consumo de água e energia, e a utilização de indicadores de desempenho ambiental (COELHO, 2004).

Atualmente é possível encontrar várias abordagens promovidas por entidades nacionais e internacionais:

- *PP ou P2 – Prevenção da Poluição (Prevention Pollution)*, divulgada pela *EPA – Environmental Protection Agency*;
- *P+L - Produção mais Limpa (Cleaner production)*, desenvolvida pela *UNIDO – United Nations for Industrial Development*, e *UNEP – United Nations Environmental Program*;
- *PL – Produção Limpa*, defendida por organizações ambientalistas e vários Centros de P&D – Pesquisa e Desenvolvimento.

Os modelos de gestão ambiental atual possuem uma abordagem de gestão de “fim de tubo”, que utilizam exclusivamente as tecnologias de tratamento e disposição de resíduos e são baseados no Controle da Poluição. As estratégias de fim de tubo empregadas tradicionalmente consideram que a geração de resíduos é inerente a qualquer processo produtivo sendo possível apenas realizar o tratamento desses resíduos para o descarte no meio ambiente (MARINHO, 2001).

O controle da poluição impede o aumento dos níveis de degradação ambiental, por isso auxilia na melhora da qualidade ambiental, entretanto essa estratégia não avalia a causa da poluição. Além disso, resíduos resultantes do processo de tratamento ainda são gerados, e em algumas situações a poluição é transferida de um local para outro o que cria a ilusão de que o problema de resíduo foi resolvido (SHEN, 1995).

As estratégias de fim de tubo são ineficientes, principalmente, devido à (CNTL, 2003):

- Fatores financeiros: a proteção do meio ambiente é um fator responsável pelo aumento de custo financeiro para as empresas que investem em métodos para o tratamento dos resíduos gerados e em gerenciamento de resíduos. Os serviços de remediação da degradação ambiental também possuem um alto custo.

- Demanda de matéria-prima: apesar do conhecimento sobre uma possível exaustão dos recursos naturais, a demanda por matérias-primas continua em crescimento.

- Gestão dos resíduos: muitas vezes os resíduos não são eliminados, sendo apenas confinados ou dispostos no meio ambiente, fazendo com que ainda haja impacto negativo ao meio ambiente. Ainda há a comercialização de lixo industrial e a transferência de produtos perigosos entre regiões, apesar da proibição dessa prática.

- Novos produtos disponíveis: a produção de novos compostos químicos sintéticos muitas vezes gera resíduos biopersistentes que não são degradados naturalmente ou requerem centenas de anos para completar a degradação. Há também ausência de estudos que avaliem os limites da bioconversão desses resíduos no meio ambiente quando são lançados no ar, no solo, nos rios e mares.

A gestão ambiental com foco em programas como a P+L derruba o paradigma de que resíduos são inevitáveis na produção e são inerentes a todo processo produtivo. Ainda, assume o novo modelo de que gerar resíduos representa uma ineficiência do processo produtivo, pois transforma as matérias-primas e os insumos, com alto valor agregado, em resíduos que possuem baixo ou nenhum valor. Os resíduos gerados também podem adicionar mais custos ao processo produtivo, quando são tratados e dispostos devidamente devido aos gastos com centrais de tratamentos.

Técnicas de Fim de Tubo	Produção mais Limpa
Pretende reação.	Pretende ação.
Os resíduos, os efluentes e as emissões são controlados através de equipamentos de tratamento.	Prevenção da geração de resíduos, efluentes e emissões na fonte. Procurar evitar matérias-primas potencialmente tóxicas.
Proteção ambiental é um assunto para especialistas competentes.	Proteção ambiental é tarefa para todos.
A proteção ambiental atua depois do desenvolvimento dos processos e produtos.	A proteção ambiental atua como uma parte integrante do projeto do produto e da engenharia de processo.
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico.	Os problemas ambientais são resolvidos em todos os níveis e em todos os campos.
Não tem a preocupação com o uso eficiente de matérias-primas, água e energia.	Uso eficiente de matérias-primas, água e energia.
Leva a custos adicionais	Ajuda a reduzir custos.

Quadro 1 – Comparação entre práticas que utilizam técnicas de Fim de Tubo e técnicas de Produção mais Limpa (P+L)

Fonte: CNTL, 2003

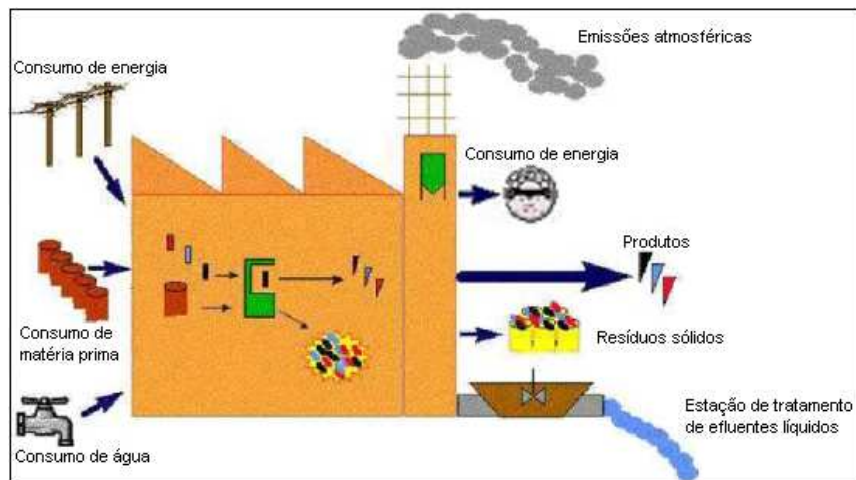


Figura 4 – Esquema de uma indústria antes da implantação da Produção mais Limpa (P+L) onde há um grande consumo de matéria-prima e descarte de resíduo. A prioridade era dada no tratamento desses resíduos

Fonte: CNTL, 2003

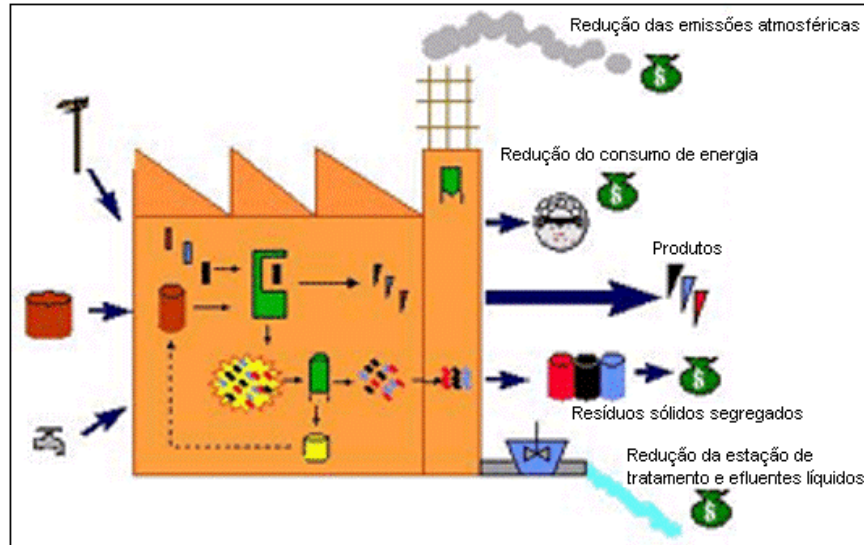


Figura 5 – Esquema de uma indústria depois da implantação da Produção mais Limpa (P+L) com pouco consumo de matéria-prima, segregação correta dos resíduos e ganhos financeiros para a empresa
Fonte: CNTL, 2003

A P+L é um programa das Nações Unidas desenvolvido para apoiar empresas a serem geridas segundo o conceito de ecoeficiência, que está calcado no objetivo de maior oferta de produto e serviço com qualidade e menor impacto ao ambiente (BARATA *et al*, 2007). Trata-se de um processo de produção e/ou geração de conhecimento o qual se dá através da minimização do consumo de matérias-primas, água e energia, e geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, sem que isto afete o seu produto final.

A implantação de P+L como prática de ecoeficiência contribui para a responsabilidade social, sustentabilidade e melhoria da imagem da instituição de ensino e pesquisa, quando esta responde a nova exigência social por produtos e processos ambientalmente corretos (SEBRAE, 2010).

As técnicas de P+L consistem em uma série de medidas que podem ser implementadas na empresa, compreendendo desde uma simples mudança de procedimento operacional, até uma mudança de processo, ou tecnologia. Essa metodologia admite diversos níveis de aplicação junto às empresas, desde o simples ato de refletir criticamente sobre as possibilidades de melhoria de seus processos, até a efetiva implementação de um programa P+L, e pretende integrar os objetivos ambientais aos processos de produção para reduzir os resíduos e as emissões em termos de quantidade e periculosidade (RENSI & SCHENINI, 2006).

Segundo Cardoso (2004), a P+L aplica-se a:

- Processos de produção: conservação de matéria-prima e energia, eliminação de matérias-primas tóxicas e redução da quantidade e toxicidade dos resíduos e emissões;
- Produtos: redução dos impactos negativos ao longo do processo de produção do produto, desde a extração das matérias-primas até a disposição final;
- Serviços: incorporação dos conceitos ambientais no projeto e na distribuição dos serviços.

As empresas tendem a dar mais ênfase aos procedimentos operacionais visto que têm menor custo, fazendo com que seja mais frequente o uso de alguma engenharia adaptativa, preservando os projetos e as patentes originais, sem promover uma mudança mais efetiva no processo produtivo (RENSI & SCHENINI, 2006). A Figura 6 mostra como o programa P+L deve ser conduzido.

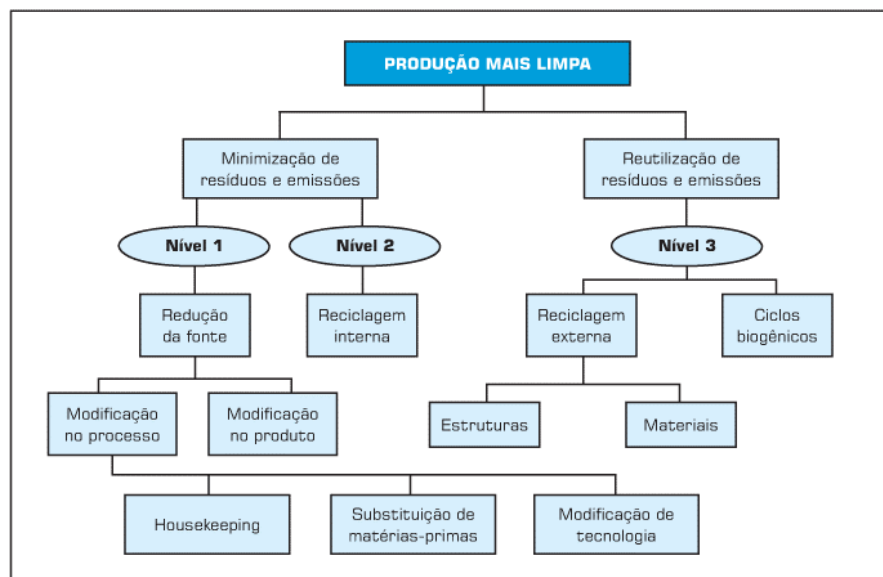


Figura 6 – Estratégias da Produção mais Limpa (P+L)
Fonte: SEBRAE, 2010

A prioridade da P+L é evitar a geração de resíduos e emissões (nível 1) e está no topo (à esquerda) do fluxograma. Os resíduos que não podem ser evitados devem, preferencialmente, ser reintegrados ao processo de produção da empresa (nível 2) e na sua impossibilidade, devem ser tomadas medidas de reciclagem fora da empresa (nível 3).

A prática do uso da Produção mais Limpa leva ao desenvolvimento e implantação de tecnologias limpas nos processos produtivos e para isso podem ser

utilizadas várias estratégias, tendo em vista metas ambientais, econômicas e tecnológicas. A priorização destas metas é definida em cada local em que se pretende realizar o programa, ou seja, dependendo do caso, podem-se ter os fatores econômicos como ponto de sensibilização para a avaliação e definição de adaptação de um processo produtivo e a minimização de impactos ambientais passando a ser uma consequência, ou inversamente, os fatores ambientais serão prioritários e os aspectos econômicos se tornarão consequência (CNTL, 2003).

O CNTL, por meio de uma metodologia desenvolvida e apoiada pela UNIDO, oferece aos setores produtivos alternativas para a identificação de técnicas de P+L, que implantadas em processos permitem a minimização de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, eficiência no uso da energia e racionalização no emprego da água. A implantação de um Programa de P+L em um processo produtivo segue uma sequência de etapas (CNTL, 2003):

1) Planejamento e Organização

- Obter comprometimento e envolvimento da alta direção – sensibilizar a gerência é fundamental para o sucesso do programa que depende do comprometimento da empresa.
- Estabelecer a equipe do projeto (*ecotime*) – o *ecotime* é um grupo de trabalho formado por profissionais da empresa que tem como objetivo conduzir o programa P+L, através da identificação de oportunidades, monitoramento do programa, entre outros.
- Estabelecer a abrangência da P+L – é necessário definir se o programa incluirá toda a empresa, ou apenas um setor, etc.
- Identificar barreiras e soluções – identificar as barreiras que serão encontradas durante o desenvolvimento do programa e buscar soluções para superá-las

2) Pré-avaliação e Diagnóstico

- Desenvolver o fluxograma do processo – a análise do fluxograma permite a visualização e a definição do fluxo qualitativo de matéria-prima, água e energia no processo produtivo, visualização da geração de resíduos durante o processo, sendo possível a obtenção de dados necessários para a formação

de uma estratégia de minimização da geração de resíduos, efluentes e emissões.

- Avaliar as entradas e saídas – quantificação de entradas (matérias-primas, água energia e outros insumos) e saídas (resíduos, efluentes, emissões, subprodutos e produtos)
- Selecionar o foco da avaliação da P+L – selecionar entre todas as atividades e operações da empresa o foco de trabalho através de análises de regulamentos legais, quantidade de resíduos gerados, toxicidade dos resíduos e custos envolvidos.

3) Avaliação de P+L

- Originar um balanço material e de energia – Análise quantitativa de entradas e saídas, obtenção de dados da situação ambiental da empresa e de dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento de entradas e saídas.
- Conduzir uma avaliação de P+L – são avaliadas pelo *ecotime* as causas de geração dos resíduos na empresa.
- Gerar opções de P+L – com base nas causas de geração de resíduos é possível realizar modificações em vários níveis de atuação e aplicações de estratégias visando ações de P+L.
- Selecionar opções de P+L – Deve ser dada prioridade a medidas que busquem eliminar ou minimizar resíduos, efluentes e emissões no processo produtivo onde são gerados.

4) Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental

- Avaliação técnica – é importante considerar o impacto da medida proposta sobre o processo, produtividade e segurança, testes de laboratório ou ensaios e experiências de outras companhias.
- Avaliação econômica – considerar os investimentos necessários, os custos operacionais e receitas do processo existente e os custos operacionais, receitas projetadas das ações a serem implantadas e a economia da empresa com a redução/eliminação de multas.

- Avaliação ambiental – é considerado a quantidade de resíduos, efluentes e emissões que será reduzida, a qualidade dos resíduos, efluentes e emissões que tenham sido eliminados, verificar se estes contêm menos substâncias tóxicas e componentes que podem ser reutilizados.
- Selecionar as opções a serem implementadas – os resultados encontrados durante a atividade de avaliação técnica, ambiental e econômica possibilitarão a seleção das medidas viáveis de acordo com os critérios estabelecidos pelo *ecotime*.

5) Implementação de Opções e Plano de Continuidade

- Preparar plano de implementação de P+L.
- Implementar as opções de P+L – nesta etapa é importante considerar as especificações técnicas detalhadas.
- Monitorar e avaliar – deve-se avaliar quando e por quanto tempo monitorar as mudanças, quando fazer a avaliação do progresso, quando a opção deve ser implantada, quanto tempo deve durar o período de testes e qual é a data de conclusão da implementação.
- Sustentar atividades de P+L – aplicação da metodologia de trabalho e da criação de ferramentas que possibilitem a manutenção da cultura estabelecida, bem como sua evolução em conjunto com as atividades futuras da empresa.

Os modelos acima implicam em transparência, abertura das informações pelas empresas e locais onde se pretende implantar o programa, e a publicação de relatórios com o objetivo de contribuir para a elevação dos padrões ambientais (ANDRADE, MARINHO & KIPERSTOK, 2001). Para a empresa, a conquista de novas tecnologias, significa uma inovação, que requer estudos e trabalhos de assimilação e adoção, fazendo com que a implantação da P+L seja um diferencial competitivo em relação às outras empresas (SAENZ, 2002). O que tradicionalmente é visto como “constrangimento ambiental” pode ser transformado em novas “oportunidades de negócios” por uma empresa inovadora.

Como em qualquer projeto, a decisão de investir em P+L depende da relação custo-benefício do investimento. Comparando as mudanças que ocorrem na

estrutura de custos de uma empresa em duas situações possíveis, quando não há e quando há investimento em P+L (Figura 7), verifica-se que neste último caso os custos decrescem significativamente com o tempo, resultado dos benefícios gerados a partir do aumento da eficiência dos processos, do uso eficiente de matérias-primas, água e energia, e da redução de resíduos e emissões geradas (CNTL, 2003).

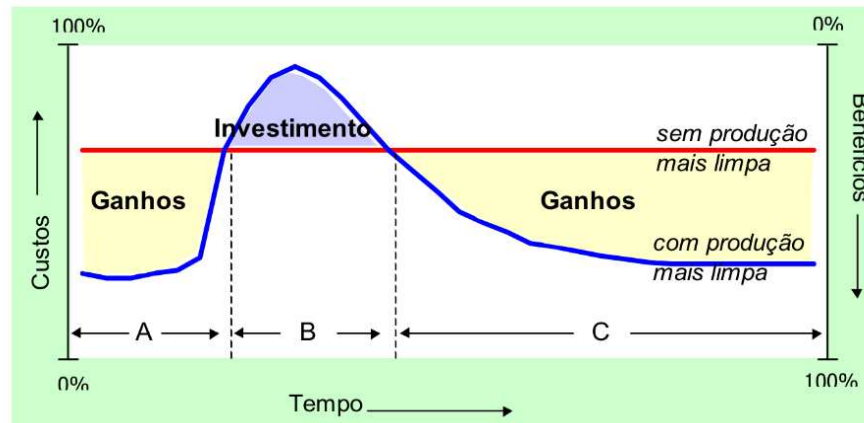


Figura 7 – Benefícios econômicos da Produção mais Limpa (P+L)
Fonte: CNTL, 2003

Como pode ser observado na figura, quando não há investimentos - a estrutura de custos totais não apresenta variações substanciais ao longo do tempo (linha vermelha). Quando são implantadas ações de P+L, a princípio, ocorre uma redução dos custos totais pela adoção de medidas sem investimento, como por exemplo, ações de boas práticas operacionais (CNTL, 2003).

Algumas barreiras foram identificadas no desenvolvimento de ações P+L nas empresas, tais como: falta de interesse e participação limitada das indústrias na implementação das ações; falta de informação e atitude dos gerentes; deficiências nas áreas de gestão de processos e ambiental, principalmente nas pequenas e médias empresas, devido à deficiência na organização e análise rotineira de dados operacionais relacionados ao uso de recursos (água, energia e matérias-primas), aos processos e às emissões de poluentes (líquidos, sólidos e gasosos). Outra barreira encontrada é a baixa capacidade de investimentos das organizações, dificultando o acesso a tecnologias limpas devido ao seu alto custo frente às opções de controle corretivo (CETESB, 2005).

Em relação às dificuldades externas na implementação da P+L podem ser destacadas a falta de comprometimento do governo na priorização de ações de P+L; dificuldade em manter e desenvolver centros de pesquisa dedicados ao

conhecimento de tecnologias limpas e materiais alternativos; inserção insuficiente da P+L nas políticas públicas e em instrumentos legais para implementação de ações de P+L em empresas públicas e privadas; divulgação insuficiente ou pouco eficaz sobre benefícios e oportunidades de utilizar práticas de P+L e casos de sucesso em P+L.

1.5.1 Antecedentes da Produção mais Limpa

Um mecanismo legal para indução de ações de P+L é o licenciamento ambiental. Na maioria dos países, é obrigatória a emissão de licença ambiental para atividades potencialmente impactantes ao meio ambiente, nas etapas de implantação, construção e operação dos empreendimentos. A incorporação de ações de P+L no licenciamento ambiental, visando à melhoria contínua nos processos produtivos e de serviços, vem sendo introduzida em alguns países. No Brasil, alguns Estados estão introduzindo aperfeiçoamentos na legislação para incentivar a melhoria ambiental das atividades, devido à renovação periódica de licenças de operação, conforme indicado por legislação federal em 1997 (CETESB, 2005).

Em 1997, foi realizada a Conferência Latino-Americana para o Desenvolvimento Sustentável e Competitividade, onde o então, presidente do Brasil, Fernando Henrique Cardoso, deu um depoimento estimulando as empresas a aderirem a programas de Produção mais Limpa como alternativa de aumento de competitividade e sustentabilidade (CETESB, 2005).

Em 1998, a CETESB promoveu a “Conferência das Américas sobre Produção Limpa” onde foi assinada a Carta de São Paulo, pelos governos dos EUA, Chile, Brasil, Costa Rica e Jamaica. Esta Conferência instituiu a consideração da Produção mais Limpa (P+L) e Prevenção da Poluição como elementos norteadores para a política e legislação ambiental no planejamento estratégico das empresas e organizações não governamentais (PIO, 2000).

A partir de 1998, o CNTL-SENAI/RS e o CEBDS (Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável), junto com o SEBRAE nacional e outras instituições, promoveram a formalização da Rede Brasileira de Produção mais Limpa, através da formação de quatro Núcleos de Produção mais Limpa no Brasil

(NPLs), sediados nas Federações das Indústrias dos Estados da Bahia, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais.

Esses núcleos têm a função de repensar a relação entre o processo produtivo e meio ambiente, levando-se em consideração o aumento da ecoeficiência e da produtividade, e fomentam o processo de aplicação da metodologia P+L em empresas de diferentes portes e segmentos industriais. O programa dos Centros Nacionais de Produção mais Limpa (*National Cleaner Production Centres – NCPC*), uma iniciativa conjunta entre a UNIDO e UNEP, surgiu em 1994 para promover práticas de P+L em países não desenvolvidos e em desenvolvimento (CNTL, 2003). A partir daí, foram criados 23 NCPCs, como mostra a figura abaixo (Figura 8).



Figura 8 – Centros nacionais de Produção mais Limpa (P+L) no mundo
Fonte: CNTL, 2003

1.5.2 Produção mais Limpa em Laboratórios de Pesquisa

A prática da pesquisa em ciências biomédicas traz benefício para a população, mas, em contrapartida, gera resíduos de natureza química e biológica que podem ser danosos ao ambiente e à população quando não tratados e descartados corretamente. As IES necessitam ser gerenciadas de modo a evitar falhas no processo de aquisição, disposição, manejo e descarte dos materiais e insumos usados na pesquisa, para assegurar a qualidade da pesquisa e do ensino, a segurança do pesquisador, do estudante, dos demais profissionais nela envolvidos e da população, além da minimização de desperdício.

Em diversos setores, a introdução da P+L tem demonstrado que essa prática traz benefícios em relação ao gerenciamento ambiental e a redução de custo

(NETTO, 2002; TEIXEIRA, 2006). A instituição pode apresentar um ganho econômico através da redução do desperdício de matéria-prima e demais insumos utilizados na pesquisa. A P+L pode também promover a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias e processos de produção com perspectivas marcantes para o futuro das empresas (REDE BRASILEIRA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA, 2010).

Muito se discute sobre a gestão de Resíduos Sólidos de Saúde com adoção de soluções de fim de tubo, entretanto a pesquisa “Diagnóstico da Situação da Gestão Ambiental nas Indústrias do Estado do Rio de Janeiro” realizada pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 2011), e a Fundação Getúlio Vargas (FGV), mostrou que é possível adotar uma nova postura em relação ao meio ambiente com a busca pela inovação por meio da ecoeficiência, gerando aumento da produtividade com menor consumo de insumos e reduzida geração de resíduos.

Práticas de produção limpa ajudam o instituto e os laboratórios a atender a legislação de forma objetiva. Para iniciar o programa de Pesquisa mais Limpa é preciso compromisso da alta administração e dos chefes dos laboratórios do instituto de pesquisa. Por se tratar de um programa gerador de mudanças, é preciso sensibilizar os demais pesquisadores e estudantes, e todos que trabalham dentro do ambiente laboratorial, bem como do corpo gestor do instituto. Isso pode ser realizado através da conscientização da força de trabalho do instituto sobre a relevância da sustentabilidade ambiental, e dos resultados positivos para seu trabalho que podem ser obtidos através da ecoeficiência e da implantação da P+L (REDE BRASILEIRA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA, 2010).

Por ser um programa cujo objetivo é gerar mudanças nos processos e no comportamento daqueles que trabalham em atividades laboratoriais, certa resistência pode ser criada por parte dos pesquisadores. Uma forma de superar esta resistência é a criação de ferramentas técnicas que demonstrem aos administradores dos laboratórios que a gestão inadequada dos resíduos resulta em múltiplas perdas. Estas perdas são repassadas para a sociedade e o meio ambiente e representam custos relativos à disposição final dos resíduos gerados, referentes à aquisição da matéria-prima e/ou insumos que geraram os resíduos e custos relativos à coleta e armazenamento temporário para a instituição, além das sanções administrativas, civis e penais previstas na legislação (CARRAMENHA, 2005).

Ao elevar o atendimento à legislação vigente, os Serviços de Saúde como os laboratórios de pesquisa, poderão reduzir o desperdício, o consumo de matérias-primas e energia, redirecionando seus recursos financeiros para o atendimento à pesquisa e à população, além de beneficiar o ambiente (CARRAMENHA, 2005). Os Serviços de Saúde são empresas, por isso são sujeitos às mesmas pressões sociais e legais das indústrias, porém, com outro ritmo e abordagem sendo que seu tempo de resposta ao cumprimento das exigências ambientais é mais lento.

A escolha pela inovação possibilita, aos Serviços de Saúde, a redução da geração de resíduos, seja por meio de revisão ambiental das entradas e saídas das atividades, identificando consumos de energia, água e a carga de principais poluentes e resíduos, ou por meio da adoção de estratégias de ação voltadas para a melhoria de desempenho ambiental propostas, com a aplicação de métodos que visem à redução da geração de resíduos com a finalidade de aumentar a eficiência ecológica da instituição, utilizando em maior escala possível os materiais e a energia dos processos produtivos para garantir não só a integridade do ambiente como também a competitividade destas instituições (DETTENKOFER *et al*, 2003 e KIPERSTOK *et al*, 2001).

Faria & Pacheco (2007) mostraram o quanto o tema P+L vem sendo discutido nas universidades públicas brasileiras. O estudo teve como objeto as empresas que estão realizando parcerias com universidades, com cursos de pós-graduação, para implantação de P+L. O resultado mostrou um crescimento na quantidade de trabalhos produzidos nas universidades, bem como a ampliação da disseminação do conceito e do interesse dos empresários pela urgência no desenvolvimento de soluções para questões ambientais.

É importante para a universidade tomar a iniciativa de formar parcerias com outros setores da sociedade, de modo a desenhar e implementar abordagens, estratégias e planos de ação coordenados em torno da P+L. Além disso, para que o objetivo de implementar uma gestão ambiental de qualidade seja efetivado, às vezes se faz necessária a contratação de uma empresa ou a associação de uma outra instituição que dê suporte às atividades desenvolvidas para que o trabalho tenha credibilidade (CHRISTENSEN *et al*, 2009).

Nesta seção do trabalho foram apresentados os pressupostos teóricos necessários para a realização desta pesquisa, utilizando-se de um estudo de caso e uma IES, cuja metodologia será apresentada, a seguir.

2. METODOLOGIA

2.1. Tipo de pesquisa e delimitação do estudo

Esta dissertação realiza um estudo com abordagem qualitativa, através de estudo de caso, onde se enfatiza a necessidade de reconhecer a característica do objeto pesquisado desenvolvendo uma compreensão profunda de certos aspectos que não são considerados nas pesquisas quantitativas, conforme Macedo (2003). Para Goldenberg (1977), o estudo de caso de uma situação específica não permite a generalização das conclusões que este possa conduzir, mas pode fornecer subsídios para o estabelecimento de comparações com outras situações similares.

Este é um estudo observacional do tipo exploratório no qual se realiza uma avaliação ambiental de um ambiente laboratorial, sob o enfoque da P+L. O Laboratório de Transmissores de Leishmaniose (LTL), um serviço de referência do Instituto Oswaldo Cruz (IOC) situado no bairro Manguinhos no Rio de Janeiro, foi selecionado para o estudo. Esta seleção foi devida à atuação da autora desta dissertação dentro do Programa de P+L que está sendo implantado nos laboratórios do IOC desde 2007. O objetivo deste trabalho foi confrontar os processos de trabalho existentes no caso estudado com as propostas de P+L, identificando lacunas e oportunidades de intervenção.

Para tal, foi realizada a revisão bibliográfica e documental, além de observações em campo, consultas a registros de descrições dos ambientes, aplicação de questionários e entrevistas com o interlocutor da gestão ambiental do IOC.

O modelo do questionário utilizado na pesquisa (conforme o Apêndice) foi baseado naquele desenvolvido pela *United Nations for Industrial Development* (UNIDO) (SEBRAE, 2010), e está embasado na gestão de resíduos e desperdícios energéticos e de materiais, tendo como princípio a Prevenção da Poluição (CNTL, 2000).

Na avaliação dos resultados considerou-se os tipos de técnicas de acordo com os investimentos financeiros necessários, os benefícios alcançados de acordo com valores ambientais e econômicos, assim como as barreiras encontradas para implementação das técnicas e as limitações da metodologia.

2.2. Metodologia P+L

Para a obtenção de dados e de resultados nas opções de melhoria nos processos, foi usada uma sequência de etapas seguindo a metodologia P+L desenvolvida pela UNIDO (CNTL, 2003). Este trabalho será elaborado até a etapa D, e não será realizada a implantação das opções P+L.

A- Planejamento e Organização: Obter comprometimento da gerência e funcionários, estabelecer a equipe do projeto e a abrangência da P+L e identificar possíveis barreiras que poderão ser encontradas durante o desenvolvimento do programa.

B- Pré-avaliação e Diagnóstico: Desenvolver fluxograma de processo, avaliar entradas e saídas, e selecionar o foco da avaliação P+L.

C- Avaliação de P+L: Quantificar entradas e saídas (estoque, armazenamento), avaliar a causa da geração de resíduos e gerar opções P+L.

D- Viabilidade técnica, econômica e ambiental.

E- Implantação de Opções e Plano de Continuidade.

A- Planejamento e Organização:

Após contato com a interlocutora de gestão ambiental do laboratório, foi feito o convite para que o serviço de referência do laboratório fosse o foco desta dissertação. Após a permissão dos chefes do laboratório, foi realizada uma visita para que os objetivos do programa P+L e da dissertação fossem explicados detalhadamente para a interlocutora e, conseqüentemente, para os demais funcionários do serviço de referência do LTL. Na etapa seguinte, a interlocutora mostrou todos os ambientes e equipamentos do serviço de referência e do laboratório de pesquisa LTL.

Esta dissertação terá os resultados focados nos resíduos gerados no laboratório (biológico, químico, perfurocortante e comum) e não abrangerá outros pontos que se encaixam no trabalho com P+L como medição de água e energia.

B- Pré-avaliação e Diagnóstico:

Por e-mail foi enviado um questionário com questões ambientais gerais do laboratório (conforme o Apêndice) e um questionário com questões gerais sobre os procedimentos do serviço de referência. Como contribuição da interlocutora, foram levantadas as seguintes informações:

- Como são realizadas as compras das substâncias utilizadas no desenvolvimento da pesquisa;
- Geração à destinação final dos resíduos (manejo dos resíduos de acordo com o grupo a que pertencem):
 - Identificação adequada (exemplos: avisos de perigo, cor do grupo químico);
 - Manejo adequado na realização da pesquisa (uso do EPI correto);
 - Descarte correto (lixeiras identificadas, sacos adequados, caixas para perfuro cortante, recolhimento do resíduo, tratamento);
 - Frequência do descarte
 - Resíduos separados adequadamente
- Tipo de resíduo (identificação dos grupos)
- Quantificar quantidade de resíduo total no laboratório:
 - Biológico;
 - Químico;
 - Perfurocortante;
 - Comum.
- Responsável pela pesquisa;
- Pessoal envolvido na pesquisa;
- Como é desenvolvida (fluxograma de processo de cada pesquisa realizada no laboratório);
- Utilização correta dos equipamentos de proteção individual.

C- Avaliação de P+L:

A interlocutora de gestão ambiental preencheu também as tabelas a seguir que foram adaptadas do modelo do SEBRAE (2010):

- Quantificação das entradas e saídas

Entradas (matéria-prima)	Laboratório (processos)	Saídas (resíduos)

Matéria-prima	Custo de compra da matéria-prima	Resíduos	Quantidade por mês	Custo da disposição	Custo total

- Análise de perda de matéria-prima

Causas da geração de resíduos	Resíduo 1	Resíduo 2	Demais...
Matéria-prima não empregada			
Perdas devido à evaporação			
Material de vazamentos			
Etc...			

- Análise de toxicidade da matéria-prima

Análise de quantidade		Análise de toxicidade	Análise de requisito legal
Resíduo	Quantidade	É tóxico? (sim ou não)	Existem exigências legais? (sim ou não)

A partir dos resultados obtidos pelas respostas aos questionários e entrevistas, elaboração de fluxogramas e preenchimento das tabelas acima, foi possível realizar um levantamento bibliográfico para encontrar opções de melhoria nos processos realizados no laboratório.

D- Viabilidade técnica, econômica e ambiental:

Após a pesquisa realizada na literatura e a geração de opções P+L, foi realizado um estudo para avaliar a viabilidade econômica e ambiental das propostas de melhoria. Para avaliação da viabilidade técnica, mais uma reunião foi marcada com a interlocutora a fim de discutir a possibilidade de se adotar a metodologia P+L nos processos estudados.

2.3. Localização do estudo de caso

2.3.1. Instituto Oswaldo Cruz (IOC), FIOCRUZ

A Fiocruz tem sua base instalada num campus de 800.000 m² no bairro de Manguinhos, Zona Norte do Rio de Janeiro, onde funcionam nove de suas 15 unidades técnico-científicas e todas as unidades de apoio técnico-administrativas. A instituição, que é vinculada ao Ministério da Saúde, abriga atividades que incluem o desenvolvimento de pesquisas, a prestação de serviços hospitalares e ambulatoriais de referência em saúde, a fabricação de vacinas, medicamentos, reagentes e *kits* de diagnóstico, o ensino e a formação de recursos humanos, a informação e a comunicação em saúde, ciência e tecnologia; o controle da qualidade de produtos e serviços além da implementação de programas sociais.

Criado em 1900 como uma iniciativa pioneira no país para a produção de vacinas, o Instituto Oswaldo Cruz (IOC) é o pioneiro e principal unidade de pesquisa biomédica da instituição. O IOC se destaca como um dos mais avançados institutos em biotecnologia do país e é equipado com recursos tecnológicos de última geração desenvolvendo pesquisas em AIDS, cólera, doença de Chagas, esquistossomose, febre amarela, hepatites, malária, meningites e tuberculose, entre outras. O IOC é amparado pela ação de comissões internas responsáveis por garantir os padrões de biossegurança, de qualidade e de gestão ambiental (Comissão Interna de Gestão Ambiental, CIGAmb).

Na Figura 9 é mostrada a planta de situação da Fundação Oswaldo Cruz.

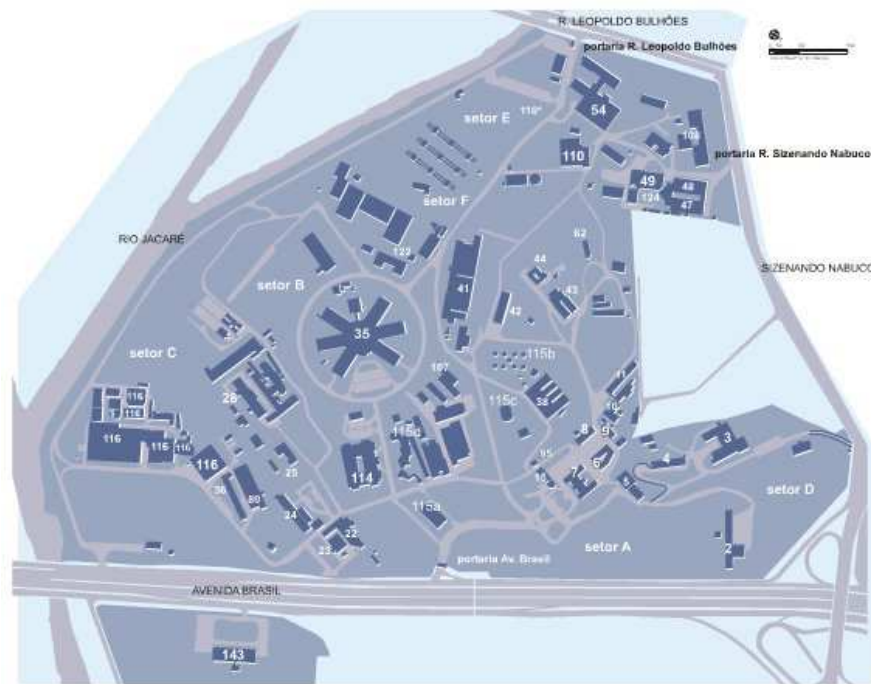


Figura 9 – Mapa da Fundação Oswaldo Cruz, FIOCRUZ.

Legenda: exemplos de numeração dos pavilhões: 2 (Pavilhão Arthur Neiva), 4 (Pavilhão Carlos Chagas), 10 (Pavilhão Gomes de Farias), 11 (Pavilhão Cardoso Fontes), 24 (Pavilhão Rocha Lima), 36 (Pavilhão Hanseníase), 38 (Pavilhão Lauro Travassos) e 108 (Pavilhão 108 e Pavilhão Hélio e Peggy Pereira).

Instituída em 2005, a Comissão Interna de Gestão Ambiental do IOC tem a missão de propor políticas de gestão ambiental às atividades desenvolvidas no IOC, orientando essas atividades quanto aos princípios da sustentabilidade, e a sensibilizar a força de trabalho seguindo a prática dos “4Rs” - Reduzir, Reutilizar, Reciclar, Repensar, contribuindo para a manutenção e melhoria de um ambiente sustentável, para a redução do uso dos recursos naturais e para a prevenção da poluição. A CIGAmb é composta de servidores, funcionários terceirizados e bolsistas nas áreas de administração, química e biologia.

Os laboratórios do IOC possuem interlocutores da gestão ambiental, responsáveis por repassar todos os informes e princípios da gestão ambiental do instituto aos demais, assim como responderem às solicitações feitas pela comissão. Os interlocutores são integrantes dos laboratórios, como pesquisadores, estudantes ou funcionários da parte administrativa que são escolhidos pelo chefe do laboratório para esta função.

Em cada pavilhão do IOC estão localizadas uma ou mais salas de esterilização onde é feito o processo de tratamento do resíduo infectante (biológico), no qual modifica as características dos riscos inerentes aos resíduos, reduzindo ou eliminando o risco de contaminação, de acidentes ocupacionais ou de dano ao meio

ambiente (ANVISA, 2004). O resíduo é então enviado ao local preparado para armazenamento temporário externo ao prédio e em seguida, coletado por funcionários de uma empresa especializada para disposição final (Figura 10).

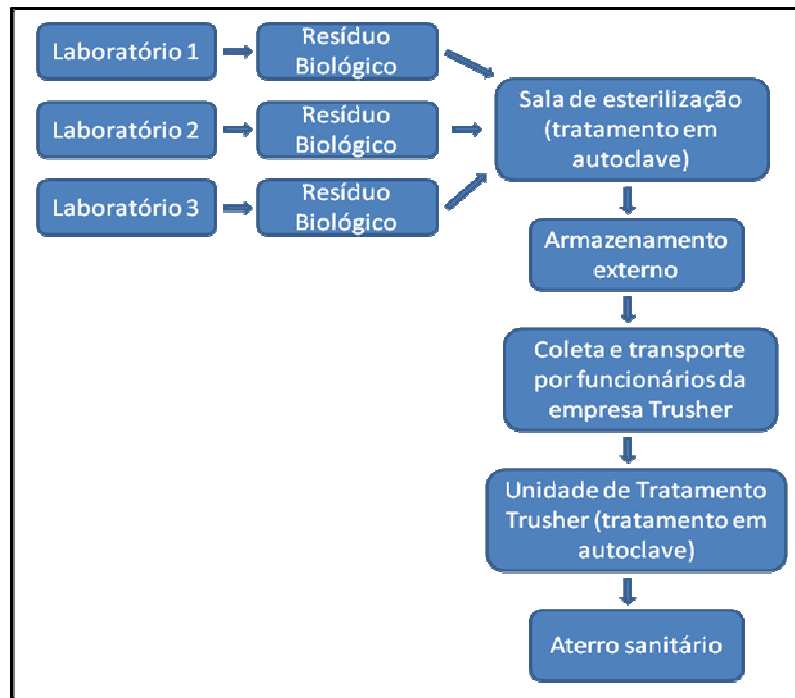


Figura 10 – Esquema simplificado do fluxo de resíduos biológicos (infectantes) no IOC/Fiocruz.

Já o resíduo químico, é armazenado em bombonas e levados ao local para armazenamento temporário de resíduos químicos até que estes sejam levados para a empresa que realiza a incineração (Figura 11).

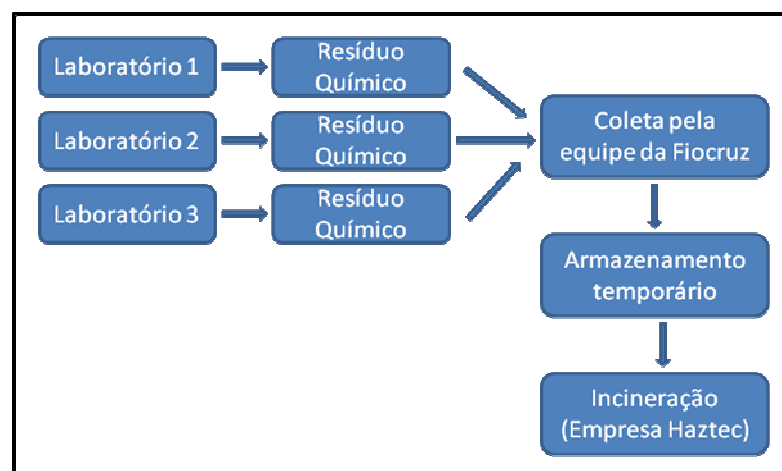


Figura 11 – Esquema simplificado do fluxo de resíduos químicos no IOC/Fiocruz.

2.3.2. Serviço de Referência em Vigilância Entomológica e Taxonomia e Ecologia de Vetores das Leishmanioses do Laboratório Transmissores de Leishmaniose

O Laboratório de Transmissores de Leishmaniose (LTL) está localizado no pavilhão Carlos Chagas do Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz. Este laboratório é atualmente composto por quatro setores: 1) Serviço de Referência em Vigilância Entomológica e Taxonomia e Ecologia de Vetores das Leishmanioses; 2) Pesquisa em Leishmanioses; 3) Setor de Barbeiros e 4) Setor de Moscas.

O objeto deste estudo foi o Serviço de Referência em Vigilância Entomológica e Taxonomia e Ecologia de Vetores das Leishmanioses que possui nível de segurança biológica NB-2 e atuava com cinco funcionários fixos (dois pesquisadores, dois tecnologistas e um técnico) e um funcionário da limpeza contratado por outro setor da Fiocruz.

Este Serviço de Referência desenvolve atividades de campo e de laboratório com o objetivo de identificar os flebotomíneos (Taxonomia dos insetos). Além disso, também é realizada a qualificação de pessoal externo ao laboratório através de cursos de atualização e capacitação realizados dentro e fora do IOC. Também são feitas consultoria e assessoria técnica por meio de fornecimento de kit's de insumos para taxonomia, fornecimentos de informações técnicas sobre reagentes químicos e equipamentos de proteção coletiva (usados na taxonomia), diagnóstico de espécies, assessoria sobre Leishmaniose Visceral, assessoria em avaliação ambiental com ênfase em Leishmaniose no RJ, consultoria ao Programa de Prevenção e Controle para Leishmanioses, entre outros.

RESULTADOS

Etapa B - Pré-avaliação e Diagnóstico:

B.1. Visita ao laboratório

A visita ao laboratório foi realizada em abril de 2012. A Figura 12 mostra um esquema simplificado do LTL.

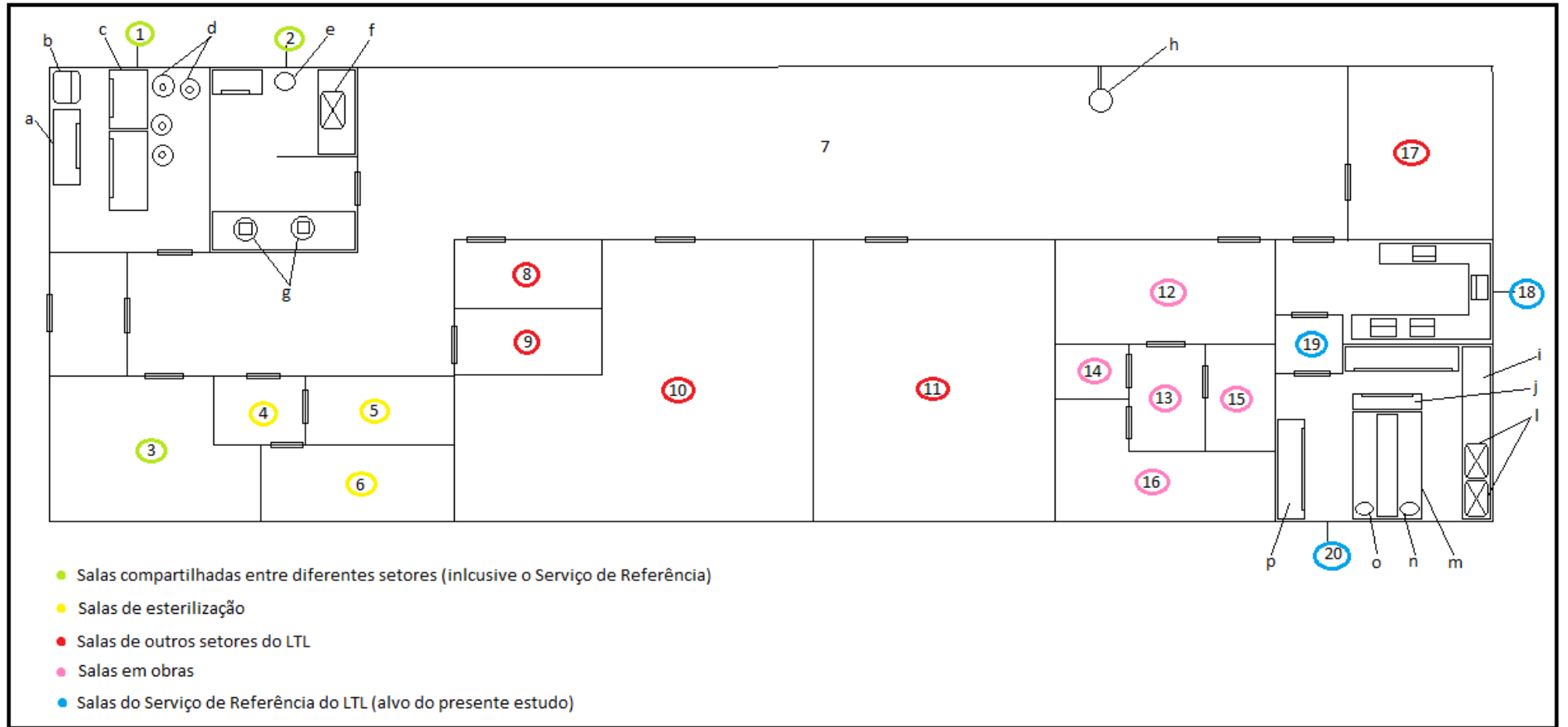


Figura 12 - Croqui simplificado do Laboratório de Transmissores de Leishmaniose (LTL).

A sala representada pelo número 1 (sala 03) é compartilhada entre diferentes setores do LTL e outros três laboratórios do IOC. Esta sala possui: a) armário para produtos químicos inflamáveis; b) freezer -70°C; c) armário para produtos químicos e; d) botijões de nitrogênio.

O número 2 representa a sala 10 que é compartilhada entre o Serviço de Referência e o setor de Pesquisa do LTL e possui: e) um contentor para resíduo químico; f) capela de exaustão de gases; g) microscópios.

As salas com números 5 e 6 são os dois ambientes da sala de esterilização, um de descarte de material e o outro os equipamentos de purificação de água, produção de gelo, esterilização (autoclave), estufa e cuba para lavagem de vidraria respectivamente.

As salas 8 e 9 são escritórios e as salas 10, 11 e 17 são de outros setores do LTL.

O corredor (número 7) possui um chuveiro e lava-olhos para emergências (letra h).

O número 12 (sala 37) é um escritório.

As salas representadas pelos números 13, 14, 15 e 16 estavam em reforma no dia da visita ao laboratório e serão destinadas a paramentação, sala complementar ao insetário (sala 39), sala de infectório (sala 42) e sala de criação de flebotomíneos (sala 40) respectivamente.

Os números 18, 19 e 20 são ambientes do Serviço de Referência. A sala 18 (sala 43) é o escritório, a sala 19 (sala 44) é a sala de paramentação e a sala 20 (sala 45) atende as práticas do Serviço de Referência e possui: i) bancada de aço inox; j) armário para lâminas; l) capelas de exaustão de gases; m) bancadas; n) contentor de resíduo químico; o) caixa para descarte de resíduo perfurocortante e; p) armários.

A primeira sala visitada, sala 03, contempla botijões de nitrogênio (armazenamento e transporte), conforme Figura 13, contendo *freezer* -70 °C e armários de produtos químicos (inflamáveis, corrosivos, etc). A sala é compartilhada com dois outros setores do LTL e com outros três laboratórios.



Figura 13 – Armário de inflamáveis
Fonte: Adriana Zwetsch

A sala de microscopia (sala 10) foi a segunda sala visitada e é compartilhada entre o Serviço de Referência e a Pesquisa em Leishmanioses. Este ambiente é pequeno e contempla equipamentos especiais de microscopia numa bancada única que são destinados a morfologia (analisador de imagens/digital, Microscópio Estereoscópio e Microscópio Óptico) todos com lentes milimetradas e câmera clara para desenho. Numa subdivisão desta sala, há uma capela de exaustão de gases para etapas da taxonomia de flebotomíneos, conforme Figura 14. Havia um contentor com a identificação de “depósito de resíduos químicos” com saco de material biológico autoclavável e, segundo informação da própria interlocutora, esse resíduo (resíduo biológico e jalecos, luvas, papel absorvente com resquícios de soluções usadas na taxonomia de flebotomíneos) é levado para a sala de esterilização e, posteriormente identificado e descartado como resíduo extraordinário.



Figura 14 – Capela de exaustão de gases
Fonte: Adriana Zwetsch

A sala de esterilização foi a terceira visitada e contempla dois tipos de ambientes, um destinado ao material de descarte (preparação do resíduo para o descarte, neutralização por autoclavação) e outro, que contempla os equipamentos de purificação de água, produção de gelo, esterilização (autoclave), estufa e cuba para lavagem de vidraria.

Em seguida, foram visitadas as salas onde são realizados os procedimentos com material biológico e é utilizado pela parte de Pesquisa em Leishmaniose. Ao entrar, chegamos ao ambiente destinado para o escritório (sala 37) onde ficam pesquisadores e técnicos da pesquisa que é contíguo ao ambiente de laboratório. Passamos por uma sala destinada a paramentação, contendo um lavatório e um gabinete com jalecos novos. Os jalecos em uso são identificados com nome e data e ficam depositados em cabides, conforme Figura 15.



Figura 15 – 1) Estrutura para higienização das mãos; 2) Entrada do laboratório

Na primeira delas, sala 42, é denominada infectório e apresenta uma bancada úmida (uma cuba), uma ampla bancada para equipamento de microscopia, além de espaço vago para técnicas. Tem uma cabine de segurança biológica e, na parte superior da porta, apresenta cortina de vento. O ambiente tem armários e gabinetes (com EPI, vidrarias, materiais, equipamentos) e mais de um contentor para descarte de material biológico e também embalagem de descarte de material perfurocortante. A outra sala (sala 40) é destinada a criação de flebotomíneos/insetário, onde os insetos são criados e mantidos em colônias. É um ambiente muito específico que tem características ambientais controladas (temperatura e umidade), além de controle especial de profissionais e acesso. Estes ambientes estão em processo de adaptação ambiental, com obras de infraestrutura, por isso não estão sendo utilizados neste momento. Existe uma pequena sala 39 que é um ambiente complementar as dinâmicas do insetário.

A última sala visitada contempla o ambiente do Serviço de Referência, também se trata de um ambiente contíguo, cujo acesso inicial do corredor dá entrada a um grande ambiente (sala 43) de escritório, que é ocupado pelos estudantes e o técnico do laboratório de referência. A sala 44 é uma antesala, destinada à paramentação, assim como foi descrito anteriormente para a sala 38, que tem lavatório de acionamento por sensor de movimento para lavagem das mãos, dispositivo de papel toalha e sabonete líquido, recipiente de resíduo comum, para o papel toalha, um gabinete que armazena jalecos NB2 e estojo de caneta, para o registro do nome dos usuários. Jalecos em uso, identificados com nome do usuário e data, ficam em cabides na parede.

A sala seguinte, 45, atende as práticas do Serviço de Referência e possui bancada úmida (duas cubas) e ampla bancada de aço inox que é destinada as práticas com flebotomíneos. O ambiente tem armários inferiores e aéreos, além de três armários individuais, todos identificados. Possui ainda dois equipamentos de proteção coletiva (EPC) do tipo capela de exaustão de gases para etapas da taxonomia de flebotomíneos.

Neste ambiente, conforme mostrado na Figura 16, foram observadas duas embalagens de descarte de material biológico, sacos de material biológico autoclaváveis e caixa de descarte de material perfurocortante, um recipiente para descarte de material comum, além de um contentor identificado “depósito de resíduos químicos” com saco de material biológico autoclavável, destinado a receber

resíduo biológico como jalecos, luvas, papel absorvente com resquícios de soluções usadas na taxonomia de flebotomíneos.

Havia também um armário de madeira branco destinando a receber em seu interior caixas de lâminas, que são uma pequena coleção de consulta e treinamento, onde mediante solicitação pode acontecer a doação de exemplares. O outro armário branco deste ambiente destina-se a manutenção de bandejas com as lâminas em processo de secagem. E o terceiro armário branco, destina ao armazenamento de amostras.

Nessa sala são desenvolvidas as técnicas de taxonomia de flebotomíneos e o resíduo gerado no processo de triagem (uma das etapas) é exclusivamente biológico (outros insetos) e nas etapas subseqüentes, de diafanização e clarificação, o resíduo gerado é químico. Na etapa de montagem da lâmina, a produção de resíduo é mínima, pois se usa menos de uma gota de solução para fixar o espécime, entre lâmina e lamínula.

A interlocutora informou que após a identificação e divulgação do diagnóstico, existe o processo de lavagem de vidraria, onde a lâmina é limpa e reutilizada, mas nem sempre é possível reutilizar a lamínula, pela fragilidade do material. Existe um processo de fracionamento de uma lamínula em 4 pedaços menores, isso dado o diminuto tamanho do inseto a ser fixado. O que reduz o uso de solução química e oportuniza um melhor aproveitamento dos recursos materiais. Esses resíduos oriundos do processo de limpeza, assim como aqueles de limpeza de bancadas e pias, são descartados em recipientes identificados para resíduo químico líquido ou químico sólido no descarte de papel toalha, jaleco e luvas que entraram em contato produtos e/ou soluções químicas.



Figura 16 – 1) Frascos de descarte para resíduos químicos líquidos; 2) Embalagem de descarte de resíduo químico sólido; 3) Embalagem de descarte de perfurocortante
Fonte: Adriana Zwetsch.

B.2. Análise de gastos e redução do consumo de material no LTL:

O serviço de referência analisado tem um sistema de avaliação e acompanhamento dos custos, em construção desde 2007, quando ocorreram as primeiras análises e registros. Esse processo se deu através de análises do acervo documental e observações diretas com levantamento dos reagentes químicos e agentes biológicos. A seguir, serão mostradas algumas iniciativas para controle do gasto de matéria-prima e redução da geração de resíduos.

Escritório

O resíduo comum são aqueles provenientes das áreas administrativas como caixas de papelão, sacos plásticos, papel toalha, papel, etiquetas, entre outros, que geram até 31 kg de resíduos por semana. A coleta do resíduo comum é feita diariamente pelos funcionários da limpeza.

Para os resíduos gerados no escritório do Serviço de Referência do LTL são aplicados alguns modelos para redução, reaproveitamento e reciclagem. Existe um coletor específico para reciclagem de papel. A segregação adequada fez com que o resíduo comum da área de escritório do laboratório fosse destinado em 20% à reciclagem. Além disso, outras ações são tomadas a fim de reutilizar papel: a própria equipe do laboratório confecciona blocos de papel para recados com papéis que podem ser reutilizados e a equipe é incentivada a imprimir pela segunda vez em

folhas que já foram usadas. Outra iniciativa adotada para a redução do uso de papel foi a disponibilização do material para consulta e estudo em acervo digital para os integrantes do laboratório.

A utilização de folhas brancas (não recicladas) foi limitada a impressões de monografias, dissertações, teses e outros documentos oficiais. Outra medida tomada para a redução da impressão nos escritórios do laboratório foi a redução do número de impressoras, reduzindo a quantidade de impressão.

As caixas de papelão que chegam com material são reaproveitadas. Quando o reaproveitamento das caixas em outras atividades não é possível, elas são dispostas para reciclagem no coletor de papel, conforme a Figura 17.



Figura 17 – Recipiente de recolhimento de papel para reciclagem
Fonte: Adriana Zwetsch

Laboratório

No processo de captura dos flebotomíneos é usada uma grande quantidade de pilhas. Cada armadilha utiliza quatro pilhas e ao fim de um ano são usadas aproximadamente 7 mil pilhas que depois de usadas são devolvidas ao almoxarifado central do IOC. É um processo dinâmico, para poder solicitar novas pilhas, as pilhas usadas têm que ser entregues ao almoxarifado.

O laboratório possui um aparelho voltímetro onde a carga das pilhas usadas é verificada. De acordo com a quantidade de carga que ainda há, as pilhas são separadas em três grupos: as que ainda têm 24 horas de carga; 12 horas de carga e pilhas para descarte. Desta forma, todas as pilhas são aproveitadas até o final de suas cargas.

As lâminas e as lamínulas utilizadas no processo de identificação/diagnóstico também são reaproveitadas para o mesmo fim. Como as lamínulas são mais difíceis de serem reutilizadas por muito tempo, pois quebram facilmente, para promover a redução desse material é cortada em quatro partes, sendo produzidas quatro lamínulas de tamanho menor para realização das atividades.

No processo de diafanização e clarificação (solução de lactofenol), uma das soluções químicas é reaproveitada. Após a utilização, a solução é filtrada com papel filtro e armazenada em um frasco com identificação e pode ser reutilizada por cinco anos, quando os processos de armazenamento são respeitados com temperatura ideal (entre 22°C +/- 2°C) e ao abrigo da luz.

Na visita realizada no laboratório, a interlocutora ressaltou a questão do uso do equipamento de purificação de água por osmose reversa (para água do tipo I, tipo II e tipo III) na sala de esterilização, que possui registros de utilização de água tipo II onde cada pessoa que utiliza teria que preencher um formulário a pedido da sala de esterilização. Houve inicialmente, em 2008, a introdução do registro em caderno e, posteriormente, a substituição por registro em formulário, o que gerou um uso impactante de papel no registro desta ação. No caso do Serviço de Referência do LTL, o uso de água tipo II representa uma atividade rotineira e frequente executada por diferentes profissionais durante o dia. Com isso o usuário passou a fazer o preenchimento de uma folha por retirada, o que onerava de forma considerável o uso de papel. E, atualmente, o registro é realizado somente em um caderno, o que exclui o uso folhas de papel ofício nesta atividade.

Para definir o foco deste trabalho nos principais resíduos gerados, foi solicitado à interlocutora que preenchesse as tabelas de quantificação de entradas e saídas, análise de perda de matéria-prima e análise de toxicidade dos resíduos. A maior parte da matéria-prima utilizada nos processos é incorporada ao “produto final” (lâminas com flebotomíneos para identificação e coleção biológica) e o resíduo gerado, tanto químico quanto biológico, é em pequena quantidade. Na Tabela 1 são identificados algumas matérias-primas e os principais resíduos gerados nos procedimentos realizados no trabalho de campo e no laboratório.

Tabela 1 – Principais matérias-primas, procedimentos realizados no serviço de referência e resíduos gerados

Entradas (principais matérias-primas)	Procedimentos realizados no campo e no laboratório	Saída (principais resíduos)
<i>Pilhas (pequenas, palito e grande) e armadilhas HP</i>	<i>Método de captura dos flebotomíneos</i>	<i>Pilhas (pequenas, palito e grande) – Resíduo Químico. Armadilhas HP (são devolvidas para o fabricante quando necessitam ser descartadas)</i>
<i>Flebotomíneos, Algodão, papel de forrar bancada, luva, jaleco, álcool, água tipo II máscara com válvula de exalação.</i>	<i>Anestesia e eutanásia, triagem e conservação de flebotomíneos</i>	<i>Insetos diversos, algodão, papel de forrar bancada, luva, máscara com válvula de exalação – Resíduo Biológico.</i>
<i>Flebotomíneos, papel de forrar bancada, água tipo II, ácido acético, KOH 10%, lactofenol (fenol, glicerina, ácido láctico e água tipo II), álcool 70%, papel absorvente, filtro de papel, luva de nitrila.</i>	<i>Clarificação e diafanização para montagem de lâmina</i>	<i>Papel de forrar bancada, KOH 10%, papel absorvente, filtro de papel, luva de nitrila – Resíduo Químico. Água tipo II – Resíduo Comum (descarte na pia)</i>
<i>Flebotomíneos, lâmina, lamínula, solução de berlese (cloral hidratado, goma arábica, ácido acético, açúcar e água tipo II), papel absorvente, papel de forrar bancada, luva de nitrila, máscara com válvula de exalação.</i>	<i>Montagem da Lâmina</i>	<i>Papel absorvente, papel de forrar bancada, luva de nitrila, máscara com válvula de exalação – Resíduo Químico. Lâminas e lamínulas (esporadicamente) – Resíduo Perfurocortante.</i>

Tabela 2 – Quantificação de entradas e saídas no serviço de referência

Matéria-prima	Custo de compra da matéria-prima	Resíduos	Quantidade por mês	Custo da disposição	Custo total
<i>Flebotomíneos</i>	<i>Depende do local de captura</i>	<i>Biológico</i>	<i>Depende da demanda</i>	<i>Não há como estimar</i>	<i>Não há como estimar</i>
<i>Pilhas</i>	<i>Depende do número de capturas</i>	<i>Químico</i>	<i>Depende da demanda (previsão anual de 7.000 unidades)</i>	<i>Não há como estimar</i>	<i>Estimativa: R\$ 17.500,00</i>
<i>Reagentes químicos</i>	<i>Depende da demanda</i>	<i>Químico</i>	<i>Depende da demanda</i>	<i>Não há como estimar</i>	<i>Estimativa: R\$ 3.500,00</i>

Na análise de perda de matéria-prima (Tabela 3), a interlocutora do laboratório indicou que não há no Serviço de Referência, perdas significativas de matéria-prima (como reagentes químicos não empregados, perdas devido à evaporação e vazamentos), pois há acompanhamento e controle eficiente em andamento.

Tabela 3: Análise de perda de matéria-prima no serviço de referência

Causas da geração de resíduos	<i>Reagentes químicos</i>
Matéria-prima não empregada	<i>Não procede a questão</i>
Perdas devido à evaporação	<i>Não relevante e que efetivamente tenha impacto</i>
Material de vazamentos	<i>Até o momento não foi observado</i>
Descarte inerente ao processo	<i>Sim</i>

A tabela a seguir (Tabela 4) mostra quais resíduos gerados no laboratório são os mais tóxicos e que necessitam de maior atenção no manejo e descarte.

Tabela 4: Análise de toxicidade da matéria-prima usada nos procedimentos do serviço de referência

Análise de quantidade		Análise de toxicidade	Análise de requisito legal
Resíduo	Quantidade	É tóxico? (sim ou não)	Existem exigências legais? (sim ou não)
<i>Flebotomíneos</i>	<i>Depende da demanda</i>	<i>Material possivelmente infectado</i>	<i>Sim, autorização para captura</i>
<i>Pilhas</i>	<i>Previsão anual de 7.000 unidades</i>	<i>Material químico</i>	<i>Não</i>
<i>Reagentes químicos</i>	<i>Depende da demanda</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>

B.3. Procedimentos do Serviço de Referência LTL – Identificação (Taxonomia)

O procedimento realizado no serviço de referência visa a identificação dos flebotomíneos e envolve desde o trabalho de campo com a captura dos insetos,

passando por várias etapas, conservação, transporte até a chegada ao laboratório onde há o processamento dos flebotomíneos até a geração da identificação/diagnóstico (Figura 18).

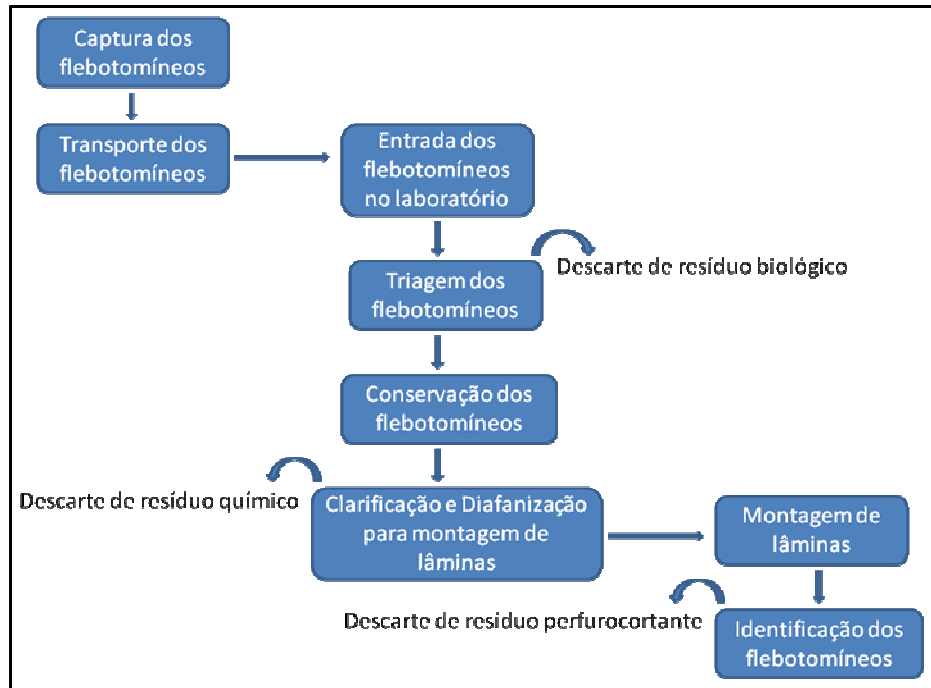


Figura 18 – Fluxograma geral dos procedimentos realizados no serviço de referência do LTL.

A seguir serão apresentados os procedimentos realizados, bem como a matéria-prima utilizada, a toxicidade dos reagentes manipulados, seus efeitos na saúde e os riscos que a disposição incorreta dos resíduos pode causar no meio ambiente. Também serão apresentadas algumas oportunidades de melhoria (opções P+L) com propostas encontradas na literatura. Essas oportunidades serão oferecidas apenas para fins de pesquisa em procedimentos mais limpos, entretanto tais dispositivos precisam ser validados e avaliados para poderem ser considerados processos válidos.

Captura dos flebotomíneos – em campo:

A captura dos flebotomíneos (*Diptera Psychodidae*) adultos é realizada em campo com armadilhas especializadas, sendo o principal resíduo gerado nesta etapa as pilhas. Em cada armadilha utilizada em campo para a captura dos flebotomíneos são utilizadas quatro pilhas alcalinas, e no final de um ano de trabalho

são descartadas aproximadamente 7 mil pilhas (pequena, palito e grande). A compra dessas pilhas fica em torno de R\$17.500,00 por ano (a estimativa de custo foi feita através da pilha alcalina grande por unidade: R\$ 2,50).

Após a captura dos flebotomíneos é feito o transporte até o laboratório. Para isso se faz a anestesia e eutanásia dos insetos por resfriamento. O método de captura dos flebotomíneos faz com que diferentes tipos de insetos cheguem na armadilha. Por isso, quando os insetos chegam ao laboratório, é realizada uma triagem onde são separados os flebotomíneos de outros insetos que vieram juntos na armadilha utilizada. Quando não é possível fazer a doação para a coleção entomológica, estes são descartados como resíduo biológico, assim como todo material que entra em contato com eles, como algodão e papel de forrar bancada.

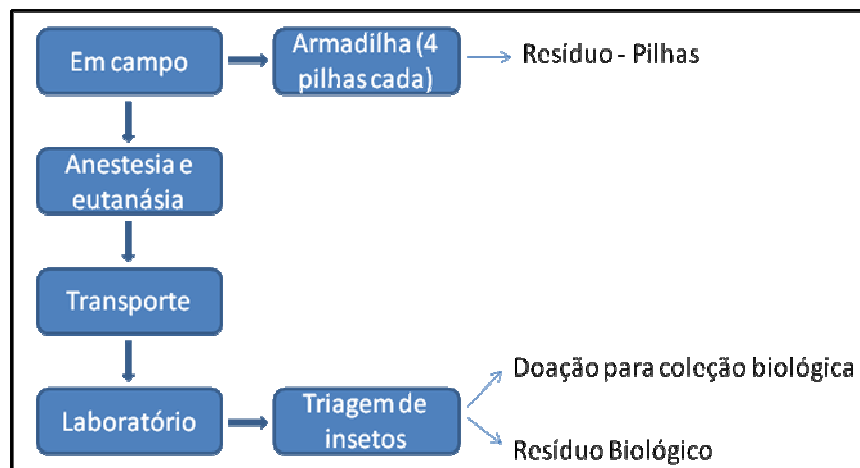


Figura 19 – Fluxograma dos procedimentos realizados em campo no serviço de referência do LTL.

Conservação, clarificação, diafanização e identificação dos flebotomíneos – no laboratório:

A conservação do flebotomíneo é feita com álcool 70%. Nesta etapa, o resíduo gerado são os equipamentos de proteção individual como luva nitrílica e máscara tipo concha PFF2 com válvula de exalação frontal que também são descartados como resíduo biológico. Segundo dados do questionário aplicado, são gerados neste laboratório, aproximadamente, 120 kg de resíduo biológico por mês e incluem amostras de laboratório, além do material que entra em contato com estes.

Após o processo de triagem, é feita a clarificação e diafanização para montagem de lâmina seguindo o método de Ryan *et al* (1986), conforme as figuras 20, 21 e 22. Neste método, durante a clarificação os insetos são colocados em

placas de poços (placa de poliestireno com poços em tamanhos e quantidades diferentes, sendo 6, 24 ou 96 poços cuja escolha quanto ao uso se baseia na quantidade de flebotomíneos presentes na amostra) numa solução de hidróxido de potássio (KOH a 10%), onde permanecem entre 2 a 3 horas, para que haja o amolecimento da quitina. Após esse tempo são transferidos para outro poço contendo ácido acético, por um período de 15 a 20 minutos, para retirar o excesso de hidróxido de potássio e, a seguir, lava-se em água tipo II por 20 minutos. Os insetos permanecem em solução de lactofenol por 24 horas para diafanizar e em seguida são montados entre lâmina e lamínula, em solução de berlese, e as lâminas colocadas para secar horizontalmente (AFONSO, 2008).



Figura 20 – 1) Material biológico; 2) Amostras biológicas e descarte de material biológico; 3) Soluções químicas das práticas de taxonomia
Fonte: Adriana Zwetsch

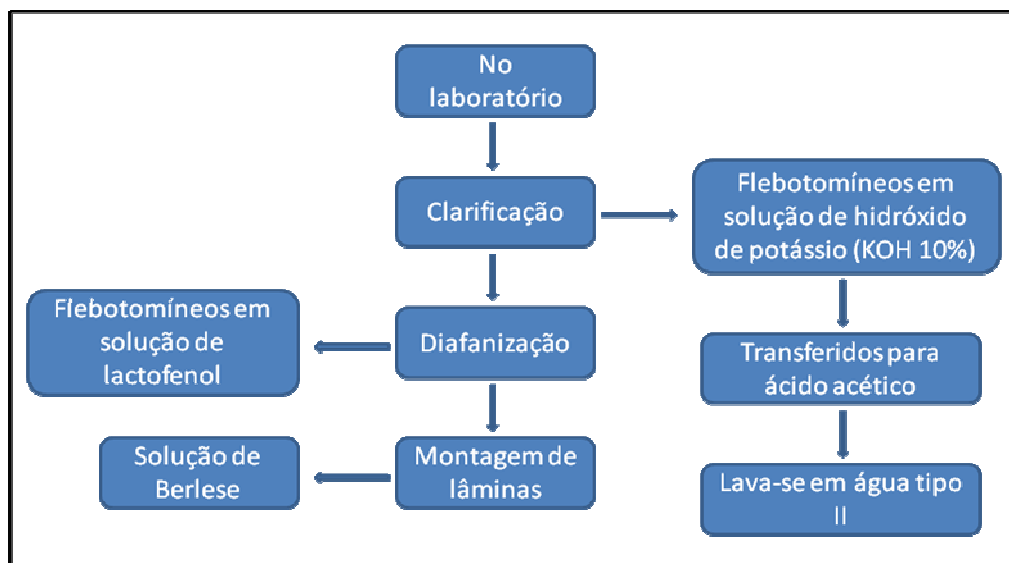


Figura 21 – Fluxograma dos processos realizados no laboratório do serviço de referência do LTL.



Figura 22 – Análise de material
Fonte: Adriana Zwetsch

O resíduo gerado nessa etapa é químico e inclui ácido acético, soluções KOH 10%, papel absorvente e papel de forrar bancada, e luva de nitrila. Para montagem da lâmina, mais uma vez são descartados papel de forrar bancada e equipamentos de proteção individual como luva nitrílica e máscara tipo concha PFF2 com válvula de exalação frontal (máscaras e jalecos são reutilizados por um período).

Os principais reagentes químicos usados no processo de diafanização e clarificação são o hidróxido de potássio (KOH) 10%, ácido acético e a solução de lactofenol. O KOH em solução é corrosivo, reage com ácidos e outros agentes químicos e provoca queimaduras na pele, olhos e outros tecidos, exigindo o uso de equipamentos de proteção individual como óculos de segurança, luvas de nitrila e máscara para manipulação. Esse reagente pode causar efeito prejudicial nos organismos aquáticos (LABSYNTH, 2012). Deve-se ressaltar, entretanto, que no serviço de referência do LTL é usado KOH 10% e sólido, o que não oferece riscos maiores a quem o manuseia.

O ácido acético é corrosivo e também possui alguns efeitos adversos à saúde humana, podendo causar queimaduras e/ou danos aos tecidos corpóreos. Para prevenir a exposição do trabalhador é necessário usar luvas, óculos de segurança herméticos e máscara para solventes no manuseio do reagente. Esse químico pode causar efeitos adversos ao meio ambiente, já que é miscível com água podendo contaminar esgotos, rios, córregos e outras correntes de água, por isso deve-se evitar o derramamento em redes de águas residuais (LABSYNTH, 2012). Causa efeito prejudicial nos organismos aquáticos devido à mudança do pH.

A solução de lactofenol é constituída de fenol, ácido láctico, glicerina e água tipo II. Essa é uma solução que contém compostos carcinogênicos e inflamáveis muito tóxicos e, por isso, deve-se evitar inalação e o contato com a pele, pois pode provocar queimaduras. Para a manipulação desse produto, é indispensável a utilização de equipamentos de proteção individual como óculos de segurança, jaleco, luvas de nitrila e máscaras. Os componentes do lactofenol podem causar danos ao meio ambiente, pois o fenol é muito tóxico para organismos aquáticos e o ácido láctico possui efeito prejudicial em águas residuais devido a mudança de pH (MERK MILLIPORE, 2012).

Para a montagem das lâminas para identificação dos flebotomíneos no microscópio óptico é usada a solução de berlese, que é composta de hidrato de coral, goma arábica, ácido acético, açúcar e água tipo II. O hidrato de coral (ou cloral hidratado) é tóxico em caso de ingestão e pode provocar irritação ocular. Essa substância não deve ser descartada no sistema de esgoto (ACOFARMA, 2006).

Posteriormente, é feita a identificação do flebotomíneo onde os resíduos são gerados esporadicamente quando as lâminas ou lamínulas se quebram não podendo ser reutilizadas. Outros resíduos perfurocortantes gerados no LTL referência são utensílios de vidro quebrados no laboratório como pipetas, provetas, Becker e placas de Petri, além de agulhas e lâminas de bisturi. Esses resíduos são descartados semestralmente em cinco caixas de sete litros. A coleta desse resíduo é realizada todo mês.

A goma arábica não é um produto perigoso, porém recomenda-se que não seja descartado no meio ambiente, pois pode provocar danos aos animais, em grandes quantidades (VETEC, 2005). O ácido acético, como já foi mencionado no item anterior, é corrosivo e também possui alguns efeitos adversos à saúde humana e pode causar efeitos adversos ao meio ambiente, já que é miscível com água, podendo contaminar esgotos, rios, córregos e outras correntes de água (VETEC, 2005).

C- Avaliação de P+L:

Opções P+L – Oportunidades de melhoria:

Visita ao Laboratório

A partir da visita ao laboratório foi possível observar uma oportunidade de melhoria no processo de descarte de material contaminado com resíduo químico que é gerado pelo LTL referência. O resíduo biológico gerado (material contaminado com resquícios de produto químico) no laboratório é levado para a sala de esterilização e autoclavado, para depois ser descartado como resíduo extraordinário.

Os resíduos químicos sólidos gerados no LTL referência são em pouca quantidade e não oferecem grandes riscos ao meio ambiente, entretanto, é importante a padronização do descarte desses resíduos. No IOC, as autoclaves são usadas somente para descontaminação de resíduo biológico, não sendo recomendado seu uso quando o resíduo é químico. Todo resíduo (seja ele comum ou biológico) contaminado com químico é considerado um resíduo químico e deve ser tratado como tal. Os resíduos químicos do IOC são enviados para o armazenamento temporário, onde permanecem até que sejam levados para incineração.

Captura dos flebotomíneos – em campo

As pilhas comuns possuem substâncias como mercúrio, cádmio e chumbo que podem ser prejudiciais à saúde e ao meio ambiente (CONAMA, 1999). No meio ambiente, o descarte das pilhas pode fazer com que estas substâncias atinjam os lençóis freáticos e o solo, por isso é importante que haja uma destinação correta desse resíduo. As pilhas usadas são pilhas alcalinas que não possuem mercúrio, cádmio e chumbo em sua composição, podendo ser descartadas no lixo doméstico, sem qualquer risco ao meio ambiente, conforme determinação da Resolução CONAMA 257, por isso, não precisam ser recolhidas e nem depositadas em aterros especiais, mas ainda assim possuem substâncias não biodegradáveis (CONAMA, 1999).

As pilhas alcalinas são compostas de um ânodo, um "prego" de aço envolto por zinco em uma solução de KOH alcalina (pH 14), um cátodo de anéis de MnO₂ compactado envoltos por uma capa de aço niquelado, um separador de papel e um isolante de nylon. Já as pilhas recarregáveis, possuem dois tipos:

- NiCd (Níquel Cádmio) – Normalmente as pilhas NiCd são mais baratas, porém têm menor tempo de vida útil, além de terem menor capacidade de carga. Essas pilhas estão cada vez mais em desuso, pois além de terem menor capacidade e menor tempo de vida útil, esse tipo de bateria é muito poluente, já que o cádmio é um elemento químico altamente tóxico e prejudicial ao meio ambiente.
- NiMH (Níquel Metal Hidreto) – As pilhas NiMH são o tipo mais usado atualmente, pois oferecem maior capacidade, maior tempo de vida, suportam mais recargas se comparado às pilhas NiCd (dependendo do fabricante) e são menos poluentes, já que não utilizam materiais pesados, como o cádmio.

As pilhas recarregáveis disponíveis hoje no mercado asseguram que o tempo de vida pode chegar a 1.000 recargas e dependendo das condições de uso essas pilhas podem durar de duas a quatro vezes mais do que uma pilha alcalina comum. Ou seja, uma única pilha recarregável pode durar até 4.000 vezes mais do que pilhas comuns.

Conservação, clarificação, diafanização e identificação dos flebotomíneos – no laboratório

Foi encontrado na literatura um trabalho que testa técnicas alternativas para montagem de lâminas para visualização de insetos na microscopia óptica. O trabalho informa que alguns produtos químicos utilizados atualmente para este tipo de técnica, além de serem tóxicos, possuem alto custo para o mercado consumidor, o que diminui a possibilidade de obtenção dos mesmos por profissionais técnicos, professores e alunos de instituições menos favorecidas. São encontradas dificuldades para a compra destes produtos, derivada de políticas e regras impostas devido à periculosidade das substâncias, visto que são necessárias medidas de segurança para a sua comercialização (HUBER & REIS, 2011).

A proposta do trabalho foi a de usar óleo de imersão, xilol e solvente de artesanato para diafanização e verniz vitral incolor para a montagem das lâminas com a finalidade de encontrar material alternativo para essa técnica, usando produtos que ofereçam resultados satisfatórios com menor custo de mercado e que tenham menor nocividade à saúde humana e ao meio ambiente (HUBER & REIS, 2011). Os insetos usados para esse teste foram pulgas (*Ctenocephalides* sp.), mosquitos (*Aedes aegypti* Linnaeus) e piolhos (*Pediculus* sp.).

D- Viabilidade técnica, econômica e ambiental das opções geradas:

Captura dos flebotomíneos – em campo

A partir das informações e respostas dadas ao questionário, foram realizados os cálculos para a avaliação do benefício ambiental e econômico no uso de pilhas recarregáveis em relação às pilhas alcalinas comuns.

O número de pilhas a serem usadas simultaneamente não pôde ser calculado, pois esse valor depende da demanda, de quantas capturas são realizadas ao mesmo tempo e quantas armadilhas são usadas em cada trabalho de campo. Então, para exemplificar o benefício do uso de pilhas recarregáveis em relação às pilhas comuns, os cálculos foram realizados levando-se em consideração que se precisaria de, por exemplo, 100 pilhas recarregáveis para serem usadas concomitantemente durante as atividades de captura dos insetos.

A partir desse número, foi possível realizar o cálculo do custo da compra de pilhas comuns e recarregáveis em um ano. Os valores das pilhas comuns foram obtidos a partir das respostas dos questionários aplicados e os valores das pilhas recarregáveis e dos carregadores foram pesquisados, levando-se em consideração os valores mais altos (que sugerem pilhas de melhor marca e qualidade). Os resultados mostraram que em um ano, o laboratório gasta atualmente R\$ 17.500,00 (aproximadamente) em pilhas comuns para a captura dos insetos. Com a adoção da prática do uso de pilhas recarregáveis, o laboratório gastaria em média R\$ 3.500,00 (com pilhas e carregadores) como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5: Estimativa de custo no primeiro ano de uso de pilhas recarregáveis (investimento) do serviço de referência.

	Número de pilhas (R\$)	Carregadores (R\$)	Preço total (R\$)
Atualmente (pilhas comuns)	7.000 (R\$ 2,50 a unidade)	0	17.500
Alternativa (pilhas recarregáveis)	100 (R\$ 15 reais a unidade)	25 (R\$ 80,00 cada)	3.500
Diferença	R\$ 14.000		

Levando-se em consideração a quantidade de pilhas usadas atualmente (sete mil pilhas) e estimando-se quantas vezes cada uma dessas pilhas poderia ser recarregadas (a pesquisa indicou que podem ser recarregadas até mil vezes, porém, para este trabalho foi diminuído pela metade o número de recargas, 500 vezes), elas durariam por 15 anos. Entretanto, foi estimado que as pilhas pudessem ser usadas por dez anos (tempo médio de validade de uma pilha).

Desta forma, o custo de R\$ 3.500,00 para a compra das pilhas recarregáveis e dos carregadores seria um investimento do material para consumo que duraria por até dez anos, enquanto que atualmente são gastos R\$ 17.500,00 todo ano, totalizando R\$ 175.000,00 em dez anos de trabalho no laboratório, como pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6: Gasto atual em pilhas comuns e estimativa do custo no uso de pilhas recarregáveis em dez anos

	Número de pilhas (R\$)	Carregadores (R\$)	Preço total (R\$)
Atualmente (pilhas comuns)	70.000 (R\$ 2,50 a unidade)	0	175.000,00
Alternativa (pilhas recarregáveis)	100 (R\$ 15,00 a unidade)	25 (R\$ 80,00 cada)	3.500,00
Diferença	R\$ 171.500		

As pilhas alcalinas usadas, atualmente, são menos danosas ao meio ambiente, entretanto, é possível diminuir a quantidade de resíduos gerados com a utilização de pilhas recarregáveis. Em um ano, são descartados atualmente cerca de 7.000 pilhas comuns e com a adoção da nova proposta não seria descartada nenhuma pilha. Em dez anos, o descarte de pilhas comuns poderia chegar a 70.000, enquanto que com pilhas recarregáveis seriam apenas 100 pilhas descartadas (segundo o valor que foi usado para cálculo neste trabalho).

É importante esclarecer que o uso das pilhas recarregáveis nas armadilhas para captura de insetos teriam que ser testadas, pois a eficiência desse tipo de pilha pode ser menor em equipamentos que precisam ficar ligados por muito tempo sem troca das pilhas.

Conservação, clarificação, diafanização e identificação dos flebotomíneos – no laboratório

Os resultados do trabalho com técnicas alternativas mostraram que o material testado, em sua maioria, foi favorável a utilização, com destaque para o verniz vitral incolor usado para a montagem das lâminas e o óleo de imersão para a diafanização, sem grandes prejuízos à observação das estruturas dos insetos em microscopia óptica e sem comprometimento da qualidade das lâminas. Segundo a autora, esses métodos alternativos oferecem maior facilidade no manuseio, possuem um custo total mais baixo e menor índice de toxidez, além de apresentarem maior translucidez na lâmina montada, pois a característica “incolor” de ambos permite total transparência, sendo quase imperceptível a presença do produto no meio de montagem. Assim, confere-se maior vantagem sobre os produtos tradicionais (HUBER & REIS, 2011).

Os dados obtidos neste trabalho foram usados para verificação da viabilidade de substituição das substâncias químicas usadas atualmente pelos produtos químicos alternativos. Em relação ao benefício econômico, o preço médio de mercado do verniz vitral incolor, uma das substâncias sugeridas no trabalho anterior, é de R\$ 7,00 (100 ml) e o óleo de imersão custa em torno de R\$ 30,00 (100 ml). Os valores dos produtos químicos usados podem ser vistos na Tabela 7 (esses valores correspondem a compras feitas no ano de 2011 para suprir a demanda do serviço de Capacitação em Taxonomia).

Tabela 7 – Custo atual dos reagentes químicos usados nos procedimentos do serviço de referência

Reagentes Químicos	Preço (R\$)	Quantitativo anual	Total (R\$)
Álcool etílico absoluto 1000 ml	20,00	4	80,00
Hidróxido de potássio 500 g	30,00	1	30,00
Goma arábica em pó 500 g	70,00	1	70,00
Coral hidratado 500 g	200,00	2	400,00
Glicerina 1000 ml	40,00	1	40,00
Ácido láctico 500 ml	15,00	1	15,00
Fenol líquido 90% 1000 ml	40,00	1	40,00
Ácido acético glacial 1000 ml	30,00	2	60,00
Água sanitária 1000 ml	1,50	10	15,00
Álcool etílico 96%	3,00	8	24,00
Total			774,00

Segundo informações obtidas no questionário, no processo de diafanização e clarificação a solução de lactofenol (glicerina, ácido láctico e fenol) é reaproveitada, podendo ser reutilizada por até cinco anos. Esses dados mostram que a técnica usada atualmente gera pouco resíduo e não possui uma desvantagem econômica em relação a técnica alternativa. Já no método de montagem das lâminas, o método alternativo pode ser economicamente mais viável (depois de estudos validando a técnica).

Em relação à toxicidade, tanto o verniz vitral incolor como o óleo de imersão são nocivos, podendo levar a prejuízos na saúde se manipulado sem a proteção adequada de equipamentos de proteção individual. No meio ambiente, ele pode contaminar lençóis freáticos ao transmitir qualidades indesejáveis à água. Por isso é importante destacar que, independente da técnica usada, deve-se tomar os cuidados necessários na manipulação e descarte a fim de preservar a saúde do trabalhador e do meio ambiente.

DISCUSSÃO

As diversas salas que compreendem o Laboratório de Transmissores de Leishmaniose (LTL) são separadas dos escritórios antecedidas por um ambiente próprio para a vestimenta dos equipamentos de proteção individual (jalecos) garantindo a segurança e a higiene dos locais de acordo com seu uso. Problemas de infraestrutura foram encontrados somente em uma sala compartilhada com outros laboratórios, onde produtos químicos são armazenados junto com galões de nitrogênio em um espaço pequeno gerando o risco de acidentes. Entretanto, o problema é conhecido pelos integrantes dos laboratórios e algumas medidas estão sendo tomadas a fim de se resolver o problema.

No LTL, existem sistemas de avaliação da matéria-prima utilizada e dos resíduos gerados, e foram realizadas iniciativas no sentido de se produzir de forma ambientalmente adequada. Na análise dos procedimentos do laboratório, foi informado que eles estão em constante estudo e testes para que sejam utilizadas técnicas mais eficientes, ou seja, que gerem menos resíduos. A reciclagem e a reutilização de papel no escritório do laboratório são incentivadas e já mostrou resultados positivos. Além da iniciativa do instituto de recolher papel para reciclagem, o LTL possui uma campanha de uso responsável desse material.

O descarte de sólidos contaminados com resíduos químicos é realizado inapropriadamente como resíduo biológico, no LTL. Isto se deve ao fato de que o recipiente utilizado é inadequado. O IOC disponibiliza recipientes próprios para o descarte de químicos sólidos (barricas de papelão que devem ser forradas com saco plástico).

O descarte de químicos em lixeira comum em sacos de resíduo infectante (biológico) pode induzir o funcionário responsável pela coleta desse material ao erro, encaminhando o resíduo para autoclave (utilizada apenas para tratamento de resíduo infectante). Além disso, o próprio setor de descontaminação da unidade afirmou que esse resíduo poderia ser autoclavado, descumprindo as normas de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. Por isso, é de grande importância a identificação e a disposição correta dos resíduos gerados, para que o descarte final não provoque danos ao meio ambiente.

No LTL são utilizadas pilhas alcalinas (menos tóxicas do que as pilhas comuns), sendo verificada a carga existente para se esgotar o uso das mesmas. O

descarte é adequado, pois as pilhas usadas são devolvidas ao almoxarifado do instituto por ocasião da aquisição das novas. As pilhas usadas são coletadas através de um programa da ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica) que realiza o serviço de logística reversa e encaminha esses resíduos para tratamento adequado, recuperação e reciclagem.

Para a substituição do método atual de uso de pilhas alcalinas convencionais, existe a alternativa das pilhas recarregáveis, que são mais econômicas e geram menos resíduos. Entretanto, é preciso realizar testes para saber se as pilhas recarregáveis podem ser substitutas das pilhas alcalinas para o uso em armadilhas HP (usadas para a captura dos flebotomíneos).

Na revisão bibliográfica sobre a montagem das lâminas e identificação dos insetos, foram encontrados poucos trabalhos com soluções técnicas mais baratas e com menor impacto ao meio ambiente. Um deles mostrou que podem ser adotadas técnicas de menor custo e com produtos menos tóxicos para o uso em taxonomia de insetos, sobretudo quando o trabalho é realizado para fins acadêmicos e envolve a participação de estudantes. Contudo, essa técnica não é utilizada para o estudo com flebotomíneos, sendo válida apenas para outros insetos.

Os institutos de pesquisa e ensino necessitam ser gerenciados de modo a evitar falhas no processo de aquisição, disposição, manejo e descarte dos materiais e insumos usados na pesquisa, para assegurar a qualidade da pesquisa e do ensino, a segurança do pesquisador, do estudante, dos demais profissionais nela envolvidos e da população, além da minimização de desperdício.

Com a metodologia P+L, e através da colaboração de pesquisadores e estudantes, é possível diminuir a quantidade de produtos tóxicos e material com risco biológico usados nos processos laboratoriais, além de outros insumos dos laboratórios como água e energia através da possível mudança na tecnologia usada. Para se começar qualquer plano com o objetivo de eliminar, substituir ou reduzir o consumo de produtos químicos perigosos, bem como reduzir o uso de água, energia elétrica, combustíveis de fontes não renováveis e outros insumos, é preciso fazer a identificação dos procedimentos realizados, elaborando um inventário de dados quali-quantitativo de usos dos insumos (CARDOSO, 2004).

A prática de uma gestão ambiental como o gerenciamento de resíduos e a P+L em IES é importante na formação de alunos, na medida em que faz a disseminação de boas práticas para futuros profissionais de saúde. Além disso, a

minimização da produção de resíduos, a disposição correta destes e a diminuição do uso de matérias-primas resultarão em economia para o laboratório e, conseqüentemente, para a instituição pública, cujos recursos são escassos. E, finalmente, a importância ecológica com a redução da poluição, através da diminuição e acondicionamento correto dos resíduos gerados.

O método de coleta das informações é essencial para o levantamento dos insumos e resíduos gerados, porém, para uma análise mais aprofundada seria necessário o acompanhamento durante certo período de tempo, com balanças para pesagem e pesagens temporais para traçar um perfil quantitativo ao longo do tempo, conforme observado por Reis (2002) em seu trabalho sobre os resíduos gerados nos laboratórios de uma universidade no Rio de Janeiro.

A visita ao laboratório mostrou que o mesmo possui a arquitetura própria para um ambiente laboratorial. Cardoso (2003) constatou que a concepção arquitetônica de um laboratório ou hospital é de grande relevância na redução de custos diretos e indiretos, na otimização do trabalho (com fluxos racionais de trabalho), na segurança na execução dos procedimentos e fluidez para o trabalhador. Além disso, a infraestrutura é essencial para um trabalho produtivo e seguro, incluindo os variados dispositivos de segurança como extintores de incêndio e chuveiro de descontaminação e lava olhos.

No laboratório estudado foi observado que esses equipamentos estavam instalados, mas apenas o chuveiro, com o lava olhos acoplados, estava funcionando, enquanto que o sistema de alarme contra incêndios permanecia desligado. Problemas de infraestrutura são comumente observados em instituições de ensino e pesquisa públicas, como comprovado no trabalho de Longo (2006) em que apenas 40% dos laboratórios possuíam chuveiros de descontaminação que se encontravam enferrujados e raramente testados. Um dos principais obstáculos a serem superados para a gestão adequada de resíduos é a escassez de recursos em instituições públicas de educação (BARROS, 2007; REIS, 2009).

No laboratório estudado, em apenas uma sala, que é compartilhada com outros laboratórios, são estocados produtos químicos (inflamáveis, corrosivos), botijões de nitrogênio e *freezer* (-70°). O armazenamento desses produtos poderia ser otimizado para evitar possíveis acidentes. Segundo a interlocutora do serviço de referência, já foram feitas inúmeras tentativas para separar esse material, colocando-os em salas diferentes, entretanto não foi possível devido à falta de

espaço. O trabalho de Longo (2006) ressalta que esses botijões devem ser armazenados em um ambiente fora do espaço laboratorial. Esse trabalho lembra também a importância de um sistema de exaustão nos locais de armazenamento e estoque de produtos químicos para evitar acidentes.

Quanto à disposição do resíduo químico no serviço de referência do laboratório estudado, observou-se que há divergências entre as informações passadas para o setor de meio ambiente do instituto e para o laboratório por parte do setor de esterilização. Enquanto que para o setor de meio ambiente foi dito que não se poderia autoclavar material com resíduo químico, para o interlocutor do serviço de referência foi enviado uma nota afirmando que o resíduo biológico com resquícios de soluções deve ser depositado no contentor identificado como “depósito de resíduos químicos” e, posteriormente, autoclavado. A falta ou a deficiência na comunicação entre os setores pode acabar causando falhas no manejo correto em alguns laboratórios, sendo necessária a padronização deste procedimento em todo o instituto de acordo com a Resolução RDC nº. 306.

Segundo esta Resolução, as embalagens e material contaminado por resíduos químicos que apresentam riscos à saúde ou ao meio ambiente devem ser tratados da mesma forma que a substância que as contaminou. Ou seja, esse resíduo deve ser incinerado assim como todas as substâncias químicas geradas no instituto. O descarte inadequado de resíduo químico ainda pode ser observado em algumas instituições de saúde, conforme mostrado por Cardoso (2003); Barros (2007); Reis (2009); Longo (2006) e Forniciari (2008), dentre outros citados na dissertação.

Há no laboratório estudado uma postura pró ativa em relação à reciclagem de material, do laboratório e dos escritórios. Cardoso (2004) destaca que praticamente em todos os serviços de saúde são gerados resíduos que podem ser reutilizados e recicláveis, com destaque para o papel, papelão, plástico, outros componentes plásticos e metálicos, isopor e embalagens. Entretanto, essas iniciativas se limitavam a poucos serviços realizados no hospital estudado. Um estudo realizado em laboratórios de pesquisa em uma universidade do Rio de Janeiro mostrou que pelo menos 40% dos laboratórios reutilizavam seus resíduos, como reagentes químicos nos laboratórios (LONGO, 2006).

A grande quantidade de pilha usada na captura de flebotomíneos em campo fez com que fosse encontrada alternativa para a diminuição da quantidade de

resíduo gerada nesta etapa e para a minimização do custo para adquirir as pilhas através do uso de pilhas recarregáveis. Segundo a interlocutora, neste procedimento, anteriormente, foi testado o uso de baterias, mas que não foram viáveis no trabalho de campo por serem muito pesadas. A interlocutora ressaltou ainda que para a utilização das pilhas recarregáveis seria necessário, além da validação da eficiência do novo método, avaliar a forma de aquisição das pilhas recarregáveis pelo almoxarifado.

É de grande importância a interação entre os setores de compra e almoxarifado com os laboratórios. O setor de compras, por ser também responsável pela aquisição de diferentes materiais de consumo, reagentes etc, é altamente estratégico dentro do instituto, seja do ponto de vista financeiro ou de desempenho ambiental, influenciando na reputação do instituto de ensino e pesquisa. Cardoso (2003) mostrou que em um hospital estudado, não são agregados critérios ambientais dentre os considerados nos processos de seleção e de aquisição do material de compra. Segundo a autora, o setor de compras é um dos principais tomadores de decisão na implementação de estratégias de P+L em um serviço de saúde.

Outra alternativa encontrada em nosso estudo, ocorreu durante o processo de conservação, clarificação, diafanização e identificação dos flebotomíneos. A proposta do trabalho foi a de usar óleo de imersão, xilol e solvente de artesanato para diafanização e verniz vitral incolor para a montagem das lâminas para encontrar um material alternativo, usando produtos que, segundo o artigo, ofereciam resultados satisfatórios com menor custo de mercado e que tenham menor nocividade à saúde humana e ao meio ambiente. A interlocutora do serviço de referência do laboratório estudado informou que esta técnica não é usada com flebotomíneos (insetos estudados no serviço de referência), mas válida para o estudo com outros insetos. Lembrou ainda que toda mudança em processos realizados no serviço de referência (assim como em qualquer laboratório) precisa ser testada quanto à sua eficiência para, posteriormente, ser implementada.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo deste trabalho foi avaliar a potencialidade de implantação da P+L, através de estudo de caso no Laboratório de Transmissores de Leishmaniose (LTL), o qual é um Serviço de Referência pertencente ao Instituto Oswaldo Cruz (IOC) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

A pesquisa realizada possibilitou uma análise dos dados levantados através do confronto dos resultados obtidos com as recomendações da metodologia de P+L, identificando-se algumas lacunas e oportunidades para a melhoria dos serviços e processos de trabalho no laboratório objeto do estudo.

Sabe-se que o consumo de substâncias tóxicas e de outros insumos, tais como água, energia e outros materiais, é inerente a todo processo de pesquisa ou de produção em um laboratório biomédico ou de serviços de saúde. Nestes locais também se constata o desperdício de recursos, a geração de efluentes e resíduos, perigosos ou não, ainda que em pequena quantidade, sendo indispensável o seu correto tratamento e descarte de acordo com as normas vigentes, a fim de se evitar acidentes e riscos de contaminação ambiental.

Em geral, alguns dos problemas presentes em IES, incluso o caso pesquisado, dizem respeito ao uso excessivo de substâncias perigosas e ao manejo inadequado de resíduos, o qual pode ser contornado com o aprimoramento do método da P+L, com enfoque na prevenção da poluição e na minimização na fonte geradora. A redução do consumo de materiais e insumos, além da implantação de mudanças nos processos de trabalho, podem diminuir os custos financeiros e os impactos ambientais, como foi demonstrado nesta pesquisa.

O LTL possui instalações modernas e apropriadas ao trabalho em laboratórios de pesquisa e em serviços de referência, apresentando uma organização adequada, pois está constantemente passando por auditorias. Ele também apresenta sistemas de avaliação da matéria-prima e insumos usados, além do gerenciamento dos resíduos. Contudo, nem todos os métodos e procedimentos realizados em suas rotinas de trabalho foram validados, ou estão adequados às normas, embora os mesmos venham sendo aprimorados através de busca por soluções alternativas e de menor custo.

Para a melhoria geral da gestão nos laboratórios, recomenda-se que a instituição continue a investir na aquisição, na manutenção de equipamentos e na

infraestrutura. É importante manter um canal de divulgação de informações ambientais e promover a participação dos funcionários e alunos envolvidos no processo, bem como de seu treinamento permanente, por meio de cursos de capacitação em técnicas voltadas para a biossegurança dos ambientes de trabalho.

A Sustentabilidade Ambiental só pode ser alcançada quando ela é bem entendida e absorvida por todos, sendo que a alta administração das IES deve ser a responsável maior para incentivar esse processo.

Para estudos futuros, propõe-se uma melhor definição e ampliação dos indicadores para o monitoramento e melhoria da gestão ambiental. Complementarmente, indicam-se estudos sobre a aquisição de conceitos pelos atores sobre a P+L e como eles percebem as suas contribuições em prol da Sustentabilidade Ambiental, verificando se o conhecimento por eles adquirido se reflete no cotidiano de trabalho.

Espera-se que este trabalho auxilie no aprimoramento das atividades e na melhoria da gestão da P+L do laboratório estudado, bem como de laboratórios similares pertencentes a outras instituições de ensino e pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação*. 2ª edição, São Paulo, 2004a. 71 p.

_____. *NBR 14001. Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso*. 2004b. Disponível em <http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/nbr-iso-14001-2004_70357.pdf>. Acesso em: 10 Out. 2012.

ACOFARMA. *Ficha de Dados de Segurança – Cloral Hidratado*. 2006. Disponível em: <http://www.cooprofar.pt/boletins/FDS_hidrato_cloral.pdf>. Acesso em: 11 Jul. 2012.

AFONSO J. C.; NORONHA L. A.; FELIPE R. P.; FREIDINGER N. Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final. *Química Nova*, Rio de Janeiro, Vol. 26, p. 602-611, 2003.

AFONSO, M. M. S. *Estudo sobre algumas populações brasileiras de Lutzomya (Lutzomya) Longipalpis (LUTZ & NEIVA) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) morfologia, morfometria e hábitos alimentares*. 2008. 80f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (RJ), 2008.

ALBERGUINI L. B. A., SILVA L. C., REZENDE M. O. O. Laboratório de resíduos químicos do campus USP São Carlos: Resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos químicos em um campus universitário. *Química Nova*, São Paulo, V. 26, n.2, 2002.

ALMEIDA, F. *O bom negócio da sustentabilidade*. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Fronteira, 2002. 191 p.

ANDRADE J. C. S.; MARINHO M. M. O.; KIPERSTOK, A. Uma política nacional de meio ambiente focada na produção limpa: elementos para discussão. *Bahia: Análise & Dados*, Salvador, v.10 n.4, p. 326-332, 2001.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004. Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Secção 1.

_____. *Biossegurança*. n. 39 (6). São Paulo: Revista de Saúde Pública, 2005. p.989-991. Relatório técnico.

ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, P. A. Hazardous waste in academic Environmental. *Science & Technologic*, V. 19. n. 2, p 1150-1155, 1985.

BARATA, M. L. B.; KLIGERMAN D. C.; MINAYO-GOMEZ C. A gestão ambiental no setor público: uma questão de relevância social e econômica. *Revista Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, V.12, n.1, p. 165-170, 2007.

BARBOSA, D. P.; OIGMAN S. S.; COSTA M. A. S.; PACHECO E. B. Gerenciamento de resíduos dos laboratórios do instituto de química da universidade do estado do rio de janeiro como um projeto educacional e ambiental. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, V. 8, n. 3, p.114-119, 2003.

BARROS, R. M. *Avaliação dos Resíduos dos Laboratórios de Ensino e Pesquisa do Instituto de Biologia - Universidade do Estado do Rio de Janeiro: uma Contribuição ao Plano de Gerenciamento*. 2007. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BRASIL. *Classificação de risco dos agentes biológicos* / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Ciência e Tecnologia. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde. 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. 2010. Brasília. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/politica-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 10 Nov. 2012.

CARDOSO, L. M. F. *Indicadores de Produção Limpa: uma proposta para análise de relatórios ambientais de empresas*. 2004. 155f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.

CARRAMENHA, M. M. L., *Gerenciamento de resíduos sólidos em serviços de saúde: uma contribuição para a avaliação do desempenho ambiental*. 2005. 218f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador.

CARVALHO, A. P. A. de. *Temas de arquitetura de estabelecimentos assistenciais de saúde*. 2 ed. Salvador: Ed Quarteto, 2002. 234 p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). *Prevenção à Poluição: Conceitos e Definições*. São Paulo, SP. 1998. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/residuos-solidos/Res%C3%ADduos-Urbanos/1-Introdu%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 25 de jul. 2011>.

_____. *A Produção mais Limpa e o Consumo Sustentável na América Latina e Caribe*. São Paulo, SP. 2005. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/pl_portugues.pdf>. Acesso em: 2 Fev. 2013.

CHRISTENSEN P.; THRANE M.; JORGENSEN T. H.; LEHMANN M. Sustainable development Assessing the gap between preaching and practice at Aalborg University. *International Journal of Sustainability*, Aalborg, V. 10, p. 4-20, 2009.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS (CNTL) - SENAI/RS. *Implementação de Programas de Produção mais Limpa*. Porto Alegre, RS. Centro

Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/ UNIDO/INEP, 2003. Disponível em: <http://wwwapp.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/proximos_cursos/implementa%E7%E3o%20PmaisL.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2013.

COELHO A. C. D. *Avaliação da aplicação da metodologia de produção mais limpa UNIDO/UNEP no setor de saneamento: estudo de caso EMBASA S. A.* 2004. 207f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). *Nosso Futuro Comum*. Rio de Janeiro, RJ: Fundação Getúlio Vargas. 1988; 2 ed.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). *Estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequados*, Resolução nº 257, 30 de junho de 1999. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

_____. *Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva*. Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. 117-E, de 19 de junho de 2001, Seção 1, página 80.

_____. *Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências*. Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

DETTENKOFER, M. Environmental auditing in hospitals: First results in a university hospital. *Environmental Management*, Springer-Verlag. New York Inc., v. 25, n. 1, p. 105-113, 2003.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *Pollution Prevention* (P2). Disponível em: <<http://www.epa.gov/p2/>>. Acesso em: 14 Mar. 2013

FARIA F. P.; PACHECO E. B. A. V. Disseminação da ferramenta Produção mais Limpa nas universidades públicas brasileiras. In: 1st INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2007, São Paulo. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/first/english/site/downloads.htm>>. Acesso em 20 Jan. 2013.

FERREIRA, J. A. *Resíduos Sólidos: perspectivas atuais*. In: Sisino, C. L. S. & OLIVEIRA, R. M. (orgs.). *Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde, uma visão multidisciplinar*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000. 19-40 p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN. Diagnóstico da Situação da Gestão Ambiental nas Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. *Súmula Ambiental Especial*. Ano IX, n. 107. Rio de Janeiro: FIRJAN. Maio 2011. Disponível em: <<http://www.firjan.org.br/data/pages/2C908CE9215B0DC4012164C44C503F7B.htm>>. Acesso em 18 mar. 2013.

FORNIACIARI, K. V. *Avaliação das Práticas de Manejo de Resíduos de Serviços de Saúde (Rss) na Faculdade de Odontologia/UERJ*. 2008. 127f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Rio de Janeiro.

FURTADO, J. S. ISO-14001 e produção limpa: importantes, porém distintas em seus propósitos e métodos. *Anais eletrônicos*. 1999. Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br/producaolimpa>>. Acesso em 7 Nov. 2011.

GUEDES, J. A.; DE-SIMONE G. C.; BARATA M. M. L. Produção mais Limpa em instituto de pesquisa e ensino: um estudo bibliométrico, In: 3rd INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION. São Paulo, SP. 2011. Disponível em:

<<http://www.advancesincleanerproduction.net/third/english/site/downloads.asp>>.
Acesso em 10 Jan. 2013.

GOLDEMBERG, M. *A arte de pesquisar*. como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. 8 ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 1977. 107 p.

HUBER F.; REIS F. H. Técnica alternativa para montagem de insetos em lâminas permanentes para visualização em microscopia óptica. *EntomoBrasilis*, Paracambi, Vol. 4, p 13-19, 2011.

JARDIM, W. F. *Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa*. Química Nova, Campinas, Vol. 21, p 671-673, 1998.

KIPERSTOK, A.; MARINHO, M. B. O desafio desse tal de desenvolvimento sustentável: o programa de desenvolvimento de tecnologias sustentáveis da Holanda. *Bahia Análise & Dados*, Bahia, v.10, n.4, p.221-228, 2001.

LABSYNTH. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – Ácido Acético. 2012. Disponível em:
<<http://downloads.labsynth.com.br/FISPQ/rv2012/FISPQ-%20Acido%20Acetico.pdf>>.
Acesso em: 10 dez. 2012.

_____. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – Hidróxido de Potássio Solução. 2012. Disponível em:
<<http://downloads.labsynth.com.br/fispq/FISPQ-%20Hidroxido%20de%20Potassio.pdf>>. Acesso em: 10 Dez. 2012.

LEHMANN M.; CHRISTENSEN P.; THRANE M.; JORGENSEN T. H. University engagement and regional sustainability initiatives: some Danish experiences. *Journal of Cleaner Production*, Aalborg, V. 17, p.1067-1074, 2009.

LENARDÃO E. J.; FREITAG R. A.; DABDOUB M. J.; BATISTA A. C. F.; SILVEIRA C. C. “Green Chemistry” – Os 12 princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, Pelotas, V. 26, p.123-129, 2003.

LONGO, B. M. *Avaliação das Condições Ambientais e de Segurança em Laboratórios de Pesquisa do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro*. 2006. 114f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Rio de Janeiro, 2006.

MACEDO, M. A. A. *Identificação e análise de elemento de gestão ambiental em empreendimento ecoturístico hoteleiro*. 2003. 240p. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador.

MARINHO, M. B. *Novas relações sistema produtivo/meio ambiente: do controle à preservação da poluição*. 2001. 198p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Salvador. 2001.

MEAU, A. *Gestão Ambiental Pública e seus Instrumentos. Gestão Ambiental nas Empresas SGA*. Eng. 269 – Ciências do Ambiente. Salvador, 2003. Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Departamento de Hidráulica e Saneamento. Módulo IV: Gestão Ambiental. Não paginado. Módulo IV: Gestão Ambiental.

MEIRA, C. C. *Uma Avaliação do Instrumento do Licenciamento Ambiental sob a Perspectiva da Prevenção da Poluição enfocando um Centro de Tratamento e Disposição de Resíduos Sólidos Industriais*. 2003. 218f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2003.

MERCK MILLIPORE. *Solução de Lactofenol*. 2012. Disponível em: <http://www.merckmillipore.com/brazil/chemicals/solucao-de-azul-de-lactofenol/MDA_CHEM-113741/p_EnOb.s1LadUAAAEWaoEfVhTI>. Acesso em: 10 Jul. 2012.

NETTO, E. R. *O gerenciamento ambiental na indústria: prevenção da poluição e redução de resíduos. O caso da indústria farmacêutica.* 2002. 173p. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ. Rio de Janeiro. 2002.

NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em Universidades: Análise crítica e recomendações. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, São Paulo, V. 11. N. 2. p, 118-124, 2006.

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE (OPAS). *Avaliação e gerenciamento de riscos.* 2001. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/ambiente/>>. Acesso em: 13 set. 2011.

PIO R. *Produção limpa: prevenção da poluição e ecoeficiência.* [S.l.: s.n.], 2000. mimeografado.

PRADO, A. G. S. Química Verde, os desafios da química do novo milênio. *Química Nova*, Brasília, V. 26, p.738-744, 2003.

REDE BRASILEIRA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (PMAISL). Disponível em <<http://www.pmaisl.com.br/>>. Acesso em 15 set. 2010.

REIS A. L. N. *Caracterização e avaliação do manejo de resíduos dos laboratórios do Instituto de Biologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ.* 2002. 100f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ. Rio de Janeiro.

RENSI, F.; SCHENINI, P. C. Gestão da Produção mais Limpa. In: III SEGet. SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA. 2006. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/artigos06/520_GS%20-%20Gestao%20da%20Producao%20mais%20Limpa.pdf>. Acesso em 20 Nov. 2011.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei n. 2011, de 10 de Julho de 1992. Dispõe sobre a obrigatoriedade da implementação de Programa de Redução de Resíduos. Rio de Janeiro, RJ.

SACHS, I. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. 3 ed. Rio de Janeiro: Garamond. 2000. 95 p.

SAENZ, T. W.; GARCIA, E. C. *Ciência, inovação e gestão Tecnológica*. Brasília: CNI/IEL/SENAI/ABIPTI, 2002.

SCHULTZ, J. *Caracterização, rotulagem, armazenamento e tratamento de resíduos químicos de laboratórios de ensino e pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa*. 2009. 54f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Química Tecnológica) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). Guia da Produção mais Limpa para Micro e Pequena empresa. 2010. Disponível em <<http://www.sebrae.com.br/setor/agroenergia/o-setor/inovacao-e-tecnologia/producao-mais-limpa>>. Acesso em 27 fev. 2013.

SHEN, T.T. *Industrial pollution prevention*. 2 ed. Berlin: Springer, 1995. 371p.

SILVA E. R.; LONGO B. M. Avaliação das condições ambientais e de segurança em laboratórios de pesquisa do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2007. *Anais...24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Disponível em <<http://www.cogere.uerj.br/publicacoes.php>>. Acesso em 12 Set. 2012.

SILVA E. R.; MATTOS U. A. O.; MENDES L. A. A.; SILVA E. S.; SANTOS N. E. Gerenciamento Integrado de Resíduos: o caso da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2007a. *Anais... XIV Simpósio de Engenharia de Produção*. Disponível em <<http://www.cogere.uerj.br/publicacoes.php>>. Acesso em: 12 Set. 2012.

SILVA E. R., MENDES L. A. A., SARANTAKOS G., FARTURA J. R., OLIVEIRA A. M. Proposta de um Modelo Integrado de Gerenciamento de Resíduos para a Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Campus Francisco Negrão de Lima. In: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte [acesso em 2012 Set 12]. Disponível em <<http://www.cogere.uerj.br/publicacoes.php>>. Acesso em: 12 Dez. 2012.

SILVA E. R. & MENDES L. A. A. O papel das Universidades na Construção da Sustentabilidade Ambiental: uma proposta de Modelo de Gerenciamento Integrado de Resíduos. *Revista Advir*, Rio de Janeiro, n. 23, p. 79-84, dez 2009.

SILVA F. M., LACERDA P. S. B., JUNIOR J. J. Desenvolvimento sustentável e Química Verde. *Química Nova*, Rio de Janeiro, V. 28, 103-110, 2005.

SISINNO, C. L. S. Resíduos Sólidos e Saúde Pública. In: SISINNO, C. L. S. & OLIVEIRA, R. M. (orgs.). *Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde, uma visão multidisciplinar*. Rio de Janeiro, Editora FIOCRUZ, 2000, p 41-47.

SISINNO, C. L. S., OLIVEIRA, R. M. Impacto Ambiental dos Grandes Depósitos de Resíduos Urbanos e Industriais. In: SISINNO, C. L. S. & OLIVEIRA, R. M. (orgs.). *Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde, uma visão multidisciplinar*. Rio de Janeiro, RJ: Editora FIOCRUZ, 2000, p 59-78.

TAKAYANAGUI, A. M. M. Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. In: Philippi Jr., Arlindo (editor). *Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. Barueri, SP: Editora Manole. 2005; 374p.

TEIXEIRA, J. P. B. *Implementação de um sistema de gestão ambiental à luz da produção limpa: o caso da HJ BAHIA*. 2006. 128p. Monografia (Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Universidade Federal da Bahia. Salvador.

VETEC Química Fina LTDA. *Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos* – Goma Arábica. 2005. Disponível em:

<<http://www.cpact.embrapa.br/fispq/pdf/GomaArabica.pdf>>. Acesso em: 20 Jul. 2012.

VEROCAI, I. *Licenciamento e Avaliação de Impacto Ambiental*. FGV Management – Curso de Educação Continuada, Rio de Janeiro: FGV Management, p.27, 2004.

VILHENA, A.; POLITI, E. *Reduzindo, Reutilizando, Reciclando: A Indústria Ecoeficiente*. CEMPRE , SENAI, p.5-8, 2000.

WAAS T., Verbruggen A., Wright T. University research for sustainable development: definition and characteristics explored. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 18, p.629-636, 2010.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). *Our common future*. 1987. Oxford: Oxford University Press.

ZANETTI, L C. B. B.; SÁ L. M. *A educação ambiental como instrumento de mudança na concepção de gestão de resíduos sólidos domiciliares e na preservação do meio ambiente*. *Anais... I Encontro Associação de Pós Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade*. 2002; 10p.

GLOSSÁRIO

Acondicionamento de resíduos – Consiste no ato de embalar os resíduos segregados, em sacos ou recipientes que evitem vazamentos e resistam às ações de punctura e ruptura. A capacidade dos recipientes de acondicionamento deve ser compatível com a geração diária de cada tipo de resíduo (ANVISA, 2004).

Armazenamento temporário - Consiste na guarda temporária dos recipientes contendo os resíduos já acondicionados, em local próximo aos pontos de geração, visando agilizar a coleta dentro do estabelecimento e otimizar o deslocamento entre os pontos geradores e o ponto destinado à apresentação para coleta externa (ANVISA, 2004).

Desinfestantes – Inseticidas, raticidas e repelente de insetos.

Desinfetante – Para uso geral em higienização e desinfecção, hospitalares para superfícies fixas ou artigos.

Disposição final – Consiste na disposição de resíduos no solo, previamente preparado para recebê-los, obedecendo a critérios técnicos de construção e operação, e com licenciamento ambiental de acordo com a Resolução CONAMA nº. 237/97.

Identificação – Consiste no conjunto de medidas que permite o reconhecimento dos resíduos contidos nos sacos e recipientes, fornecendo informações ao correto manejo dos RSS (ANVISA, 2004).

Limpeza – Processo de remoção da sujeira, que se deposita em superfícies inertes, através de meios mecânicos, químicos ou térmicos.

Manejo – O manejo dos RSS é entendido como a ação de gerenciar os resíduos em seus aspectos intra e extra estabelecimento, desde a geração até a disposição final (ANVISA, 2004).

Minimização de Resíduos – Inclui qualquer prática ambientalmente segura de redução na fonte, reuso, reciclagem e recuperação de materiais e/ou do conteúdo energético dos resíduos, visando a reduzir a quantidade ou volume dos resíduos a serem tratados e adequadamente dispostos (CETESB, 1998).

Redução de Resíduos – Inclui a redução na fonte geradora ou através de sua reutilização, diminuindo o volume total e/ou o grau de poluição dos resíduos (Lei Estadual n. 2011, de 10.07.1992, que dispõe sobre a obrigatoriedade da implementação de Programa de Redução de Resíduos) (RIO DE JANEIRO, 1992).

Resíduos – Toda matéria e substância no estado sólido, líquido ou gasoso, poluente ou potencialmente poluente, subprodutos não aproveitados de origem industrial, e rejeitos que são descartados sob forma de efluentes líquidos, emissão de resíduos gasosos ou resíduos sólidos e semissólidos que, necessariamente, devem ser tratados, estocados ou depositados adequadamente (RIO DE JANEIRO, 1992).

Resíduos Sólidos – Resíduos nos estados sólidos e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nessa definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (NBR 10.004).

Segregação - Consiste na separação dos resíduos no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, o seu estado físico e os riscos envolvidos (ANVISA, 2004).

Tecnologias limpas – É a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos e produtos para reduzir riscos aos seres humanos e ao meio ambiente.

Tratamento – Consiste na aplicação de método, técnica ou processo que modifique as características dos riscos inerentes aos resíduos, reduzindo ou eliminando o risco de contaminação, de acidentes ocupacionais ou de dano ao meio ambiente. O tratamento pode ser aplicado no próprio estabelecimento gerador ou em outro estabelecimento, observadas nestes casos, as condições de segurança para o transporte entre o estabelecimento gerador e o local do tratamento. Os sistemas para tratamento de Resíduos de Serviços de Saúde devem ser objeto de licenciamento ambiental, de acordo com a Resolução CONAMA nº. 237/1997 e são passíveis de fiscalização e de controle pelos órgãos de vigilância sanitária e de meio ambiente.

APÊNDICE: QUESTIONÁRIO GESTÃO AMBIENTAL – PESQUISA MAIS LIMPA NO IOC

1- Existe um sistema para medição e análise de gastos de gastos com insumos e material?

2- Existe uma rotina de coleta e disposição dos resíduos?

3- São aplicados modelos para redução, reaproveitamento e reciclagem de algum material ou resíduo (laboratório e escritório)? Quais?

4- Há no laboratório definições de procedimentos padrões para realização das atividades?

5- São realizados treinamentos e capacitação dos trabalhadores e estudantes que entrem para o corpo do laboratório? (biossegurança, realização da pesquisa, uso de EPI, etc)

6- Todas as atividades e ações relacionadas à Gestão Ambiental são repassadas para todo o pessoal envolvido nas atividades do laboratório?

7- Como é realizado o processo de compra das substâncias químicas utilizadas no desenvolvimento da pesquisa?