

**SUGESTÃO DE PLANO PRELIMINAR DE GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS E EFLUENTES LÍQUIDOS PARA O
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS E DE
PETRÓLEO (POLI-USP)**

**Trabalho de Formatura em Engenharia de Minas
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

Autor: Robson Rodrigues Leinfelder

Orientador: Sérgio Médici de Eston

2003

TF-2003
L532/s
1424423

M2003D

DEDALUS - Acervo - EPMI



31700005479

“O presente é tão grande, não nos afastemos, não nos afastemos muito, vamos de mãos dadas”. C D A

Aos meus pais Aurora e Alcides, aos meus familiares, ao Mario, à Precila e à Simone. Obrigado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte da minha vida, ajudando-me a ser o que sou hoje, especialmente às pessoas que amo e sempre estiveram comigo.

Não posso deixar de agradecer às pessoas que me ajudaram a realizar este trabalho, como os funcionários do Departamento e alguns amigos, especialmente Ângelo Consoni, José C. Mierzwa e Marcelino.

Agradeço também às pessoas que me ajudaram na minha formação, como os professores Lineu, Homero, Wildor, Peter Tiedman, Fujimura, Helmut, Eldon e Sánchez, o meu orientador Sérgio Médici de Eston e os meus amigos.

E por fim, agradeço aos meus amigos por terem tornado a minha vida tão mais feliz.

RESUMO

Os resíduos sólidos gerados nas dependências do Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo são descartados em caçambas de entulho ou recolhidos pela equipe de limpeza sem que haja qualquer classificação. E o mesmo acontece com os efluentes líquidos, pois são descartados na rede de esgotos, que tem como destino final o Rio Pinheiros. A preocupação com o futuro, e a tentativa de contribuir para a mudança do quadro atual, deu origem ao estudo ora apresentado.

O presente estudo pretende apresentar uma sugestão de Plano Preliminar de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos para o Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVOS	2
3. ASPECTOS LEGAIS E OS RESÍDUOS SÓLIDOS	2
4. AS HIPÓTESES DE ESTUDO E O PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	4
5. METODOLOGIA	5
6. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	6
7. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	7
8. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	10
9. O PLANO PRELIMINAR DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PPGRS).....	15
9.1. Setor Administrativo	16
9.2. Setor de Laboratórios	19
9.2.1. Questionário	20
9.2.2. Técnica 3R's.....	21
9.3. Infra-estrutura	23
10. AUDITORIA E CRONOGRAMA	26
11. FUTURO PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	27
12. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	29
ANEXOS	30

ANEXOS

ANEXO 1 – FLUXO DE MATERIAIS DOS LABORATÓRIOS

QUADRO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

ANEXO 2 – FLUXOGRAMA DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS

ANEXO 3 – ASPECTOS LEGISLATIVOS

LISTA DE FOTOS

	página
FOTO 6.1 – Departamento de Minas e de Petróleo	6
FOTO 6.2 – Vista do piso superior do PMI	7
FOTO 8.1 – Capela e centrífuga – LTM	10
FOTO 8.2 – Tambores de amostras – LTM	11
FOTO 8.3 – Caçamba de entulhos	11
FOTO 8.4 – Sala de amostras – LTM	12
FOTO 8.5 – Sala de amostras – LFQI	12
FOTO 8.6 – Piso do LTM	13
FOTO 8.7 – Falta de proteção da correia – LTM	13
FOTO 8.8 – Sala do LTM	14
FOTO 9.3.1 – Caixa de decantação móvel	23
FOTO 9.3.2 – Caixa de decantação externa	24

LISTA DE QUADROS

Cronograma de Atividades	26
Quadro de Impactos Ambientais	ANEXO 1

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Laboratório de Tratamento de Minérios e Resíduos Industriais 1	ANEXO 1
FIGURA 2 – Laboratório de Físico-Química de Interfaces	ANEXO 1
FIGURA 3 – Laboratório de Tratamento de Minérios e Resíduos Industriais 2	ANEXO 1
FIGURA 4 – Laboratório de Caracterização Tecnológica	ANEXO 1
FIGURA 5 – Laboratório de Mecânica de Rochas	ANEXO 1
FIGURA 6 – Fluxograma de Minimização de Resíduos	ANEXO 2

APRESENTAÇÃO

A geração de resíduos se tornou um problema para a humanidade devido à quantidade e qualidade dos resíduos gerados pelas mais diversas atividades do ser humano. A industrialização, o consumo e o avanço da tecnologia, aliados à falta de preocupação com o meio ambiente, são alguns dos fatores que explicam o enorme passivo ambiental que estamos deixando de herança para as futuras gerações. E o mais grave é que a exagerada quantidade de resíduos produzidos pela humanidade só tende a aumentar. Podemos observar, por exemplo, que a quantidade de resíduos produzidos em países industrializados é muito maior do que a produzida nos países em desenvolvimento.

Pode-se dizer que todas as atividades humanas produzem resíduos. E as atividades relacionadas à mineração não fogem a regra. Pelo contrário, é uma das maiores geradoras de resíduos. Por isso, um engenheiro de minas deve estar atento a estas questões e tentar, dentro de suas atividades contribuir para amenizar o problema.

Como engenheiros e futuros engenheiros de minas podemos, e devemos, ter atitudes mais responsáveis. E cuidar do ambiente onde moramos, trabalhamos e estudamos é o começo de um caminho que pode dar certo. Além do mais, estaremos desempenhando alguns dos papéis da universidade, como o ensino, a pesquisa e o desenvolvimento para o bem das gerações atuais e futuras.

O presente estudo não tem a pretensão de esgotar o assunto ora abordado. Contudo, consciente da gravidade das questões levantadas acima, surgiu a preocupação de dar uma contribuição, ainda que modesta.

1. INTRODUÇÃO

As diversas atividades desenvolvidas pelo ser humano podem gerar os mais variados tipos, formas, qualidades e quantidades de resíduos. E por envolver uma grande variedade de ambientes e pessoas devemos definir muito bem qualquer plano de atuação neste área. Cada local estudado pode ter um plano de gerenciamento de resíduos diferenciado, principalmente por causa de dois motivos: os diferentes tipos de resíduos que cada local gera e o importante envolvimento das pessoas inseridas no meio estudado.

Apesar deste estudo ser acadêmico não podemos ignorar as questões administrativas, sociais e políticas nas quais estamos inseridos, por isso é usado o contexto do qual somos parte em favor das questões apresentadas, valendo-se de ser um prédio público inserido numa comunidade, e de ser parte da Escola Politécnica.

O presente estudo apresenta uma sugestão de um Plano Preliminar de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos para o Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

2. OBJETIVOS

O estudo apresentado tem por objetivo elaborar uma sugestão de Plano Preliminar de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos (PPGRS) para o Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo (PMI) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Este PPGRS tem a pretensão de apresentar algumas propostas para a minimização e para a destinação adequada dos resíduos sólidos e dos efluentes líquidos gerados nas dependências do PMI, e através do estudo apresentado dar algumas diretrizes para um futuro Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos (PGIR).

3. ASPECTOS LEGAIS E OS RESÍDUOS SÓLIDOS

Um plano de gerenciamento de resíduos antes de tudo é uma questão ambiental. No Brasil, a questão ambiental vem sendo abordada nos últimos anos com muito maior interesse, porém a questão dos resíduos sólidos ainda não sensibilizou os nossos políticos.

A questão ambiental no Brasil começou a ser tratada pelos legisladores na Lei nº 6.938, da Política Nacional de Meio Ambiente, de 31 de agosto de 1981, alterada pelas Leis nº 7.804 e nº 8.028.

Na Constituição Federal promulgada em 05 de outubro de 1988, no artigo 225 do Capítulo VI é abordado o tema referente à questão ambiental da seguinte maneira: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à Coletividade, o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Atualmente, as instituições responsáveis pelos resíduos sólidos (mesmo os classificados como perigosos), no âmbito municipal, estadual ou nacional, são determinadas através da Constituição Federal nos incisos VI e IX do artigo 23, que estabelecem a competência comum da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios combater a poluição e melhorar as condições de saneamento básico. Além dos incisos I e V do artigo 30 estabelecerem a atribuição ao município quanto à organização e legislação sobre limpeza urbana. Os incisos IV e VII do artigo 23 da referida constituição, também tratam da questão ambiental.

Um ano depois da promulgação da Constituição Nacional o Estado de São Paulo também teve sua Constituição promulgada, e similar à Federal, a paulista dedicou um capítulo ao Meio Ambiente.

Mas quando o assunto é resíduo sólido, são encontradas apenas algumas resoluções e normas, como as Resoluções CONAMA e as normas NBR da ABNT. O Brasil ainda carece de uma lei nacional específica sobre a questão dos resíduos sólidos. Afinal, o Decreto nº 8.468 é muito limitado para atender as necessidades atuais. E no caso paulista, carecemos também de uma lei estadual.

Na Assembléia Legislativa, há cinco anos, corre a proposta de uma Política Estadual de Resíduos Sólidos, a exemplo do que ocorre no Congresso Nacional quanto à proposta da Política Nacional de Resíduos Sólidos que está em tramitação desde 1992.

“Com a crescente preocupação com as questões ambientais e com o surgimento dos novos conceitos relacionados ao desenvolvimento, a tendência é que as novas normas relacionadas ao meio ambiente passem a incorporar mecanismos pró-ativos, no sentido de minimizar os impactos decorrentes das atividades humanas” (Mierzwa, 2003).

Na verdade, essa tendência vem se consolidando internacionalmente há muitos anos. Como nos Estados Unidos, que na década de 1970 aprovou o RCRA (*Resource Conservation and Recovery Act-1976*), e na década de 1980 o CERCLA (*Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act-1980*), e o programa da EPA (*Environmental Protection Agency*), estabelecido para administrar e implementar as provisões do CERCLA, conhecido como *Superfund program*. Atualmente nos Estados Unidos seguem em andamento

além dos atos referidos acima muitos outros programas relacionados à questão ambiental e dos resíduos sólidos.

A Agenda 21, apesar de não ser uma lei, também evidencia esta tendência, e certamente é uma das referências para o nosso futuro. Em termos gerais, estabelece que os países devem desenvolver medidas para melhorar a qualidade de vida. Englobando temas variados dentro de seus 40 capítulos, como a preservação das florestas, o desenvolvimento de substitutos para determinadas substâncias nocivas, incentivo à descoberta de fontes de energia alternativa, a proibição da pesca predatória e a diminuição do lixo produzido.

Algumas das leis, normas e resoluções que se referem ao tema estudado estão apresentadas anexas.

4. AS HIPÓTESES DE ESTUDO E O PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Um plano de gerenciamento de resíduos (PGR) deve envolver todos os processos de geração, manuseio, acondicionamento, armazenamento, caracterização, coleta, transporte, tratamento, reuso, reciclagem, e disposição final dos resíduos, de forma que sejam gerenciados de maneira segura e adequada (ambientalmente, politicamente, socialmente e financeiramente), de acordo com as boas práticas da engenharia e respeitando a legislação vigente.

Para a elaboração de um PGR o presente estudo considerou três hipóteses. A primeira hipótese considerada foi a formulação de um modelo teórico de plano de gerenciamento de resíduos, e a segunda foi a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos a partir da classificação dos resíduos gerados. Porém, o estudo sobre o tema revelou que um plano assim deve ser aplicado passo a passo e ao mesmo tempo focado em resultados. Além disso, não pode ser imposto, para que as pessoas envolvidas se sintam parte do processo e colaborem para o sucesso do plano.

Para o engenheiro químico e professor José Albertino Bendassolli, coordenador do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Cena), o gerenciamento de resíduos deve seguir uma escala de prioridades. Sendo que a primeira é evitar a geração de resíduos, a segunda é reduzir a geração inevitável, a terceira é reaproveitar os resíduos e a quarta é o tratamento desses resíduos para que possam ser descartados sem danos ambientais. Aliás, a escala de prioridades também aparece como uma ferramenta importante nos estudos de R.P.Bringer (*Waste management by presevention*) e W.C.Blackman Jr. (*Basic Hazardous Waste Management*).

Desta forma, os estudos direcionaram as discussões para a terceira hipótese: o Plano Preliminar de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos (PPGRS). E para ser coerente com toda a discussão apresentada foi realizado o referido Plano com foco no local escolhido para o estudo, que no caso, foi o Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo (PMI) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

A elaboração de uma proposta de gerenciamento de resíduos pode ser realizada de diversas maneiras. Para a elaboração do PPGRS sugerido foram estudadas as combinações de algumas técnicas. Algumas dessas técnicas são utilizadas em PGR's existentes em empresas ou em outras universidades, e se mostraram bastante adequadas para a situação estudada.

O Plano Preliminar de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos (PPGRS) é a primeira etapa para a concretização de um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos e Efluentes Líquidos (PGIRS), e o maior objetivo de um PPGRS é dar base para a posterior implementação de um PGIRS no local objeto de estudo.

5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o estudo seguiu as seguintes etapas:

- a. Pesquisa bibliográfica sobre o tema e levantamento das hipóteses de estudo;
- b. Visitas e entrevistas a alguns profissionais do setor de gerenciamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos;
- c. Pesquisa sobre alguns aspectos legislativos;
- d. Aspectos relevantes sobre o local objeto de estudo (Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo), como identificação dos laboratórios, salas, secretaria, biblioteca, etc;
- e. Entrevistas com a equipe de limpeza e acompanhamento ao local estudado;
- f. Classificação dos ambientes encontrados no local de estudo em setor administrativo e setor de laboratórios;
- g. Visitas aos laboratórios, entrevistas dos funcionários e professores, e estimativa de valores quantitativos dos materiais que compõe os fluxos;
- h. Realização de fluxos de materiais dos laboratórios (enquadrados no setor de laboratórios);
- i. Pesquisa sobre Planos de Gerenciamento Integrado de Resíduos implantados em outros locais; e,
- j. Elaboração de algumas propostas e sugestões.

Serão feitas considerações sobre algumas questões políticas e administrativas no capítulo destinado à discussão dos resultados.

6. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O local objeto de estudo é o Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo (PMI) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (FOTO 6.1). O Departamento “está instalado em um prédio de dois pavimentos (FOTO 6.2), construído em meados da década de 60, de acordo com o projeto do arquiteto Carlos Bratke”¹.



FOTO 6.1 – Departamento de Minas e de Petróleo.

As dependências que fazem parte dos 8.250 m² do edifício são: Chefia, secretaria do PMI, auditório, APEMI, salas dos professores, salas dos alunos de pós graduação, posto do banco BANESPA, sala de reuniões, biblioteca, PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia, escritório piloto (EP) Minas, sala de convívio, sala dos alunos de graduação, salas de aula, e os laboratórios de Tratamento de Minérios e Resíduos Industriais (LTM), Caracterização Tecnológica (LCT), Controle Ambiental Higiene e Segurança (LACASEMIN), Mecânica de Rochas (LMR), Computação em Pesquisa e Desenvolvimento Mineral (LAPDEM), Físico-Química de Interfaces (LFQI), Prospecção e Pesquisa Mineral (LPPM), Simulação e Controle de Processos de Tratamento de Minérios (LSC), Planejamento e Otimização de Lavra (LAPOL) e o Laboratório de Economia Mineral (LEM).

No Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo (PMI) são desenvolvidas atividades de ensino e pesquisa, além de sediar os cursos do PECE no período noturno.

1 – citação do endereço eletrônico <http://www.poli.usp.br/pmi>

No local estudado são desenvolvidas várias atividades que geram resíduos sólidos, líquidos e gasosos, com as mais diversas características, podendo ser desde materiais inertes até substâncias agressivas ao meio ambiente e à saúde pública, tais como ácidos ou bases, líquidos densos, etc. requerendo no seu trato alguns cuidados especiais e controle.



FOTO 6.2 – Vista do piso superior no PMI.

7. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Devido a grande diversidade de ambientes o PMI será dividido em duas áreas: o setor administrativo e o setor de laboratórios. A divisão é baseada no tipo de resíduo que potencialmente é gerado em cada local. Assim, o setor administrativo será composto de áreas que geram apenas resíduos domésticos.

O setor de laboratórios será composto por LMR, LCT, LTM e LFQI, e o setor administrativo pelos demais locais supracitados incluídos os sanitários, cozinhas e dependências comuns do edifício. Devido ao projeto (em andamento) de construção do laboratório de reciclagem, agregado ao Laboratório de Tratamento de Minérios (LTM), ele será inserido no estudo e fará parte do setor de laboratórios.

Os resultados do estudo realizado serão apresentados e discutidos separadamente para cada setor. A apresentação dos resultados para o setor administrativo será de maneira que já se possa identificar os materiais recicláveis e não recicláveis. Será sugerida coleta seletiva para alguns dos materiais recicláveis.

Setor Administrativo

Para o setor administrativo foram realizadas entrevistas e acompanhamentos do trabalho executado pelo pessoal da equipe de limpeza. No período de acompanhamento verificou-se que é gerado diariamente cerca de doze a quinze sacos de quarenta litros nas dependências do PMI. Cerca de quatro sacos são provenientes dos sanitários, outros quatro sacos são provenientes das salas de aula, sala dos professores, secretaria, biblioteca, PECE e outras áreas comuns do edifício, cerca de meio saco é proveniente das cozinhas e os restantes são provenientes dos laboratórios.

Seguindo o mesmo perfil do resto da Universidade, grande parte do resíduo encontrado no setor administrativo do PMI é composto de papel (sulfite, envelopes, cartolinas, formulários contínuos, toalhas de papel e papel higiênico). O papel forma cerca de 90% dos resíduos recolhidos nas salas dos professores, secretaria e PECE; e, cerca de 60% dos resíduos recolhidos nas salas de aula, na biblioteca, e outras áreas do setor administrativo. Apesar de os sanitários serem responsáveis por cerca de quatro sacos de papel, este papel não é reciclável.

Os resíduos plásticos utilizados pelo setor administrativo são os copinhos de plástico, conduítes de lâmpadas, fios encapados e disjuntores. Entre os resíduos que podem representar risco ao meio ambiente estão as lâmpadas, os solventes, corretores líquidos para caneta, tintas e vernizes.

No ano de 1994 entraram 188 lâmpadas no PMI e no ano de 2001 entraram 193 lâmpadas. Supondo que as lâmpadas que entraram no PMI foram para substituir aquelas que foram descartadas, são geradas cerca de 190 lâmpadas por ano no PMI.

O PMI gera muitos resíduos sólidos potencialmente recicláveis, porém o papel e as lâmpadas fluorescentes são os dois resíduos sugeridos para a coleta seletiva. As razões para isso serão apresentadas no capítulo 9.

Os resíduos domésticos do PMI são recolhidos pela equipe de limpeza e posteriormente pela Prefeitura da Cidade Universitária, que dá destinação final a estes resíduos.

Os dados obtidos com o levantamento foi tratado em um quadro de impactos ambientais e um fluxo de materiais para os laboratório, apresentados anexos.

Setor de Laboratórios

O levantamento de dados para o setor de laboratórios foi o ponto crítico do estudo. De forma geral, os funcionários, técnicos e professores envolvidos com os laboratórios LCT e LTM não sabem precisar a quantidade gerada de resíduos. Em decorrência dessa falta de informações, contamos apenas com valores quantitativos estimados. No ANEXO 1 estão apresentados os fluxos de materiais qualitativos dos laboratórios.

O LMR gera cerca de 100 kg por ano de resíduos, basicamente pedaços de amostras de minérios. E o LFQI gerou cerca de 200 litros de efluentes líquidos, listadas na FIGURA 2 do ANEXO 1, e 300 kg de resíduos sólidos, dentre eles amostras de minérios de fosfato, pirocloro, barita e areias industriais.

É prática comum do setor de laboratórios o descarte dos resíduos sólidos em caçamba de entulhos contratada. É retirada cerca de uma caçamba a cada 30 ou 35 dias, e o local de destino final das caçambas é desconhecido. O descarte dos efluentes líquidos é feito na rede de esgotos e a quantidade total gerada é desconhecida. A rede de esgotos não é ligada a nenhuma Estação de Tratamento de Esgotos – ETE, todo o efluente líquido (inclusive o esgoto) é lançado no Rio Pinheiros.

Os resíduos gerados no PMI não são classificados (por exemplo, conforme a NBR 10.004/ 1987 da ABNT), portanto, é desconhecido o percentual de resíduos perigosos (Classe I), não inertes (Classe II) e inertes (Classe III).

Dos fluxos de materiais apresentados nas FIGURAS 1 a 5 do ANEXO 1 obtemos os tipos de resíduos sólidos e efluentes líquidos gerados pelos laboratórios. Todavia, além dos materiais identificados nos fluxos de materiais (água com resíduos, restos de minérios, soda cáustica, amido, fluorsilicato, resina, rejeito de araldite, rejeito dos processos, água com resíduos e poeira) os laboratórios utilizam outros produtos, tais como os líquidos densos (Bromofórmio, Diodeto de Metileno, Tetra Bromo Etano, Tetra Cloreto de Carbono), fluorsilicato de sódio, éter-amina e alguns tipos de bases e ácidos. Os funcionários são orientados para que as experiências de separação em meio denso sejam realizadas na capela (FOTO 8.1), e através do processo de destilação os líquidos densos são recuperados.

8. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

A quantidade de resíduos sólidos gerada pelo setor de laboratórios do PMI certamente é maior do que a quantidade retirada pelas caçambas, pois ao serem descartados, são lançados acidentalmente ou não, na rede de esgotos e, portanto, não estão incluídos nesta estimativa. Por exemplo, durante a limpeza dos laboratórios os resíduos sólidos são descartados para a rede de esgotos. Quanto aos efluentes líquidos, podem ser descartados na rede de esgotos, incorporados à amostra processada ou evaporados na capela (FOTO 8.1).



FOTO 8.1 – Capela e centrífuga usadas na separação em meio denso – LTM.

Para o pesquisador do IPT Ângelo Consoni, são motivo de preocupação, não só os resíduos gerados diariamente, mas também o descarte sazonal de alguns materiais, a falta de identificação de outros e a não classificação dos resíduos descartados. Por exemplo, a manutenção de equipamentos pode gerar resíduos que não estavam previstos num plano preliminar.

Para solucionar o problema numa futura tentativa de aplicação do PPGRS apresentado no presente estudo, serão sugeridas algumas medidas relacionadas nos próximos capítulos. Dentre as sugestões está a realização da “auditoria do lixo”. Com a “auditoria do lixo” será possível fazer o levantamento das quantidades de resíduos sólidos e efluentes líquidos gerados nos laboratórios, e assim fazer um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos com maior precisão e qualidade, inclusive contemplando os resíduos gerados sazonalmente.

Devido a grande variedade de resíduos que é gerado no LTM, é difícil elaborar uma metodologia de ação padronizada. Cada amostra de minério processada gera um tipo diferente de resíduo, o que teoricamente demandaria o estudo individual para cada tipo de amostra processada no laboratório. Porém, a simples minimização aliada ao adequado manuseio e descarte do resíduo já podem ser considerados como uma grande contribuição do PPGRS.



FOTO 8.2 – Tambores com amostras nos corredores do LTM.

O manuseio e o armazenamento dos produtos muitas vezes não são realizados de maneira adequada e segura; o local para armazenamento temporário das amostras no LTM e no LCT é indevido (FOTO 8.4 e 8.5); e os resíduos são armazenados em embalagens não padronizadas, por vezes com rotulagem precária e colocados sob bancadas de laboratórios, corredores de circulação, etc (FOTOS 8.2). Ademais, na caçamba contratada pelos laboratórios muitas vezes são jogados restos de madeira, sucatas e outros materiais. Na FOTO 8.3 vemos um balde com restos de tinta descartado indevidamente na caçamba contratada.



FOTO 8.3 – Materiais diversos jogados na caçamba contratada pelos laboratórios.



FOTO 8.4 – Sala destinada ao armazenamento de amostras do LTM, situação inadequada.



FOTO 8.5 – Sala destinada ao armazenamento de amostras do LFQI, situação adequada.

Segurança do trabalhador

Algumas observações quanto à segurança (e conforto) do trabalhador (e usuários) dos laboratórios são necessárias, apesar de não fazerem parte do escopo do estudo. Nas visitas aos laboratórios foi constatado que a situação atual carece de algumas medidas ambientais preventivas, apresentando, por vezes, um cenário deficiente em relação à segurança do trabalhador. Nas FOTOS 8.6 e 8.7, podemos verificar duas situações que representam risco ao usuário do Laboratório de Tratamento de Minérios - LTM.



FOTO 8.6 – Piso deficiente no Laboratório de Tratamento de Minérios (LTM).



FOTO 8.7 – Equipamento (no LTM) - falta proteção da correia.

Verificou-se também que nos laboratórios LTM e LCT há grande incidência de ruído e apenas os trabalhadores que estão operando os aparelhos é que usam os EPI's. Porém, o ruído pode ser sentido por todos no laboratório e por vezes até nos corredores. Apenas uma sala do LTM tem infra-estrutura adequada para testes que envolvem grandes níveis de ruído.

A sala mostrada na FOTO 8.8 representa um ponto crítico do LTM, com a presença de um aparelho (para medição de WI) que é um gerador de ruído e poeira, e preso à parede verifica-se a presença de um outro aparelho (peneirador via seco) gerador de poeira.



FOTO 8.8 – Sala do LTM dotada de aparelhos que representam ponto crítico do laboratório.

Além disso, nos laboratórios não estão disponíveis equipamentos, em tipo e quantidade, necessários para atendimento de emergências. Apesar de todos os produtos químicos serem diluídos e os funcionários usarem EPI, ainda assim pode haver acidentes. Para evitar maiores problemas sugere-se promover o treinamento das pessoas envolvidas.

Patrimônio Público?

No futuro, a identificação do que é ou não patrimônio público pode ser necessária, devido ao fato de que todo o resíduo gerado em um prédio público é considerado patrimônio público, como é o caso do PMI, e portanto gerenciável apenas pelo poder público ou pelas esferas designadas por este poder.

Um exemplo que pode ser citado para deixar claro o problema apresentado é o caso dos cartuchos de impressora utilizados pelos funcionários do PMI. Alguns funcionários usam cartuchos comprados por eles próprios e outros funcionários usam cartuchos fornecidos pelo almoxarifado da Escola Politécnica. Segundo os funcionários, a Escola Politécnica diz que

eles não têm o direito ao cartucho, assim eles resolveram a questão comprando com recursos próprios.

Para os funcionários que têm o direito, o fornecimento do novo cartucho é condicionado, pelo Almoxarifado da Escola, à devolução do cartucho usado. Assim, cartuchos (novos ou usados) são propriedade da Escola Politécnica, e será descartado pelos setores responsáveis da Escola Politécnica.

9. O PLANO PRELIMINAR DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PPGRS)

A sugestão para o PPGRS utiliza-se da combinação de algumas técnicas, como já citado anteriormente. Para atender os universos estudados serão aplicadas técnicas diferenciadas para cada local. Conforme já apresentado, o PMI pode ser dividido em vários setores diferentes, e cada um desses setores tem suas peculiaridades.

Para o setor administrativo, que envolve as dependências comuns do edifício, é sugerida a aplicação da técnica dos 3R's aliada à educação ambiental. Sabemos que as pessoas do setor de laboratórios circulam pelos outros setores, mas o inverso não acontece, a não ser para o caso dos alunos e professores. E esse é um dos principais motivo da importância do envolvimento dos alunos e professores, pois eles serão uma ligação, o que possibilitará a integração, entre todos os setores.

As medidas sugeridas para o setor administrativo, e dependências comuns do edifício, contêm os seguintes componentes:

- **Redução na fonte:** minimização da geração de resíduos;
- **Reuso:** maximização de recursos antes do descarte no lixo doméstico, ou do encaminhamento à coleta seletiva;
- **Reciclagem:** coleta seletiva de materiais potencialmente recicláveis em pontos específicos antes que sejam direcionados ao lixo doméstico; e,
- **Educação ambiental:** conscientização das pessoas envolvidas e da comunidade para que seja possível se integrarem às ações que ajudem na problemática dos resíduos.

De certa forma as medidas sugeridas para as dependências comuns influenciam a ação das pessoas de todos os setores, pois todos circulam pelo edifício. Apesar das pessoas não estarem diretamente envolvidas no conjunto de ações de todos os componentes, a educação ambiental será de fundamental importância. Pois é na educação ambiental que as pessoas se integrarão dos problemas, dos seus e dos outros setores; poderão dar sugestões para a melhor

aplicação do plano preliminar; e, serão convocados como efetivos e pró-ativos agentes do PPGRS.

As medidas sugeridas para o setor de laboratórios envolvem além das medidas dos outros setores mais três componentes:

- **Tratamentos físicos, químicos e/ou biológicos:** estudo e aplicação de tecnologias para adequar a disposição dos resíduos; e,
- **Disposição final:** encaminhamento para aterramento dos materiais não-recicláveis, já tratados, resultantes dos processamentos anteriores.
- **Infra-estrutura:** construção ou reforma da infra-estrutura dos laboratórios do PMI.

A seguir estão as sugestões das medidas para o PPGRS no PMI, divididas conforme os setores classificados.

9.1. Setor Administrativo

A sugestão para o setor administrativo é um conjunto de medidas que visam minimizar a geração de resíduos. Neste setor o papel é o resíduo que gera maior volume e as lâmpadas podem ser classificados como os resíduos mais perigosos, por isso, serão os alvos principais deste setor no PPGRS.

Para minimizar o volume de papel, deve-se conscientizar as pessoas que frequentam o PMI, através da educação ambiental, e implantar algumas medidas para as pessoas do setor administrativo.

A conscientização só virá com o envolvimento das pessoas, e espera-se que a educação ambiental consiga envolver as pessoas e dar-lhes subsídios para atuarem como agentes do PPGRS. Sugere-se que o PPGRS do PMI siga as seguintes etapas:

- a) Reuniões abertas à comunidade com a participação de alunos, professores e funcionários para debater sobre a aplicação do PPGRS no PMI. Através da colaboração dos alunos e professores, apresentar dados que subsidiem a conscientização e mobilização efetiva e pró-ativa das pessoas envolvidas e da comunidade, troca de experiências para aplicação do conjunto de ações do PPGRS, e fazer com que os envolvidos adquiram experiências e conhecimentos que lhes possibilitem, numa primeira etapa, principalmente, aplicar os 3R's no dia a dia;
- b) Providenciar um recipiente para ser colocado ao lado de cada cesto de lixo. Neste recipiente deve estar escrito a palavra "Papel", se possível com o símbolo da

reciclagem, para que as pessoas identifiquem sua função, que é a de receber os papéis recicláveis coletados seletivamente;

c) Providenciar que os funcionários responsáveis pela troca de lâmpadas participem da educação ambiental, onde deverá ser ensinado que as lâmpadas devem ser colocadas em recipiente adequado sem quebrá-las. E providenciar um recipiente para se colocar as lâmpadas fluorescentes trocadas;

d) Implantar um sistema para correspondência interna que minimize o descarte de envelopes no lixo. Para isso, basta que os envelopes não reutilizáveis sejam encaminhados para a coleta seletiva, e substituídos pouco a pouco por envelopes do tipo “leva e trás”. Este tipo de envelope, geralmente de cor parda, é dotado de um quadro para identificação do remetente e destinatário. De modo que, toda vez que é usado, um elemento do quadro deve ser marcado ficando inutilizável, até que não haja mais espaço para identificação do remetente e deva ser trocado por outro envelope. Deve-se utilizá-lo de forma a maximizar sua vida útil;

e) Separar os papéis utilizados na rotina interna para posteriormente reutilizá-los como rascunho, maximizando a vida útil de cada folha de papel; Para isso, pode-se separar um outro recipiente, como uma caixa de papelão, próximo aos locais onde as pessoas trabalham a maior parte do tempo. Por exemplo, colocar uma caixa de papelão sob as mesas dos escritórios, ao lado do cesto de lixo;

f) Encaminhar para a coleta seletiva apenas os papéis que já não tenham mais serventia, e nem possam mais ser reutilizados; e,

g) Outras ações específicas visando a maximização dos recursos e a minimização dos resíduos. Para o setor administrativo pode-se tomar como exemplo um dos utensílios mais comuns: a caneta. Para maximizar este recurso (a caneta) pode-se dar uma caneta identificada para cada pessoa, que deve ser deixada sempre num mesmo local, para evitar sua perda, e deve ser jogada no lixo apenas depois de a carga ter acabado. Este tipo de procedimento pode ser estendido a todos os materiais.

Após a implementação das medidas sugeridas, devido a coleta seletiva de papeis, o volume de lixo descartado deve diminuir bastante; além disso, a construção do laboratório de reciclagem deve contribuir para o estudo e viabilidade de coleta / tratamento de outros materiais, como os plásticos e as lâmpadas. Desta forma, um futuro Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, que envolva os outros resíduos descartados, será facilitado.

A seguir, serão feitas considerações sobre a coleta seletiva de papeis e lâmpadas fluorescentes.

Papel

A importância da reciclagem é notória, porém vale salientar alguns dados referentes à reciclagem do papel, até como colaboração para a educação ambiental.

Cerca de 40% do lixo urbano é papel. E, como já apresentado anteriormente, a maioria do resíduo gerado pelo setor administrativo do PMI também. Estima-se que no Brasil a reciclagem industrial recupera atualmente 30% do papel descartado no lixo. Cada tonelada de papel reciclada poupa, em média: 60 eucaliptos adultos (conforme o processo industrial usado); 2,5 barris de petróleo; 50% da água usada na fabricação normal (ou 30.000 litros); o volume de cerca de 3 metros cúbicos nos lixões e aterros; e, segundo o World Watch Institute, a reciclagem do papel também gera menos poluição da água (65%) e do ar (26%) do que a sua fabricação a partir da celulose virgem.

A maior dificuldade que seria encontrada para a coleta seletiva de papeis é a destinação do papel depois de coletado. Porém, a existência do projeto USP-Recicla elimina essa dificuldade. Espera-se que com o programa de coleta seletiva de papeis no PMI o volume do lixo seja reduzido em pelo menos 40%.

Lâmpadas Fluorescentes

Outro resíduo que poderia ser reciclado, inclusive por questões ambientais é a lâmpada fluorescente, afinal elas contêm mercúrio. Quando são jogadas no lixo comum, há uma chance muito grande de elas quebrarem e liberarem o mercúrio para o ambiente.

Como verificado, entraram no PMI cerca de 190 lâmpadas, o suficiente para que potencialmente sejam liberados 2,0kg de mercúrio para o ambiente.

O cuidado no armazenamento temporário das lâmpadas tem sentido não somente para que sejam enviadas para tratamento, mas também porque se uma pessoa acidentalmente deixar quebrar este tipo de lâmpada, ela ficará exposta ao ar contaminado pelo mercúrio presente neste tipo de lâmpada.

Um tratamento para as lâmpadas fluorescentes foi desenvolvido no LTM, porém não foi posto em prática no PMI. O futuro laboratório de reciclagem pode estudar a viabilidade de implantação do sistema de tratamento das lâmpadas fluorescentes no PMI. O que seria muito interessante devido ao difundido uso deste tipo de lâmpadas na Escola Politécnica. Uma opção, enquanto o sistema de tratamento das lâmpadas não é viabilizado, é o envio das

lâmpadas coletadas à Prefeitura da Cidade Universitária. A Prefeitura encaminha as lâmpadas para o tratamento pelo custo de cerca de R\$ 1,00 / lâmpada.

Projeto USP - Recicla

Em meados de 1990, a Prefeitura Municipal de São Paulo iniciou um projeto para coleta seletiva de materiais na Cidade Universitária, mas o projeto perdeu força, e acabou cerca de seis anos depois. Esta época coincide com a criação do USP-Recicla, e que por causa de fatores políticos e burocráticos, até agora não conseguiu uma parceria com a Prefeitura Municipal para implantar um sistema de coleta seletiva em todo o *campus*.

Atualmente o USP-Recicla atua na coleta seletiva não só de alguns institutos e departamentos localizados na Cidade Universitária de São Paulo, como também em outros *campi* da USP.

No *campus* de São Paulo, o USP-Recicla administra um galpão de armazenamento de papéis coletados seletivamente, localizado no próprio *campus*. O projeto USP-Recicla já está coletando papel em cerca de 30 pontos espalhados pela Cidade Universitária. O projeto conta com estrutura para recolhimento do papel coletado a cada dois dias no local de realização da coleta. Os papéis armazenados no referido galpão são provenientes não só dos pontos onde o programa já está implantado, mas de outros departamentos ou institutos que realizam um programa de coleta seletiva independente e doam os papéis coletados ao projeto.

Sugere-se para o PMI realizar a coleta seletiva de papéis independente do programa USP-Recicla, mas de qualquer maneira o recolhimento dos papéis coletados pode ser realizado pelo projeto USP-Recicla.

9.2. Setor de Laboratórios

A sugestão para o setor de laboratórios é a aplicação passo a passo do programa apresentado. O conjunto de medidas desse programa visa minimizar a geração de resíduos e propor uma destinação mais adequada aos resíduos inevitavelmente gerados. Neste setor, devido a grande pluralidade de resíduos não será indicado um alvo principal do PPGRS, como o sugerido para o setor administrativo.

Para a aplicação do PPGRS no setor de laboratórios, deve-se conscientizar as pessoas do setor. Assim como a sugestão para o setor administrativo, essa conscientização visa o envolvimento das pessoas através da educação ambiental, para a realização de medidas visando a minimização de resíduos. Além das ações pró-ativas dos envolvidos no setor,

sugere-se que esse conjunto de medidas seja complementado pela reforma/construção das infra-estruturas dos laboratórios do PMI.

O PPGRS sugerido para este setor é composto pelas seguintes etapas:

- a) Participação dos envolvidos no setor de laboratórios às reuniões propostas para o setor administrativo;
- b) Reunião dos alunos, professores, funcionários e outros técnicos interessados visando a discussão da melhor aplicação do PPGRS e formação de uma equipe responsável por uma vistoria periódica de verificação dos resultados obtidos;
- c) Treinamento e familiarização dos funcionários, técnicos e demais interessados na execução do questionário;
- d) Verificação da utilização e uniformidade na aplicação do questionário;
- e) Aplicação de outras medidas visando a maximização dos recursos e a minimização dos resíduos (capítulo 11); e,
- f) Realização das obras de infra-estrutura (capítulo 11) para complementação das medidas implementadas.

O questionário representa o primeiro passo na realização da “auditoria do lixo”. E a incorporação desse questionário na rotina significa um levantamento de dados importante para o futuro do gerenciamento de resíduos no Departamento. No próximo capítulo estão apresentadas algumas considerações sobre a “auditoria do lixo”.

9.2.1. Questionário

Primeiramente, sugere-se que os funcionários e técnicos adquiram a rotina de responder ao questionário. É recomendável que no início todo o setor de laboratórios tenha as mesmas perguntas, para facilitar: o treinamento dos funcionários e técnicos dos laboratórios, a aplicação do questionário em si e a verificação posterior dos resultados obtidos.

Após os funcionários dos laboratórios estarem familiarizados com a rotina dos questionários, sugere-se a aplicação da técnica dos 3R's. A aplicação do questionário aliado à técnica dos 3R's já pode significar minimização no consumo de reagentes, insumos, recursos, enfim de matérias-primas em geral.

Este questionário pode ser baseado na técnica dos 5W1H, que é composta por seis perguntas: What (O que?); When (Quando?); Where (Onde?); Why (Por quê); Who (Quem?); e, How (Como?). Porém, pode-se utilizar um questionário muito mais simples do que o da técnica, pois este questionário é apenas um instrumento para a realização da auditoria do lixo.

9.2.2. Técnica 3R's

As medidas sugeridas para o setor de laboratórios é um conjunto de ações que utilizam como base a técnica 3R's aplicada ao ambiente estudado.

As medidas deverão ser aplicadas na rotina dos laboratórios:

- a) Aplicação do questionário na rotina dos laboratórios;
- b) Escolha de uma sala para armazenamento das amostras excedentes, e outra para armazenamento das amostras perigosas. Caso seja possível, e a identificação seja clara, pode-se armazenar os dois tipos de amostras na mesma sala;
- c) Realização de um inventário para identificação de todos os materiais encontrados nos laboratórios, e encaminhar cada material ao seu devido lugar. O resultado desse inventário ajudará na auditoria do lixo;
- d) Providenciar para cada material (ou recipiente) encontrado no laboratório uma etiqueta para a devida identificação;
- e) As amostras encontradas no inventário que não sejam identificadas como parte dos processos em andamento no laboratório devem ser descartadas (se assim for possível, devido a periculosidade) ou devolvidas aos clientes. As amostras encaminhadas ao arquivo devem possuir uma etiqueta indicando pelo menos o tipo de material, processo ao qual as amostras foram submetidas, data de processamento, data de expiração para armazenamento e nome do cliente;
- f) Expirado o prazo para retirada da amostra excedente pelo cliente, encaminhá-la para classificação;
- g) Classificação da amostra segundo a NBR 10.004/87 da ABNT. Caso seja classificada como perigosa ela deverá ser encaminhada ao tratamento para análise;
- h) Caso não seja possível o aproveitamento das amostras analisadas, efetua-se o estudo para tratamento dessas amostras a fim de torná-las inertes;
- i) O tratamento irá indicar se é possível que a amostra seja tratada para torná-la inerte ou se é inviável o seu tratamento. Caso o tratamento seja inviável, encaminhá-la para o adequado destino (aterro de resíduos perigosos, aterros industriais, incineração etc);
- j) As análises que serão efetuadas nas amostras, classificadas como perigosas, tem o objetivo de tentar obter algum produto ou subproduto viável; e,
- k) As amostras inertes continuarão a ser descartadas nas caçambas de entulho.

Outras ações específicas visando a maximização dos recursos e a minimização dos resíduos podem ser discutidas nas reuniões previstas.

Tratamentos físicos, químicos e/ou biológicos

O tratamento, e a análise quando for o caso, das amostras é indicado para aquelas classificadas como excedentes, ou as classificadas como perigosas. O estudo terá como objetivo aplicar tecnologias existentes ou identificar novas tecnologias para: a) alterar as características dos resíduos, em especial de sua periculosidade; b) transformar em subproduto ou produto (valorização do resíduo) o que antes era resíduo descartado; e, c) recuperar matérias primas (através de reuso e/ou reciclagem).

Disposição final

Apesar de fugir ao controle do processo de implementação do plano, sugere-se que uma equipe formada por alunos e professores (e demais interessados) realize uma visita técnica ao local de destino das caçambas. Além de ajudar na educação ambiental pretendida a equipe poderá se certificar de que o aterramento, que recebe os resíduos sólidos do PMI, tem instalações compatíveis com as características de periculosidade dos resíduos (aterro de inertes ou aterro de resíduos perigosos). Assim que forem verificadas as condições do aterramento, o descarte das amostras já tratadas, resultantes dos processamentos anteriores poderá ser feito através da contratação das caçambas de entulho.

Educação Ambiental

Através da colaboração de todos os envolvidos no Departamento pode-se realizar algumas reuniões periódicas visando discutir o PPGRS no PMI. É na educação ambiental que se pode definir e detalhar o conjunto de temas e medidas necessárias visando a obtenção do envolvimento efetivo das pessoas para a implementação do PPGRS.

Nas reuniões serão discutidas a melhor forma da aplicação das medidas, com a incorporação de sugestões e novas idéias que cumpram o objetivo do Plano, assim como a discussão do cronograma proposto e definição do objetivo de implementar definitivamente o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos (PGIR) no PMI.

Podem ser sugeridas algumas responsabilidades, bem como verificados os prazos e ações de cada setor apresentado no PPGRS para cumprimento das várias medidas. Sugere-se que a educação ambiental seja detalhada ao longo de todo o tempo de implementação do PPGRS.

9.3. Infra-estrutura

Para a aplicação do PPGRS no PMI sugere-se, além da implementação das medidas apresentadas anteriormente, a realização de algumas obras de infra-estrutura. Essas obras são de grande importância, porém serão pouco significativas sem a devida implementação das medidas sugeridas anteriormente.

Por envolver algumas questões políticas, administrativas e econômicas na realização das obras, a correta implementação das medidas sugeridas e a verificação de resultados satisfatórios em função dessas medidas, podem dar força para a pronta realização das obras de infra-estrutura.

Como já apresentado anteriormente, no PMI (assim como em toda a Escola Politécnica) a rede de esgotos, é lançada no Rio Pinheiros. Assim como os efluentes dos laboratórios. A sugestão para tentar amenizar o problema merece algumas considerações.

Levando em conta as medidas do PPGRS e o resultado esperado após sua aplicação, o primeiro passo a ser tomado após a realização do PPGRS é impedir que os efluentes dos laboratórios cheguem a rede de esgotos. Para tanto, bastariam algumas medidas mitigadoras.

Os Efluentes Líquidos e os Resíduos Sólidos

A sugestão para amenizar o impacto do descarte dos efluentes líquidos é a construção de um caixa de decantação em cada um dos laboratórios. A caixa ficaria localizada entre o descarte e a rede de esgotos.

Atualmente existe uma série de caixas de decantação para os efluentes do LTM (FOTO 9.3.2), porém, essas caixas não são utilizadas devido a erros de construção.



FOTO 9.3.1 - Caixa de decantação móvel utilizada no LTM.

Os funcionários do LTM tentam amenizar o problema com a utilização de caixas móveis (FOTO 9.3.1), mas esse procedimento além de não ser o mais adequado só é utilizado graças à inutilidade das caixas existentes. Para as caixas existentes sugere-se que sejam reformadas para que novamente tenham utilidade.



FOTO 9.3.2 - Caixas de decantação dos efluentes localizadas no LTM.

A caixa de decantação tem a função de reter o resíduo sólido que é carregado com os efluentes. No caso do LTM, por causa do tipo de experiências que se realiza é comum que alguma partícula de areia seja perdida no ralo junto com a água.

As canaletas (FOTO 8.6) também necessitam de reforma, pois atualmente não apresentam caimento em direção às caixas de decantação, como seria desejável. Além disso, para segurança do usuário do laboratório, as canaletas devem ser dotadas de placas de aço. A fiação elétrica que passa dentro das canaletas deve ser retirada ou envolvida por conduítes plásticos, presos de forma que a fiação não tenha contato com a água, como acontece atualmente.

Efluentes Líquidos

A sugestão para amenizar o impacto do descarte dos efluentes líquidos perigosos é na verdade um dispositivo de emergência. A construção de um caixa de retenção, localizada no encontro da tubulação dos efluentes dos laboratórios, deverá possuir uma válvula de

10. AUDITORIA E CRONOGRAMA

A auditoria do lixo é uma ferramenta que permite medir a quantidade e a qualidade de lixo que é gerado em determinado local. Para o caso do PMI, essa auditoria facilitaria o estudo e posterior aplicação do PPGRS. Sem a auditoria do lixo os valores apresentados foram estimados, conforme já citado nos capítulos anteriores. Não seria viável realizar a auditoria no tempo de elaboração do presente estudo, pois além de ser um trabalho que demanda tempo, depende da colaboração das pessoas envolvidas. O termo “auditoria do lixo” foi inspirado em nome de uma das etapas do projeto USP-Recicla.

O cronograma das atividades sugeridas no presente estudo está apresentado abaixo:

ATIVIDADE	1º TRIM	2º TRIM	3º TRIM	4º TRIM	5º TRIM	6º TRIM	7º TRIM	8º TRIM
INVENTÁRIO								
EDUCAÇÃO AMBIENTAL								
QUESTIONÁRIO								
COLETA SELETIVA								
“AUDITORIA DO LIXO”								
CAIXAS DE DECANTAÇÃO								

Sugere-se realizar a auditoria do lixo antes e depois da implantação do PPGRS; antes, para a possível adequação de alguns pontos do PPGRS, e depois, para a verificação dos resultados obtidos. A própria verificação dos resultados do PPGRS já é o começo das atividades do PGIRS.

O PGIRS no PMI deve ter como objetivos principais a minimização de resíduos, o reuso (reciclagem) dos resíduos inevitavelmente gerados e a adequação da disposição e descarte dos resíduos finais originados dos processos anteriores. O FLUXOGRAMA DE MINIMIZAÇÃO apresentado (ANEXO 2) pode ser usado na educação (conscientização) ambiental para a implantação do PGIRS, e até para o estudo, ora apresentado, do PPGRS.

11. FUTURO PLANO DE GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Como já foi citado, um dos objetivos de um PPGRS é dar base para a posterior implementação de um PGIRS no local objeto de estudo. Desta forma, o presente estudo, que deu origem a sugestão apresentada para a implementação de um PPGRS no PMI, ainda pode contribuir para o futuro PGIRS, apresentando as seguintes propostas:

- a) Aplicação do questionário visando a coleta de dados para fundamentar a “auditoria do lixo”, e verificação dos resultados obtidos;
- b) Vistoria prévia dando enfoque às seguintes informações: tipos de resíduos gerados, periculosidade segundo a NBR 10.004 da ABNT, quantidade gerada, soluções testadas ou praticadas em relação ao resíduo sólido e ao efluente líquido em questão; atual estágio de gerenciamento praticado; passivos ambientais existentes ou potenciais que foram, ou estão sendo gerados em decorrência do indevido gerenciamento dos resíduos sólidos.
- c) Verificação da capacitação dos técnicos ou funcionários que serão os responsáveis pelo preenchimento do questionário;
- d) Verificação da equipe formada para realização das vistorias periódicas para adequação do plano;
- e) Tratamento dos dados obtidos, descrevendo as características quantitativas e qualitativas dos resíduos sólidos gerados (e descartados sem tratamento);
- f) Verificação da aplicação e eficácia das medidas sugeridas no PPGRS;
- g) Reuniões de todos os setores para discutir a versão do PPGRS que foi submetida a teste para apreciação dos alunos, professores, funcionários e demais técnicos envolvidos.
- h) Consolidação das idéias e sugestões propostas nas reuniões e incorporação no futuro PGIRS; e,
- i) Uma vez obtida a versão final do PGIRS pode-se elaborar um procedimento contendo algumas diretrizes básicas para implementação do Plano, conforme estrutura definida por cada setor.

Sugere-se ainda, que após a implementação do PGIRS seja gerado um manual de gerenciamento integrado dos resíduos sólidos para consolidação das idéias do Plano e orientação dos envolvidos de cada setor.

12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deve-se fazer algumas considerações quanto ao estudo para elaboração do PPGRS sugerido. Primeiramente, o estudo deu origem a três hipóteses de trabalho, apresentadas no capítulo 4, e foi escolhida a hipótese que se julgou a mais adequada.

Por causa da grande variedade de resíduos sugeriu-se uma sistemática de trabalho diferenciada para cada ambiente. E justamente por causa das diferenças entre os ambientes é que foi sugerida a separação do PMI em setores. O setor de laboratórios em especial representa um grande desafio para o estudo de um plano de gerenciamento de resíduos. A variedade de processos e resíduos sólidos e efluentes líquidos gerados, além da oscilação no volume de resíduos e efluentes, impede a aplicação de uma metodologia única no manuseio desses resíduos. E certamente este será o local de maior dificuldade para a execução prática do PPGRS, e de um futuro PGIRS.

De qualquer forma, o estudo possibilitou alertar sobre o problema não só dos resíduos sólidos, mas também dos efluentes líquidos, tentando apresentar sugestões e propostas para minimizar a geração de resíduos, dar destinação adequada aos resíduos e efluentes potencialmente perigosos, amenizando os problemas.

Todavia, deve-se salientar que as sugestões não são suficientes para solucionar todos os problemas encontrados no PMI. Principalmente, porque mesmo na hipótese escolhida encontrou-se dificuldade na quantificação dos efluentes líquidos e resíduos sólidos gerados pelo setor de laboratórios. Para tanto, seriam necessárias uma completa caracterização e quantificação de todos os resíduos gerados e suas respectivas fontes geradoras. Acredita-se que com a implementação do PPGRS sugerido, a realização do questionário, e posterior auditoria do lixo o problema seja superado.

Vale salientar mais uma vez que o plano ora apresentado é preliminar, e sua elaboração atingiu os objetivos esperados. Além do que, antes da implementação este PPGRS deve ser discutido e apreciado, conforme o proposto na educação ambiental, pelas pessoas envolvidas de cada setor. Certamente algumas das medidas serão suprimidas do plano, e outras acrescentadas, mas deve-se estar atento para não comprometer os resultados. Porém, a implementação de um PPGRS no PMI, ainda que apenas em parte, é de fundamental importância por todas as questões apresentadas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. O lucro do lixo, in: *Bio*, ano VIII, n.3, jul./set., 1.996.

BLACKMAN Jr., W.C. *Basic Hazardous Wastes Management*. Boca Raton, Flórida, Estados Unidos, 1996 - 2º edição.

BRINGER, R.P. e BACKMAN, M. et BRANDSHAW SOUTHWOOD and WARNER – The Royal Society. *The Treatment and Handling of Wastes*. Londres, Inglaterra, 1992.

CALDERONI, S. *Os bilhões perdidos no lixo*. Ed. Humanitas, USP, São Paulo.

CETESB. www.cetesb.sp.gov.br/

EPA. www.epa.gov/

IBAMA. www.ibama.gov.br/

INSTITUTO AKATU. www.akatu.net/

IPT. www.ipt.br/

IPT/CEMPRE. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. Niza Silva Jardim et al. 1ª. São Paulo, 1995.

ONU. Organização das Nações Unidas. *Agenda 21*. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. (Rio de Janeiro, 1992). Câmara dos Deputados, Brasília, 1995.

PET-MINAS. *Anais da I Jornada de Iniciação Científica PET-MINAS*. Departamento de Engenharia de Minas da Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1996, pg. 25 a 31.

POLI-USP. www.pmi.poli.usp.br/pmi/instala.htm e www.phd.poli.usp.br/phd/grad/phd2218/

SABESP. www.sabesp.com.br/

WEB-RESOL. www.resol.com.br/

ANEXOS

ANEXO 1 - FLUXOS DE MATERIAIS

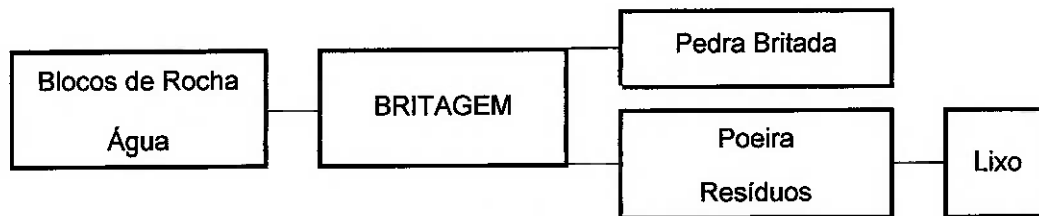


FIGURA 1 - Laboratório de Tratamento de Minérios e Resíduos Industriais – LTM 1

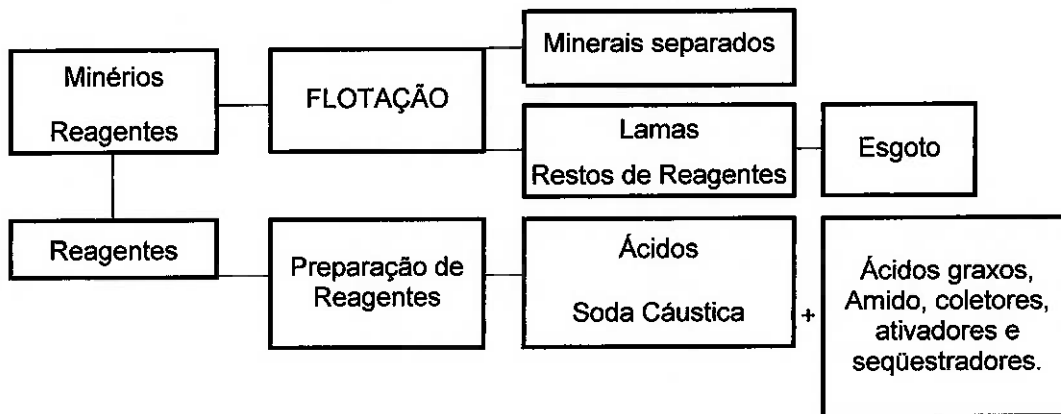


FIGURA 2 - Laboratório de Físico-Química de Interfaces – LFQI

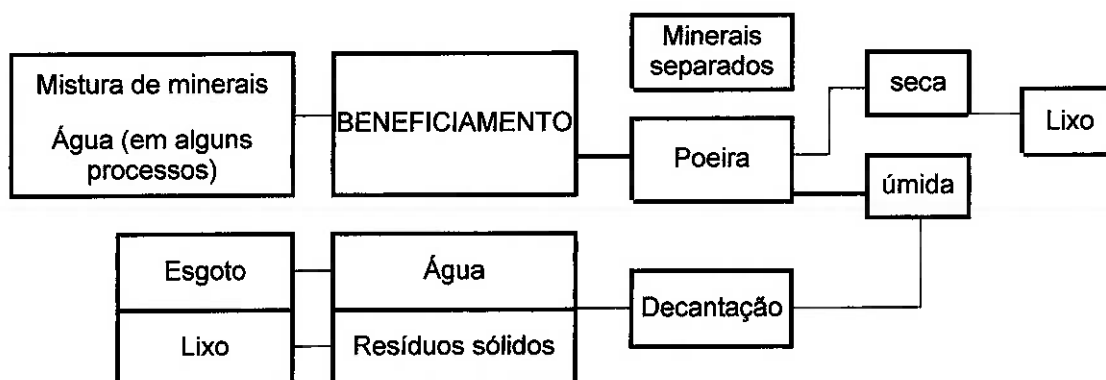


FIGURA 3 - Laboratório de Tratamento de Minérios e Resíduos Industriais – LTM 2

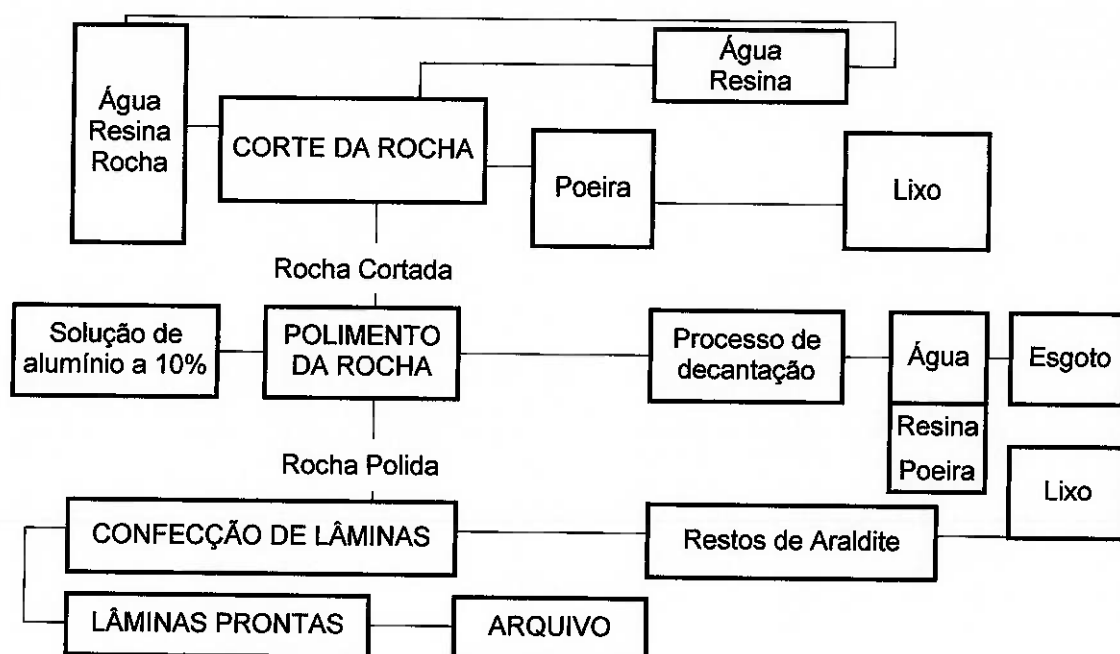


FIGURA 4 - Laboratório de Caracterização Tecnológica – LCT

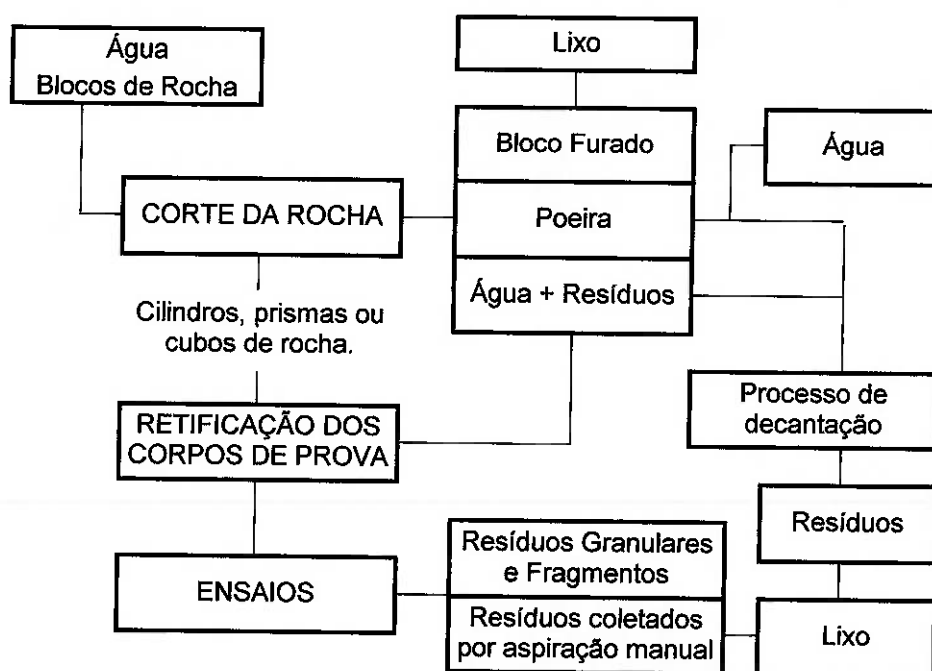


FIGURA 5 - Laboratório de Mecânica de Rochas – LMR

Os fluxos de materiais apresentados acima foram baseados no estudo publicado nos anais da I Jornada de Iniciação Científica do PET-MINAS em 27 e 28 de agosto de 1996.

QUADRO DE IMPACTOS

LOCAL IMPACTOS AMBIENTAIS	Sector Administrativo	LCT	LTM	LMR	LFQI
RUÍDO		X	X	X	
EFLUENTE LÍQUIDO	X	X	X	X	X
RECICLÁVEIS NÃO APROVEITADOS	X				
POEIRA		X	X	X	
RESÍDUO SÓLIDO	X	X	X	X	X

O quadro acima apresenta os impactos ambientais observados no local de estudo.

Os recicláveis não aproveitados que foram considerados na elaboração do quadro são os mesmos do sugerido PPGRS, ou seja, os papeis e as lâmpadas.

A equipe de limpeza encaminha o lixo recolhido para o mesmo destino seja ele proveniente do setor administrativo ou de laboratórios, ou seja, recolhimento da Prefeitura da Cidade Universitária. Desta forma, a coleta seletiva dos papeis e das lâmpadas, faz mais sentido ser realizada pelo setor administrativo que o de laboratórios, até por que o setor administrativo é o maior gerador destes recicláveis.

O efluente líquido gerado pelo setor administrativo é representado pelos efluentes sanitários, de cozinha e o efluente gerado para a limpeza do edifício.

ANEXO 2 - FLUXOGRAMA DE MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS

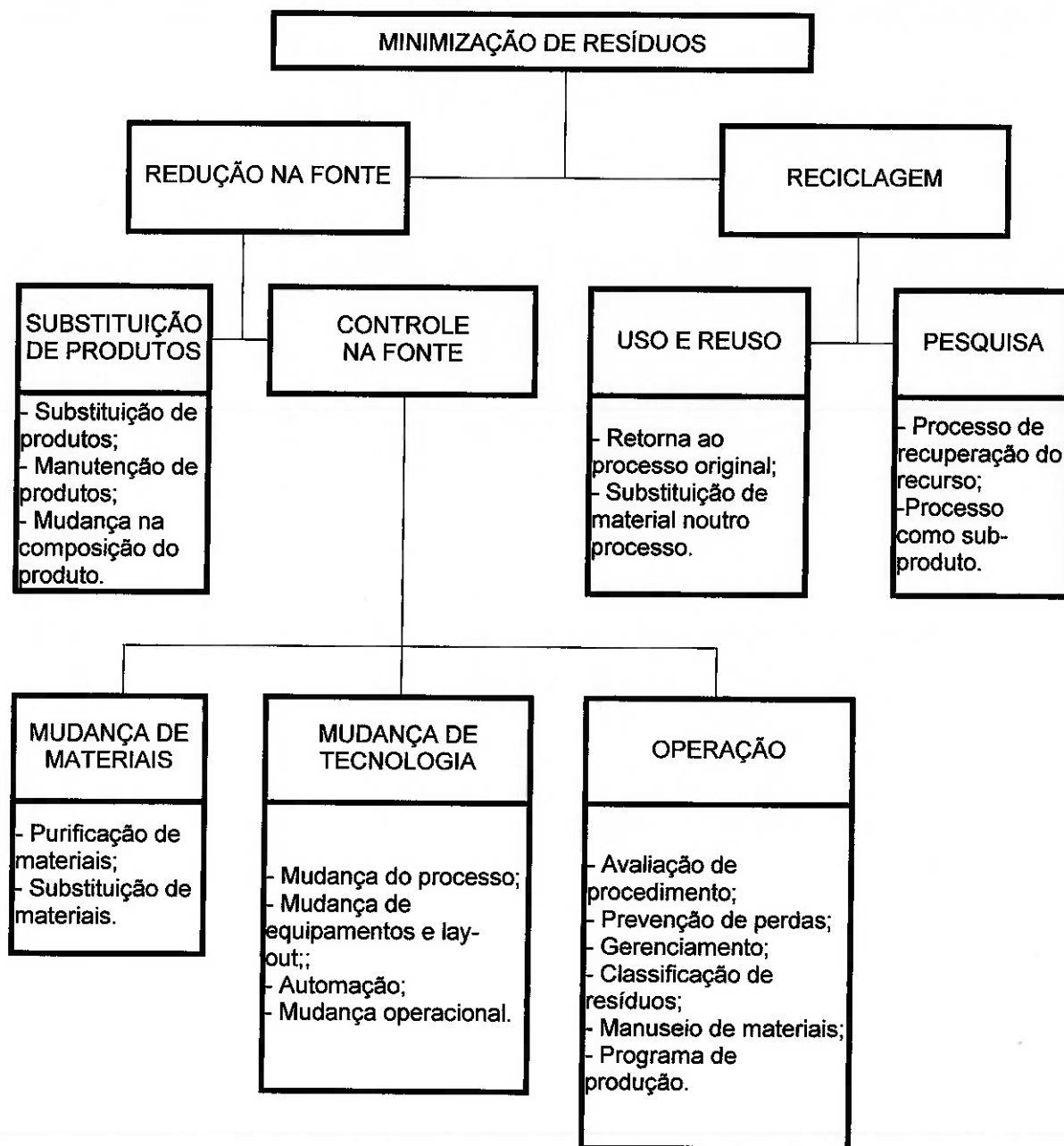


FIGURA 6 – Fluxograma de Minimização de Resíduos

O fluxograma apresentado acima foi inspirado em vários estudos, dentre eles estão a Environmental Protection Agency, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas, o site WEB-RESOL, S. Calderoni (Os bilhões Perdidos no Lixo), W.C. Blackman Jr. e no livro The Treatment and Handling of Wastes.

ANEXO 3 - ASPECTOS LEGISLATIVOS

Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de outubro de 1988.

Decreto nº 50.877, de 29 de junho de 1961

Dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do País e dá outras providências.

Portaria do Ministério do Interior nº 53, de 1º de março de 1979

Dispõe sobre os problemas oriundos da disposição de resíduos sólidos.

Lei nº 6.938/81, de 31 de agosto de 1981

Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Decreto nº 97.634, de 10 de abril de 1989

Dispõe sobre o controle da produção e da comercialização de substância que comporta risco de vida, a qualidade de vida e o meio ambiente, e dá outras providências.

Portaria Normativa do IBAMA nº 1197, de 16 de julho de 1990

Dispõe sobre a importação de resíduos, sucatas, desperdícios e cinzas.

Lei 9.605, de 13 de fevereiro de 1998 – Lei de Crimes Ambientais

Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

Resoluções

Resolução CONAMA 01 de 25 de abril de 1991

Dispõe sobre a criação da Câmara Técnica Especial para analisar, emitir parecer e encaminhar ao Plenário do CONAMA proposta de alteração da Portaria MINTER nº 53/79, no que se refere à questão dos resíduos de qualquer natureza gerados no país.

Resolução CONAMA 05 de 05 de agosto de 1993

Estabelece definições, classificação e procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.

Resolução CONAMA 06 de 15 de junho de 1988

Disciplina que no processo de licenciamento ambiental de atividades industriais, os resíduos gerados ou existentes deverão ser objeto de controle específico.

Resolução nº 08 de 19 de setembro de 1991

É vedada a entrada, no País, de materiais residuais destinados à disposição final e incineração no Brasil.

Resolução - RDC nº 33, de 25 de fevereiro de 2003

Aprova o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de Resíduos de serviços de saúde.

Resolução CONAMA 263 de 12 de novembro de 1999

"Pilhas e Baterias" - Inclui o inciso IV no Art. 6º da resolução CONAMA 257 de 30 de junho de 1999.

Resolução CONAMA 264 de 26 de agosto de 1999

Aplica-se ao licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos.

Resolução CONAMA 283 de 12 de julho de 2001

Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde.

Resolução CONAMA 313 de 29 de outubro de 2002

Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

Resolução CONAMA 314 de 29 de outubro de 2002

Dispõe sobre o registro de produtos destinados à remediação e dá outras providências.

Resolução CONAMA 316 de 29 de outubro de 2002

Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.

Resolução CONAMA 334 de 3 de abril de 2003

Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

Normas Relacionadas a Resíduos

Norma ABNT - NB 98 - Armazenamento e manuseio de líquidos inflamáveis e combustíveis.

Norma ABNT - NB 1.183 - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.

Norma ABNT - NBR 1.264 – Armazenamento de resíduos Classe II e Classe III.

Norma ABNT - NBR 1.265 – Incineração de resíduos sólidos perigosos – padrões de desempenho.

Norma ABNT - NBR 7.500/01/02 – Transporte de Cargas Perigosas – Simbologia / Terminologia / Classificação.

Norma ABNT - NBR 7.503/04 – Ficha de Emergência/Envelope - para Transporte de Cargas Perigosas (dimensões e utilizações).

Norma **ABNT - NBR 7.505** – Armazenamento de petróleo e seus derivados.

Norma **ABNT - NBR 1.265** – Incineração de resíduos sólidos perigosos – padrões de desempenho.

Norma **ABNT - NBR 8.418/NB 842** - Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos - procedimento.

Norma **ABNT - NBR 8.419** - Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.

Norma **ABNT - NBR 10.004** - Resíduos Sólidos - Classificação.

Norma **ABNT - NBR 10.004/NB 842** - Resíduos Industriais Perigosos.

Norma **ABNT - NBR 10.005** - Lixiviação de Resíduos - Procedimento.

Norma **ABNT - NBR 10.006** - Solubilização de Resíduos - Procedimento.

Norma **ABNT- NBR 10.007** - Amostragem de Resíduos - Procedimento.

Norma **ABNT - NBR 10.157** - Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação - procedimento.

Norma **ABNT - NBR 10.703** - Degradação do Solo - Terminologia.

Norma **ABNT - NBR 11.174/NB 1.264** - Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes.

Norma **ABNT - NBR 11.175/NB 1.265** - Incineração de resíduos sólidos perigosos padrões de desempenho - procedimento.

Norma **ABNT - NBR 12.988** - Líquidos Livres - Verificação em Amostra de Resíduo.

Norma **ABNT - NBR 13.221** - Transporte de resíduos.

Norma **ABNT - NBR 13.221/ NA 004** – Licenciamento para transporte e estocagem de pentadorofenos (e/ou de sódio).

Norma **ABNT - NBR 13.894** - Tratamento no solo (landfarming) - procedimento.

Norma **ABNT - NBR 13.895** - Construção de poços de monitoramento e amostragem - procedimento.

Norma **ABNT - NBR 13.896** - Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação - procedimento.

Norma **ABNT - NBR 14.283** - Resíduos em solos - Determinação da biodegradação pelo método respirométrico – Procedimento.

Efluentes Líquidos

Leis, normas e resoluções referente a água (uso, classificação e consumo) podem ser encontradas no ementário relacionado abaixo.

Ementário das Normas que se referem ao tema

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. www.abnt.org.br/

CETESB. www.cetesb.sp.gov.br/

SABESP. www.sabesp.com.br/

SENADO FEDERAL. www.senado.gov.br/

SUPREMO TRIBUNAL DE JUSTIÇA. www.stj.gov.br/

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. www.mma.gov.br/