

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em ENGENHARIA AMBIENTAL

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS
QUÍMICOS DE LABORATÓRIOS DO IGCE, UNESP – RIO CLARO/SP

Renato Boarin Lise

Rio Claro (SP)

2013



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



RENATO BOARIN LISE

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS QUÍMICOS DE LABORATÓRIOS DO IGCE, UNESP – RIO CLARO/SP

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro (SP), da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

Rio Claro (SP)
2013

604.6 Lise, Renato Boarin
L769a Avaliação do gerenciamento e disposição final dos
resíduos químicos de laboratórios do IGCE, UNESP – Rio
Claro/SP / Renato Boarin Lise. - Rio Claro, 2013
48 f. : il., figs., gráfs., quadros

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

Orientador: Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

1. Resíduos. 2. Gestão. 3. Laboratório. 4. Impacto
ambiental. I. Título.

RENATO BOARIN LISE

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL
DOS RESÍDUOS QUÍMICOS DE LABORATÓRIOS DO IGCE,
UNESP – RIO CLARO/SP

*Trabalho de Formatura apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas,
Campus de Rio Claro (SP), da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
para obtenção do grau de Engenheiro
Ambiental.*

Comissão Examinadora

Prof.^a Dr.^a Clauciana Schmidt Bueno de Moraes (orientadora)
Prof.^o Dr.^o Marcelo Loureiro Garcia
Eng. Lucas Tadeu Fuess

Rio Claro, 26 de novembro de 2013.

assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)



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



*Dedico esse trabalho principalmente aos meus pais,
que me forneceram todas as condições para eu atingir
meus objetivos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, por tudo que fez por mim e por sempre estar ao meu lado me dando suporte;

Aos meus amigos, principalmente pelo companheirismo e momentos únicos;

À minha família em Rio Claro, República Grazeus na qual morei meus cinco anos de Rio Claro e que pude aprender e compartilhar muitas coisas, a República Coco Loko onde conheci pessoas que com certeza hoje posso chamar de irmãos e que me deram sempre suporte e companheirismo;

Aos professores, pelos ensinamentos e paciência;

À UNESP por tudo que me proporcionou nesses cinco anos;

À minha orientadora, Clau, pela ajuda e amizade e por se colocar sempre a disposição;

À banca, pelas críticas ao trabalho;

Aos técnicos dos laboratórios, pois sem eles a realização do trabalho não existiria;

A Larica, cachorrinha da nossa república, pelos momentos de distração e verdadeiro amor;

A minha namorada, Isabela, pela confiança depositada, por todo o amor e carinho que me deu e pelo companheirismo de sempre;

A minha cachorra Hannah, que sempre me recebeu com o maior amor do mundo em minhas voltas a minha cidade e que infelizmente não está mais entre nós.

A meu amado avô, seu Nezito, que me ensinou a ser quem sou e que é lembrado por mim todos os dias.

RESUMO

Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais vêm sendo implantados em várias universidades do país e do mundo, em reconhecimento à necessidade urgente de alterar a realidade de descaso para com o ambiente, associado à responsabilidade objetiva do gerador e, principalmente, à consciência de sustentabilidade. Laboratórios de análises e pesquisas envolvem uma gama de resíduos no desenvolvimento de seus estudos com características intrínsecas referentes à sua forma de geração. A quantidade gerada de resíduos neste segmento é desprezível comparado às atividades industriais, mas a questão ambiental é que estes resíduos não possuem uma técnica padrão para o seu tratamento, devido ao potencial de variação da sua composição. O presente projeto de pesquisa, visando sua adequação e melhoria contínua, tem como objetivo diagnosticar e analisar a situação atual do gerenciamento e disposição final dos resíduos químicos gerados pelos laboratórios do IGCE da UNESP, campus Rio Claro/SP. As universidades, através das suas atividades de pesquisa, ensino e extensão, acabam gerando resíduos químicos potencialmente perigosos que podem vir a contaminar o ambiente no momento em que são descartados de maneira incorreta, sem nenhuma preocupação com o ambiente e/ou saúde pública. Visando auxiliar nas melhorias com relação a esse problema, a proposta desse trabalho é compreender o gerenciamento e disposição final dos resíduos químicos dos laboratórios do IGCE, UNESP - Rio Claro/SP, de maneira a discutir a situação desses resíduos e apresentar propostas para reduzir a geração dos mesmos e minimizar o impacto ambiental, aumentando assim a higiene local através da disposição final adequada. Como instrumento de pesquisa foram feitas entrevistas, aplicação de questionário, revisão da literatura recente e observações a fim de se elaborar propostas para o gerenciamento e disposição dos resíduos. Propostas essas baseadas na prevenção e controle corretivo, onde o enfoque preventivo visa ao levantamento de técnicas e ações para a redução nas fontes geradoras e o controle corretivo visa a posterior disposição final dos resíduos gerados. Como conclusões, objetivou-se informar diretrizes que ainda não estão sendo atendidas, como por exemplo, o não armazenamento dos resíduos dentro dos laboratórios, não deixar que os produtos químicos passem do prazo de validade, ativação do laboratório de tratamento do LTARQ e regularidade na coleta dos resíduos, para que assim seja de conhecimento de todos o gerenciamento correto dos resíduos químicos.

Palavras-chaves: Gerenciamento; Disposição Final; Resíduos Químicos; Laboratório; Impacto Ambiental.

ABSTRACT

Laboratory of Chemical Waste Management programs are being implemented in various universities of the country and the world, in recognition of the urgent need to change the reality of disregard for the environment, together with objective responsibility of the generator, and especially the awareness of sustainability. Analysis and research laboratories involve a range of waste in developing their studies with intrinsic characteristics related to their form of generation. The amount of waste generated in this segment is negligible compared to industrial activities, but the environmental issue is that these residues do not have a standard technique for treatment due to the potential variation of its composition. This research project, aiming their suitability and continuous improvement, aims to diagnose and analyze the current situation of the management and disposal of chemical waste generated by the laboratories IGCE UNESP, Campus Rio Claro / SP. Universities, through their research, teaching and extension, end up generating potentially hazardous chemicals that may contaminate the environment when they are disposed of improperly, with no concern for the environment and / or public health. Aiming to assist in improvements with respect to this issue, the purpose of this study is to understand the management and disposal of chemical waste from the IGCE, laboratories UNESP - Rio Claro / SP, in order to discuss the situation of such waste, and present proposals to reduce generation of the same and minimizing the environmental impact, thereby increasing the local hygiene through proper disposal. The research instrument used interviews, questionnaires, review of recent literature and observations were made in order to develop proposals for the management and disposal of waste. These proposals based on prevention and corrective control, where the preventive approach aims at lifting techniques and actions to reduce the generating sources and corrective control is aimed at the further disposal of waste generated. In conclusion , the aim of informing guidelines that are not being met , such as the storage of waste not within the labs , do not allow chemicals to pass the expiration date , activation of the laboratory treatment LTARQ and regularity in collection of waste , so that it is known to all the correct management of chemical waste .

Keywords: Management, Disposal, Chemical Waste, Laboratory, Environmental Impact.

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Quadro 1 - Relação de laboratórios analisados e seus respectivos departamentos.....	22
Figura 1 - Resíduos gerados em uma universidade.....	18
Figura 2 - Resíduos de laboratórios químicos de universidades.....	19
Figura 3 - Atuação geral dos laboratórios pesquisados do IGCE/UNESP.....	23
Figura 4 - Produtos químicos utilizados pelos laboratórios analisados.....	24
Figura 5 - Onde são armazenados os resíduos químicos resultantes.....	24
Figura 6 - Destinação dos reagentes vencidos.....	25
Figura 7 - Destinação dos resíduos gerados pelos laboratórios.....	26
Figura 8 - Caixa de água com aquecimento para evaporar água.....	26
Figura 9 - Caixa de água com aquecimento para evaporar água.....	27
Figura 10 - Resíduos em vasilhames antes do tratamento e destinação final.....	27
Figura 11 - Resíduos em vasilhames antes do tratamento e destinação final.....	28
Figura 12 - Acondicionamento dos Resíduos em frascos.....	28
Figura 13 - Volume mensal de resíduos gerados nos laboratórios pesquisados.....	29
Figura 14 - Tempo de Armazenamento dos Resíduos.....	29
Figura 15 - Tipos de recipientes onde são armazenados os resíduos químicos.....	30
Figura 16 - Exemplo de recipiente plástico onde se armazena resíduo no CEA.....	30
Figura 17 - Exemplo de recipiente de vidro onde se armazena resíduo no DPM.....	31
Figura 18 - Informações Contidas nos recipientes.....	31
Figura 19 - Exemplo de identificação nos recipientes.....	32
Figura 20 - Etiqueta.....	33
Figura 21 - Diamante de HOMMEL ou Código NFPA.....	33
Figura 22 - Recipiente etiquetado esperando recolhimento.....	34
Figura 23 - Teto do depósito sem sistema de iluminação.....	35
Figura 24 - Extintor no depósito de resíduos químico.....	35
Figura 25 - Ralo no centro do depósito de resíduos.....	36
Figura 26 - Sistema para a retenção de resíduo que possa vir a vazar do depósito.....	36
Figura 27 - Empresa responsável pela coleta dos resíduos químicos em 2009.....	37
Figura 28 - Acumulo de resíduos no depósito de armazenamento.....	39
Figura 29 - Resíduos armazenados em lugar irregular, céu aberto.....	39
Figura 30 - Acumulo de vasilhames com resíduos no chão do depósito.....	40
Figura 31 - Ciclo do produto químico e seus respectivos resíduos dentro da UNESP.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
IGCE	Instituto de Geociências e Ciências Exatas
ISO	International Organization for Standardization
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
RDC	Resolução da Diretoria do Colegiado
RSS	Resíduos de Serviço de Saúde
NR	Norma Reguladora
PGRSS	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde
PPRA	Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais
ANVISA	Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
CEA	Comissão de Ética Ambiental
DPM	Departamento de Petrologia e Metalogenia
DEPLAN	Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento
CEA	Centro de Estudos Ambientais
EPA	Environmental Protect Agency
CADE	Conselho de Administração e Desenvolvimento
CGR	Coordenadoria de Gerenciamento de Resíduos
ADUNESP	Associação dos Docentes da Universidade Estadual Paulista
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
DCE	Diretório Central dos Estudantes
SINTUNESP	Sindicato dos Trabalhadores da UNESP
IB	Instituto de Biociências
LTARQ	Laboratório de Tratamento e Armazenamento de Resíduos Químicos
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
CIBio	Comissões Internas de Biossegurança

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo Geral	12
2.2. Objetivos Específicos	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1. Resíduos: Contextualização Geral.....	13
3.2. Gerenciamento dos resíduos laboratoriais em uma instituição de ensino superior ..	15
4. METODOLOGIA	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1. Estudo de Caso: Laboratórios do IGCE/ UNESP Rio Claro	21
5.2. Laboratório de Tratamento e Armazenagem de Resíduos Químicos (LTARQ).....	34
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
ANEXO	47

1. INTRODUÇÃO

O grande avanço tecnológico alcançado nas últimas décadas é nítido, porém o ambiente está sendo degradado de tal forma que não se sabe realmente qual será o nível de qualidade de vida das gerações futuras. O meio ambiente se tornou o receptor final dos resíduos gerados pelos humanos, e um dos nossos maiores desafios é conciliar essas atividades humanas geradoras de resíduos com a preservação ambiental.

As universidades têm um papel de suma importância, tanto pela sua função de formação de profissionais, como também da tarefa de disseminar uma nova mentalidade nos meios acadêmicos e profissionais (AFONSO et al., 2003).

As indústrias de um modo geral são as maiores geradoras de resíduos em termos de volume e periculosidade, entretanto, laboratórios de universidades, escolas e institutos de pesquisa também geram resíduos de elevada diversidade e volumes reduzidos. Os laboratórios geram em suas atividades uma série de resíduos (biológicos, químicos, radioativos, de serviços de saúde, etc.), podendo ser classificados como perigosos ou não.

As universidades devem também estar conscientes e preocupadas com este problema. As atividades de laboratório realizadas, seja em aulas experimentais ou atividades de pesquisa, geram resíduos que podem oferecer riscos ao meio ambiente ou à saúde.

A ausência de órgãos fiscalizadores e o descarte inadequado levam os laboratórios das universidades a contribuírem com a poluição do meio ambiente além de desperdiçar material. O gerenciamento de resíduos implica numa mudança de atitude, por isso, é uma atividade que traz resultados em médio e longo prazos (AFONSO et al., 2003).

No intuito de propor melhorias com relação a este problema, a proposta deste trabalho é avaliar o gerenciamento dos resíduos químicos de alguns laboratórios do Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE da UNESP campus de Rio Claro/SP, de maneira a discutir a situação desses resíduos e apresentar propostas para reduzir a geração dos resíduos perigosos e minimizar o impacto ambiental das suas atividades através da disposição final adequada.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

- Diagnosticar e analisar a situação atual do gerenciamento e disposição final dos resíduos químicos gerados por alguns laboratórios do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE/ UNESP, campus Rio Claro/ SP, visando estimular a busca pela melhoria contínua.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar quais seriam os principais resíduos químicos gerados por alguns laboratórios do IGCE e seus possíveis impactos no processo de gerenciamento.

- Analisar a situação atual da geração até a disposição final dos resíduos químicos destes laboratórios.

- Propor diretrizes gerais básicas sobre qual seria o gerenciamento adequado dos resíduos químicos dos laboratórios de uma instituição de ensino superior pública e sua contribuição direta para a minimização dos impactos ambientais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O rápido crescimento tecnológico que vem ocorrendo nas últimas décadas caminhando simultaneamente com o rápido desenvolvimento industrial de vários países tem resultado numa difícil missão de se encontrar meios para o gerenciamento dos resíduos gerados. Alguns desses resíduos são classificados como perigosos e se não tiverem o gerenciamento feito com todo o cuidado necessário, podem causar sérios danos à saúde humana e ao meio ambiente.

No decorrer do processo civilizatório, verificou-se um crescimento acelerado da população humana, sendo que os diversos resíduos gerados como subprodutos de suas atividades, transcendem a capacidade de resiliência do meio ambiente, gerando desequilíbrios em seus ciclos originais. Grandes fluxos de elementos artificiais em altas concentrações, e muitos deles tóxicos e nocivos à vida na biosfera, são depositados a todo o momento em regiões em que o seu subsistema gira em torno da própria dinâmica da natureza. Este fluxo de deposição dos rejeitos acaba voltando ao ciclo de vida dos seres humanos sob formas de poluição, radiação, contaminação, chuva ácida, entre outras. (FIGUEIREDO, 1995).

3.1. Resíduos: Contextualização Geral

Alguns anos atrás, uma das maiores dificuldades em se implantar um plano de gestão compreendia encontrar fontes de referência. Como fazer, de onde começar, o que fazer, eram perguntas frequentes. Hoje em dia, com uma maior preocupação e consciência sobre o assunto, pode-se encontrar relatos muito valiosos das experiências de várias instituições e ainda técnicas para tratamento de resíduos (SASSIOTO, 2005).

Segundo Sassioto (2005) verificou-se visões diferentes sobre a responsabilidade do gerador e sobre o que fazer com o passivo. Além disso, encontraram-se diferenças no rigor da legislação e da fiscalização de estado para estado. O Brasil vem evoluindo muito no decorrer dos últimos anos, porém, algumas partes do país, principalmente as regiões mais pobres, ainda estão longe de alcançar países considerados desenvolvidos. Isso se deve ao fato de que o Brasil apresenta contrastes muito grandes também em relação à pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e conhecimento. Estados como São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul possuem muito mais recursos e desenvolvem muito mais trabalhos nessas áreas do que estados no centro, norte e nordeste do país.

Portanto, para todo o país ter acesso a informações e conhecimentos no gerenciamento de resíduos, é necessário começar pela distribuição igualitária, de recursos financeiros, informações e recursos humanos.

Segundo o que consta no dicionário, resíduo é qualquer material, gasoso, líquido ou sólido, que sobra de um processo de produção, transformação, extração de recursos naturais, execução ou consumo de produtos e serviços (FERREIRA, 2009).

Segundo a ABNT NBR 10004 de 2004, resíduo sólido são resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta 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.

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, resíduos sólidos são definidos como: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Segundo a ABNT NBR 10004 os resíduos podem ser divididos quanto a sua origem, como por exemplo:

- resíduos domiciliares: são aqueles gerados nas residências e sua composição é bastante variável sendo influenciada por fatores como localização geográfica e renda familiar. Porém, nesse tipo de resíduo podem ser encontrados restos de alimentos, resíduos sanitários (papel higiênico, por exemplo), papel, plástico, vidro, etc;

- resíduos industriais: pode ser de diversos tipos, de acordo com a atividade da indústria, sendo a fonte mais comum de resíduos perigosos;

- resíduos agrícolas: são aqueles gerados pelas atividades agropecuárias (cultivos, criações de animais, beneficiamento, processamento, etc.). Podem ser compostos por embalagens de defensivos agrícolas, restos orgânicos (palhas, cascas, estrume, animais mortos, bagaços, etc.), produtos veterinários e etc;

- resíduos de serviço de saúde: qualquer resto proveniente de hospitais e serviços de saúde como pronto-socorro, enfermarias, laboratórios de análises clínicas, farmácias, etc. Geralmente é constituído de seringas, agulhas, curativos e outros materiais que podem apresentar algum tipo de contaminação por agentes patogênicos (causadores de doenças);

- resíduos da construção civil: conhecidos também como entulho, os entulhos são compostos por: restos de demolição (madeiras, tijolos, cimento, rebocos, metais, etc.), de obras e solos de escavações diversas;

- resíduos biológicos: os resíduos biológicos são aqueles que apresentam produtos biológicos que podem ou não representar risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente, devido à presença de micro-organismos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção;

- resíduos químicos: resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco a saúde pública e ao meio ambiente, dependendo das suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

E também são classificados quanto a sua periculosidade, sendo:

- *resíduos perigosos*: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica e,

- *resíduos não perigosos*: que não possuem nenhuma das características anteriores citadas e são subdivididos em não inertes e inertes.

Especificamente dentro de laboratórios e se tratando de resíduos químicos, segundo as Normas Gerais de Gerenciamento de Resíduos Químicos do Instituto de Química da UNESP de 2002, podemos dividi-los em duas classes:

- Inorgânicos: soluções aquosas de metais pesados, ácidos, bases, sulfetos, cianetos, mercúrio metálico e sais de prata;

- Orgânicos: solventes não halogenados, solventes halogenados, peróxidos orgânicos, pesticidas e outros de alta toxicidade aguda ou crônica.

Alguns resíduos produzidos em processos laboratoriais são: colunas cromatográficas, misturas reacionais, papéis contaminados, soluções diluídas, líquidos de lavagem e de refrigeração, produtos deteriorados, banhos de aquecimento ou resfriamento, matérias cortantes (ex:vidro), materiais radioativos, etc.

3.2. Gerenciamento dos resíduos laboratoriais em uma instituição de ensino superior

O gerenciamento de resíduos é uma prática que consiste em controlar o potencial de impactos ambientais dos resíduos gerados de uma determinada atividade. Esta atividade é considerada uma prática de Produção Mais Limpa (P+L) na medida em que o gerenciamento de resíduos estabelece formas de conter ou minimizar uma geração demasiada de resíduos, ou até mesmo de buscar outras alternativas para as suas destinações (ROCCA *et al.*, 1993).

A metodologia aplicada para o gerenciamento dos resíduos químicos consiste em caracterizar, segregar, armazenar e destinar de forma correta e legal os resíduos gerados (JARDIM, 1993; CUNHA, 2001). Para Jardim (1993), esta forma de gerenciamento é figura de mérito para qualquer plano de gerenciamento e também propõe uma hierarquia de medidas visando uma otimização da “Unidade Geradora”, com intuito de proporcionar a minimização dos resíduos e a redução dos custos das análises, meta comum a ser cumprida por qualquer tipo de Sistema de Gestão Ambiental.

Segundo Tavares e Bendassoli (2005), a geração de resíduos não é exclusividade das indústrias, uma vez que em laboratórios de universidades, escolas e institutos de pesquisa também são gerados resíduos de elevada diversidade e volume reduzido, mas que podem representar 1% do total de resíduos perigosos produzidos em um país desenvolvido. Esses resíduos diferenciam-se daqueles gerados em unidades industriais por apresentarem baixo volume, mas grande diversidade em sua composição, o que dificulta a tarefa de estabelecer um tratamento ou uma disposição final padrão para todos.

Pequenos geradores de resíduos, tais como instituições de ensino e pesquisa, laboratórios de análises bioquímicas e físico-químicas, normalmente são considerados pelos órgãos fiscalizadores como atividades não impactantes, sendo, portanto, raramente fiscalizados. Contudo, deve-se levar em conta o grande número de pequenos geradores de resíduos existentes, e que os resíduos por eles gerados são de natureza variada, incluindo metais pesados, e material infectante (JARDIM, 1993).

Na maioria dos casos os resíduos são estocados de forma inadequada e ficam aguardando um destino final. Infelizmente, a cultura ainda dominante é de descartá-los na pia do laboratório, já que a maioria das instituições brasileiras de ensino e pesquisa não tem uma política institucional clara que permita um tratamento global do problema (GERBASE *et al.*, 2005).

Os resíduos de instituições de pesquisas, quando gerenciados inadequadamente oferecem risco potencial ao ambiente e à vida de forma geral, devido às características biológicas, como materiais biológicos contaminados e objetos perfuro cortantes, peças anatômicas, substâncias tóxicas, inflamáveis e radioativas (TAKADA, 2003).

O gerenciamento de resíduos biológicos é um dos grandes problemas atuais, pois estes apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente, devido a presença de agentes biológicos e infectocontagiosos.

Atualmente existem inúmeras normas, leis, entre outros instrumentos que ajudam e norteiam como gerenciar e dispor de maneira correta os resíduos. A legislação ambiental brasileira e conhecida mundialmente por ser uma das mais rigorosas, porem nem sempre ela é

seguida. Dentre as várias normas, leis e políticas temos: A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Resolução CONAMA, NBR's, etc.

Segundo Ventura; Reis; Takayanagui (2010), dentre as regulamentações vigentes mais relevantes e recentes sobre os resíduos biológicos, podem-se citar:

“I) a Resolução RDC nº 306/2004 (Anvisa, 2005) que determina que os RSS sejam separados, acondicionados e coletados de acordo com sua classificação (A – Potencialmente infectantes; B – Químicos; C – Radioativos; D – Comuns; E – Perfuro-cortantes);

II) a Resolução Conama nº 358 de 29/04/2005 que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos RSS e, portanto, aplica-se a todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal (ANVISA, 2005);

III) a norma brasileira NBR 10004/2004 (ABNT, 2004) que atribui a responsabilidade do gerenciamento de RSS ao estabelecimento de saúde, desde a geração até a disposição final (art 1º), bem como a necessidade de se elaborar e implantar o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – PGRSS (art 4º);

IV) a Norma Reguladora (NR) 32/2005, do Ministério do Trabalho, que aborda alguns aspectos de biossegurança e saúde no trabalho em serviços de saúde, destacando as condições mínimas para evitar os riscos biológicos e químicos;

V) a NR 9/1995 que aborda sobre o Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais (PPRA) e visa à preservação dos recursos naturais, bem como a proteção da saúde do trabalhador em qualquer situação em que o funcionário/colaborador tiver a possibilidade de sofrer riscos ambientais.”;

VI) a NBR 13221 - Transportes de Resíduos -Esta Norma especifica os requisitos para o transporte terrestre de resíduos, de modo a evitar danos ao meio ambiente e a proteger a saúde pública;

VII) a NBR 12235 - Armazenamento de Resíduos Perigosos – Esta Norma fixa as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente;

VIII) a NBR 14619 – Transporte Terrestre de Produtos Perigosos - Incompatibilidade química - Esta Norma estabelece critérios de incompatibilidade química a serem considerados no transporte terrestre de produtos perigosos.

Algumas NBR's vigentes são: NBR –13221 Transportes de resíduos, NBR-12235 - Armazenamento de Resíduos Perigosos, NBR 14619: Transporte terrestre de produtos perigosos, entre outras.

Em 2005, a resolução CONAMA 357/05, classificou os resíduos de serviços de saúde em cinco grupos: A, B, C, D e E, da seguinte forma:

- Grupo A: Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar riscos de infecção. Ex gases, algodão, meios de cultura, etc;

- Grupo B: 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. Ex. remédios;

- Grupo C: Quaisquer materiais resultantes das atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de insenção especificados nas normas do CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista. Ex resíduos da quimioterapia;

- Grupo D: Resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Ex. embalagens e material de escritório;

- Grupo E: Materiais perfurocortantes ou escatificantes. Ex. Agulhas e bisturi.

Os resíduos químicos perigosos são gerados em indústrias, pequenos negócios, residências, hospitais, universidades, laboratórios de pesquisa e de testes e na indústria agrícola (POLPRASERT, 1996). Nas universidades, os diferentes departamentos/setores produzem diferentes tipos de resíduos. A figura 1 mostra esquematicamente as fontes geradoras de diversos tipos de resíduos.

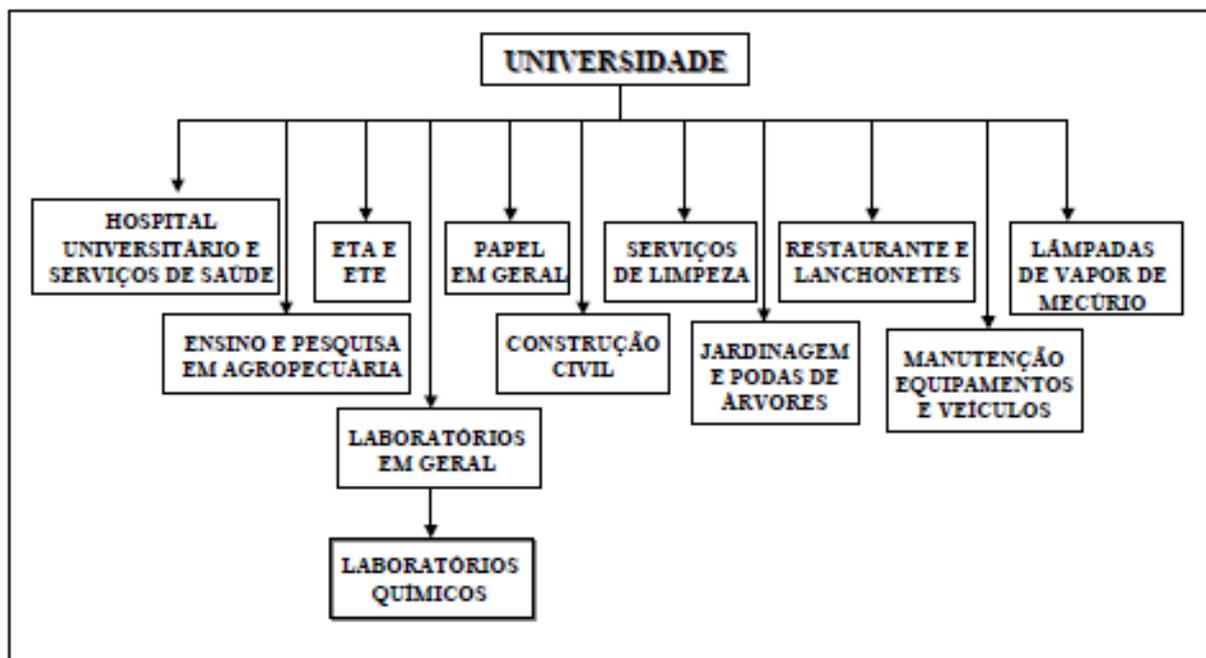


Figura 1: Resíduos gerados em uma universidade (fonte: SASSIOTO, 2005).

Nas universidades tem-se todo tipo de resíduo como, por exemplo, restos de alimentos do restaurante universitário (RU) e da lanchonete, embalagens e papeis sujos, papeis normais, lâmpadas, equipamentos quebrados, resíduos da limpeza das salas de aulas e banheiros. Obras

como a que está atualmente ocorrendo no Campus de Rio Claro da UNESP de ampliação da biblioteca também geram entulho (resíduos da construção civil), além dos resíduos de podas de árvores e manutenção de jardins. Manutenção de equipamentos e veículos geram resíduos como óleo de motor e peças quebradas. Além dos resíduos supracitados, ainda existe tantos outros resíduos de tantos outros tipos, pois alguns campi universitários são praticamente cidades, que podem possuir também estações de tratamento de água e esgoto, havendo então o lodo resultante dessas estações. Em unidades que possuem cursos de graduação relacionados a saúde, tem-se descarte de seringas, papéis, embalagens de medicamentos, gazes entre outros.

Nos laboratórios químicos dos diversos departamentos (Química, Engenharia, Materiais, Biologia, Geografia, Geologia, entre outros), pode-se ter uma série de resíduos conforme mostrado na figura 2, resíduos como solventes, compostos orgânicos, inorgânicos, radioativos e metais pesados.

Os compostos resultantes e excedentes dos experimentos acabam ficando guardados por muito tempo sem rotulagem, tornando-se assim um passivo ambiental. A água resultante da lavagem pisos, bancadas, equipamentos, vidraria e capelas também é um resíduo impregnado de substâncias químicas. Produtos químicos com validade vencida e frascos vazios são também, resíduos muito problemáticos.

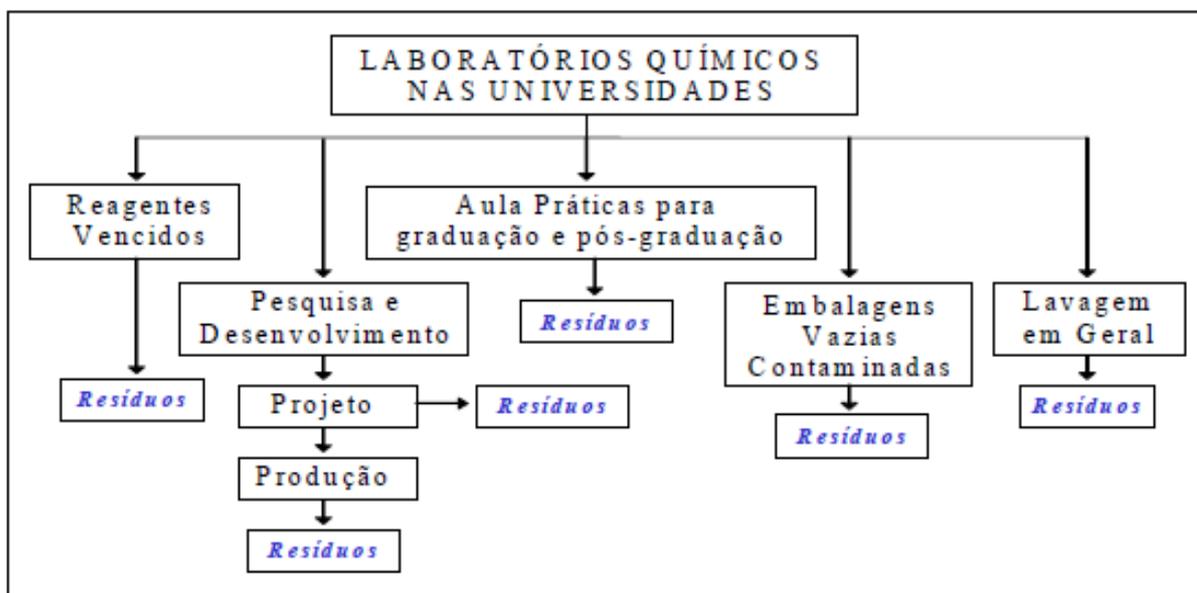


Figura 2: Resíduos de laboratórios químicos de universidades (fonte: SASSIOTO, 2005).

4. METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho foi baseado na metodologia utilizada por Salvador *et al.*, 2006, a qual abrange:

Uma revisão bibliográfica compreendendo levantamento de informações, dados, legislação e normas sobre o tema.

Visitas às unidades geradoras (laboratórios) com o intuito de levantar informações das quantidades e tipos de resíduos gerados e de suas principais características e também para saber como é feita a coleta e armazenamento e como e onde é feita a disposição final dos resíduos, analisar também a forma de trabalho das unidades, rotinas, manejo dos resíduos, especificidades e realidades locais, avaliar as condições locais, infraestrutura e rotinas de alguns laboratórios do IGCE da UNESP campus de Rio Claro/SP para o devido atendimento às demandas da implantação das normas.

Aplicação de questionários para fins informativos e interpretação dos dados e resultados obtidos com o estudo efetuado nos laboratórios, proposição de medidas corretivas caso os resultados obtidos estejam fora da expectativa e resultados finais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Estudo de Caso: Laboratórios do IGCE/ UNESP Rio Claro

As atividades desenvolvidas nas instituições de ensino e pesquisa empregam substâncias e produtos de diversas classes. Entre eles estão os considerados perigosos por apresentarem características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade estabelecidas pela NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, que oferecem risco potencial aos seres vivos e/ ou ao ambiente. Essas atividades, conseqüentemente, geram resíduos também considerados perigosos. Destinar corretamente esses resíduos é responsabilidade de seus geradores. Para ratificar essa afirmação a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publica a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC n.33), de 25 de fevereiro de 2003, relativa ao gerenciamento dos resíduos gerados nos serviços de saúde (RSS), com vistas a preservar a saúde pública e a qualidade do ambiente, atualizada pela RDC n.306, de 7 de dezembro de 2004.

Dessa forma, as universidades e centros de pesquisa precisam instituir em suas unidades Programas de Gerenciamento de Resíduos. Nesses programas, os resíduos são separados em três grandes grupos: biológico, químico e radioativo, no caso específico desse estudo será analisado apenas o químico descrito a seguir:

Resíduo químico: neste grupo estão incluídos diversos produtos como: substâncias e produtos químicos rejeitados (vencidos ou em desuso), os resíduos provenientes de aulas práticas ou projetos de pesquisa. Algumas substâncias químicas e misturas de produtos químicos são considerados resíduos perigosos pela Agência de Proteção Ambiental norte-americana (Environmental Protect Agency – EPA). Mesmo que um resíduo químico não se encontre entre os citados pela EPA, mas possua uma ou mais das seguintes características: ignitividade, corrosividade, reatividade ou toxicidade, deve ser considerado resíduo perigoso, segundo a NBR 10.0045.

Não se tem conhecimento de um destino oficial que recebam todos resíduos perigosos gerados pela UNESP, porém é conhecido que grande parte desses resíduos não possui descarte e/ou destinação corretos. Essa prática, além de técnica e legalmente incorreta, não é condizente com a excelência do papel desempenhado pela universidade ante a sociedade ao longo de seus cinquenta anos. Isso explicita a necessidade de uma mudança emergencial na maneira como esse assunto tem sido tratado. Embora algumas iniciativas pontuais venham sendo tomadas, fazia-se necessária uma ação em caráter institucional. Para tanto, foi criada pelo Conselho de Administração e Desenvolvimento (Cade) a Coordenadoria de Gerenciamento de Resíduos (CGR), buscando empregar mecanismos para sua passivação e/ou disposição final, já que os resíduos perigosos requerem um procedimento de descarte

muito distinto daquele dado ao resíduo considerado doméstico. Essa coordenadoria é formada pela engenheira química Janaína Conrado Lyra da Fonseca e conta com a experiência e a colaboração dos membros de um Conselho Gestor formado por especialistas e membros das diferentes representações da universidade, como Adunesp, Cade, Cipa, DCE, Sintunesp. Dentre as ações dessa coordenação está a elaboração de um Programa de Gerenciamento de Resíduos que tem como objetivo orientar quanto à correta caracterização, passivação e disposição final de resíduos perigosos gerados nas dependências da UNESP, oriundos das atividades de ensino, pesquisa e extensão, resíduos esses que possam impactar negativamente a qualidade e a disponibilidade dos recursos naturais para futuras gerações (*Manual Para Gerenciamento de Resíduos Perigosos*, 2009).

Para efetuar esta pesquisa, foram entrevistados preferencialmente técnicos responsáveis pelos respectivos laboratórios de 9 diferentes laboratórios do IGCE – UNESP Rio Claro, abrangendo os seguintes departamentos: DEPLAN, CEA e DPM, conforme o quadro 1.

Departamento	Laboratório
CEA – Centro de Estudos Ambientais	Laboratório de Química Analítica
CEA – Centro de Estudos Ambientais	Laboratório de Química Analítica
CEA – Centro de Estudos Ambientais	Laboratório de Química Analítica
CEA – Centro de Estudos Ambientais	Laboratório de Microbiologia
CEA – Centro de Estudos Ambientais	Laboratório de Tratamento de Água e Efluentes
DEPLAN – Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento	Laboratório de Análise de Formações
DEPLAN - Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento	Laboratório de Geoquímica Ambiental
DEPLAN - Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento	Laboratório de Tratamento e Reuso de Águas e Efluentes
DPM – Departamento de Petrologia e Metalogenia	Laboratório de Geoquímica

Quadro 1: Relação de laboratórios analisados e seus respectivos departamentos.

O levantamento de dados por questionário mostrou um panorama de reagentes utilizados e resíduos químicos gerados nas diversas atividades e áreas de trabalho do IGCE – UNESP de Rio Claro. Pesquisaram-se características dos laboratórios com relação a reagentes químicos e aos resíduos gerados, 100% dos laboratórios estudados usam produtos químicos e geram resíduos.

Desses laboratórios, cerca de 33% (3 laboratórios) dedicam-se à pesquisa e 67% (6 laboratórios) trabalham tanto com pesquisa quanto com ensino, conforme apontado na Figura 3.

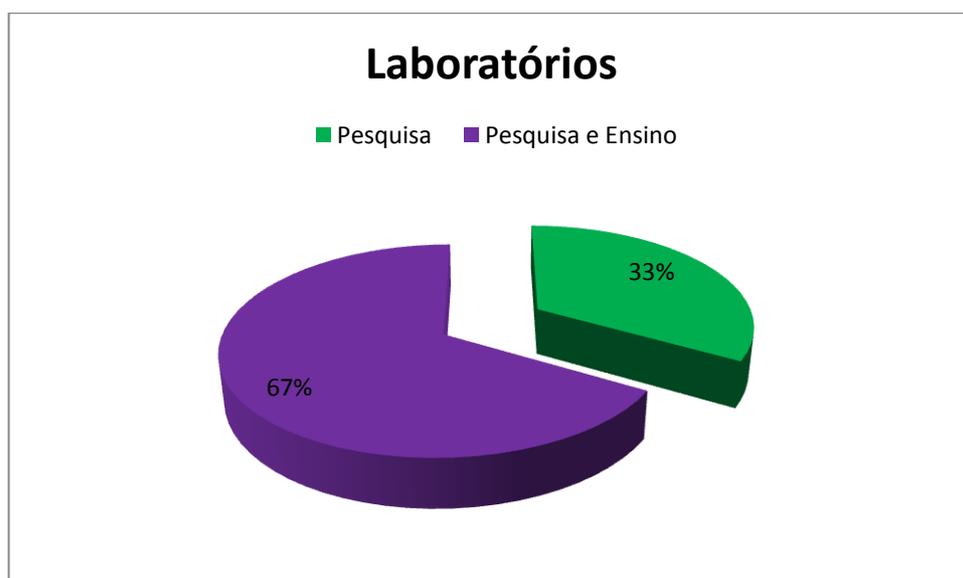


Figura 3: Atuação geral dos laboratórios pesquisados do IGCE/UNESP.

Desta forma, antevê-se o gerenciamento dos resíduos produzidos nesses laboratórios como uma atividade de elevada importância, dada a diversidade de resíduos produzidos em pesquisa, visto que dinamicidade é uma característica intrínseca a processos de inovação e difusão tecnológica.

Diversos produtos químicos são utilizados nos laboratórios do IGCE - UNESP. Ressalta-se que um mesmo laboratório pode utilizar mais de um tipo de substância. O item “outros”, Figura 4, representa materiais diversos não listados no questionário. Por exemplo: polimerizáveis, peróxidos, produtos de limpeza, medicamentos, pesticidas, psicotônicos, material radioativo, bactérias, cimento, óleos, resinas, gases.

Dos nove laboratórios estudados, todos os nove utilizam de ácidos, oito deles de bases, sete de metais, dois de solventes orgânicos, dois de sais, dois de óxidos e apenas um de outros tipos de reagentes como já citado acima.

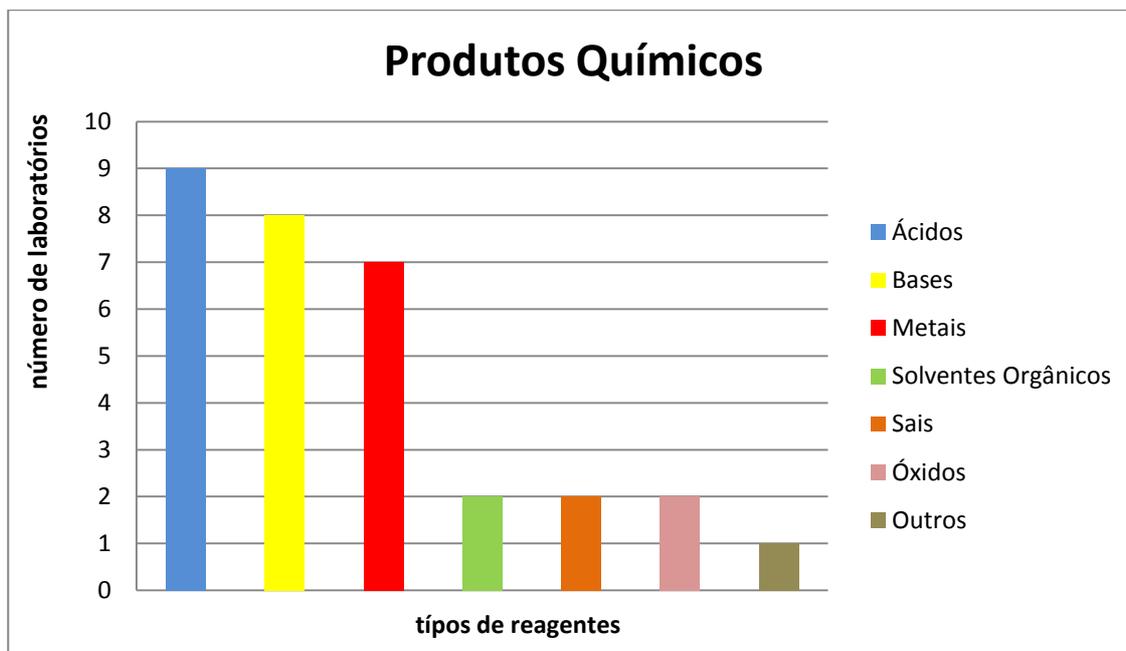


Figura 4: Produtos químicos utilizados pelos laboratórios analisados.

Outra questão interessante refere-se ao armazenamento desses produtos antes de seu uso. Cerca de 57% dos laboratórios que armazenam produtos químicos o fazem dentro do próprio laboratório (Figura 5), isso representa 8 dos 9 laboratórios, 36% armazenam em outro local, o que representa 5 laboratórios e 7% (1 laboratório) armazenam em almoxarifado externo e dentro do próprio laboratório. Observa-se que um mesmo laboratório pode armazenar de 2 maneiras diferentes, como por exemplo em outro local e dentro do próprio laboratório. O item “outro local” refere-se a salas de professores e outros laboratórios.

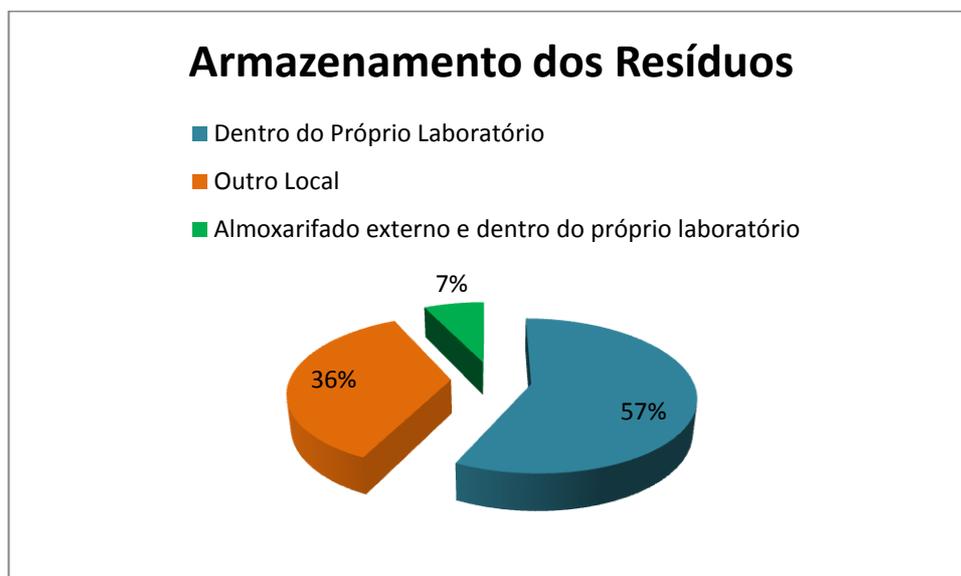


Figura 5: Onde são armazenados os resíduos químicos resultantes.

A Figura 6 mostra alguns dados de um tema controverso: o que se faz com reagentes químicos com “data de validade” expirada? Segundo levantado pelas entrevistas, no IGCE – UNESP cerca de 33% são guardados para uso futuro, cerca de 27% deles são utilizados e

apenas 7% não permitem o vencimento. Embora este não seja um valor tão elevado, discute-se aqui se uma utilização ainda maior não poderia ser feita, já que a “validade” de um produto químico deveria estar associada a uma análise de controle de qualidade que justificasse o descarte do reagente pela perda de suas características físico-químicas. Desta forma, o tratamento de reagentes “vencidos” recupera sua qualidade, o que significa não só economia de recursos financeiros, mas também de recursos naturais. Observando que o meio ambiente atua fornecendo insumos e recebendo rejeitos quando da destinação final. Vê-se, portanto, que informação e conhecimento técnico são imprescindíveis para uma (re) utilização racional desse tipo de material.

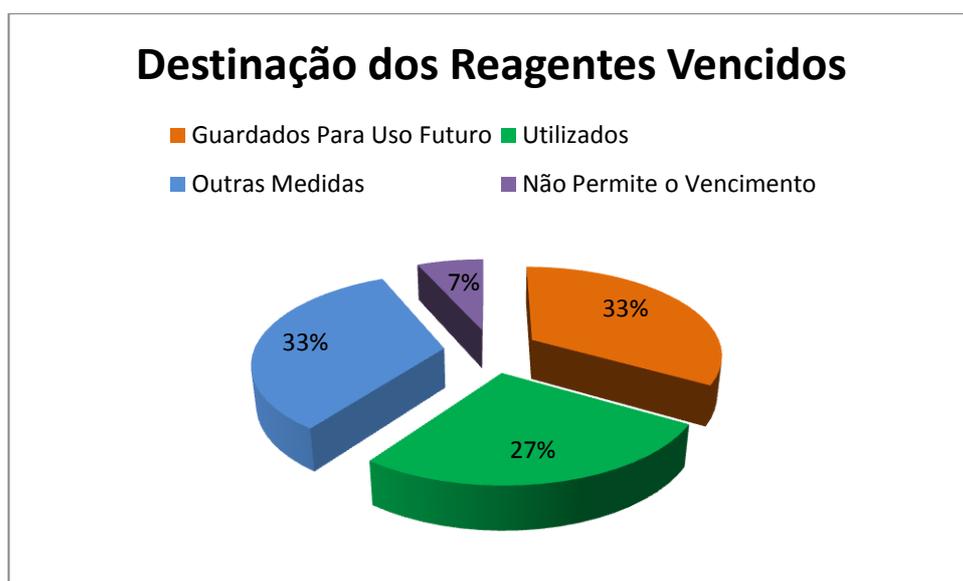


Figura 6: Destinação dos reagentes vencidos.

Há uma grande preocupação com a correta destinação dos resíduos, já que pelo menos 43% tratam os resíduos no próprio laboratório (figura 7). O item “outras medidas” tem como exemplo laboratórios que guardam os resíduos separados para posterior recolhimento do próprio IGCE, temos casos de laboratórios que tratam os resíduos neutralizando, diluindo com água e descartando na pia, como é o caso do Laboratório de Geoquímica do Departamento de Petrologia e Metalogenia (DPM). No CEA é feita a Precipitação de Resíduos de Metais, soluções contendo metal pesado são geradas com frequência nos laboratórios do CEA em suas pesquisas, como nesses resíduos o metal se encontra, normalmente, em solução aquosa e ácida, para reduzir o volume e, conseqüentemente os custos de destinação final, é feita a precipitação do resíduo. Essa precipitação é feita seguindo os seguintes passos: determina-se o pH usando papel indicador, neste caso o pH está entre 2 e 3; coloca-se a base (SODA - NaOH) na caixa de plástico (300 L) em seguida adiciona-se a solução de resíduos de metal pesado, mistura-se o resíduo e a soda até formar uma mistura homogênea; nesta caixa (300 L) ela possui uma lâmpada para aquecer (figura 8), um orifício para eliminar o vapor e um

ventilador forçando a saída do vapor, esta caixa fica em uma área externa do laboratório (figura 9); coloca-se a solução em repouso para evaporar, até sobrar uma borra e por fim o precipitado é armazenado em recipiente próprio, adequadamente rotulado e encaminhado para o laboratório de resíduos - departamento da microbiologia. No DEPLAN o recolhimento é feito pela própria UNESP uma vez ao ano, porém a quantidade é muito pequena e o trabalho que se dá para pouca coisa é grande, tendo que tratar os resíduos retirando dos vasilhames azuis (figura 10 e Figura 11) e colocar nos frascos corretamente como especificado no site do CEA - Comissão de Ética Ambiental - (figura 12), por esse motivo a retirada não é feita todo ano.



Figura 7: Destinação dos resíduos gerados pelos laboratórios.



Figura 8: Caixa de água com aquecimento para evaporar água.



Figura 9: Caixa de água com aquecimento para evaporar água.



Figura 10: Resíduos em vasilhames antes do tratamento e destinação final.

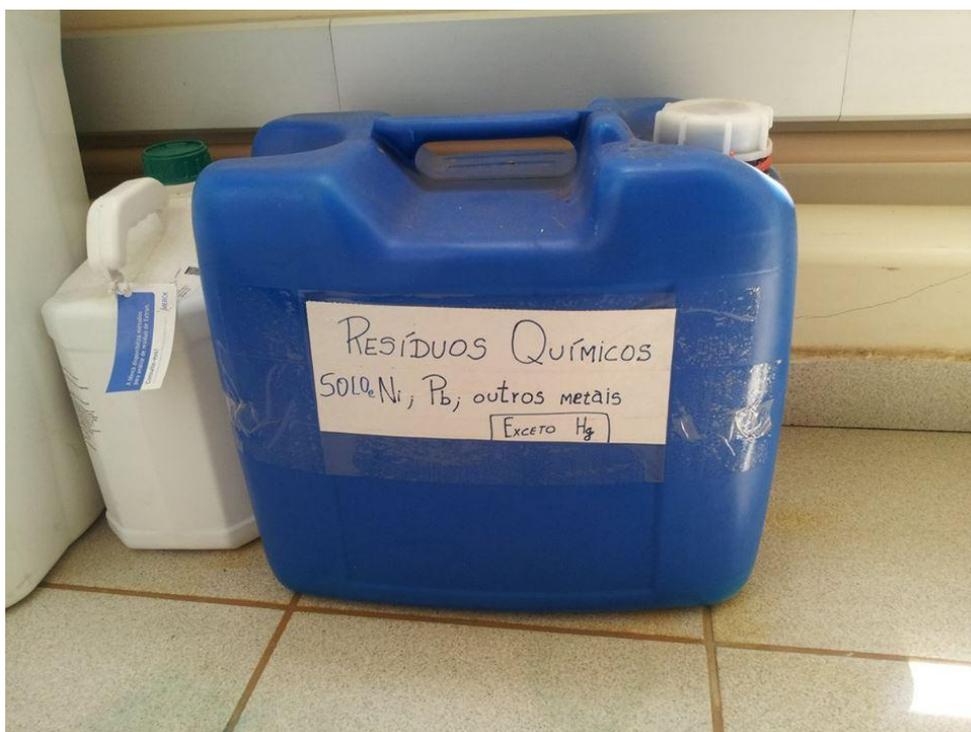


Figura 11: Resíduos em vasilhames antes do tratamento e destinação final.



Figura 12: Acondicionamento dos Resíduos em frascos (Fonte: CEA – Comissão de Ética Ambiental).

Na figura 13 observa-se que mais de 65% dos laboratórios geram menos de 10 litros de resíduos por mês, o que mostra o perfil típico de resíduos gerados em instituições de ensino: pouca quantidade e grande diversidade. Essa pequena quantidade de resíduos gerados, no entanto, merece considerações mais cuidadosas, tendo em vista o grande número de laboratórios em atividade. Outro ponto fundamental a ser considerado na avaliação deste resultado é que, aproximadamente 11% não sabem informar o volume gerado, não se podendo afirmar que há um controle efetivo do volume de resíduo químico gerado pelos laboratórios.

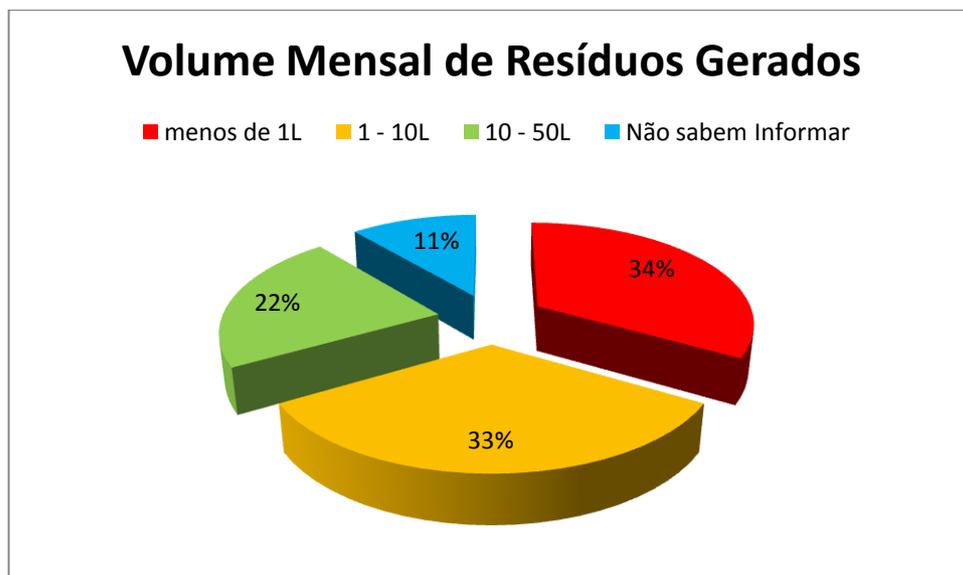


Figura 13: Volume mensal de resíduos gerados nos laboratórios pesquisados.

Dos laboratórios que armazenam seus resíduos para serem recolhidos posteriormente foram obtidos, também, dados sobre o tempo de permanência dos recipientes na unidade geradora até que sejam coletados por órgão responsável (Própria UNESP, nos casos analisados). Dados estes demonstrados na Figura 14. O que seria mais seguro e pertinente é o não armazenamento dentro dos laboratórios, para se armazenar os resíduos uma série de procedimentos tem de ser tomados e as pessoas envolvidas têm de ser treinadas, ralos, a não existência de janelas, a não existência de luz, não existência de interruptores, entre outras coisas, são padrões que tem que ser seguidos para salas de armazenamento, com a existência de um laboratório capacitado para receber resíduos considerados perigosos, não há necessidade de armazenar os resíduos nos laboratórios, nem por um dia, quanto mais por meses ou até anos.

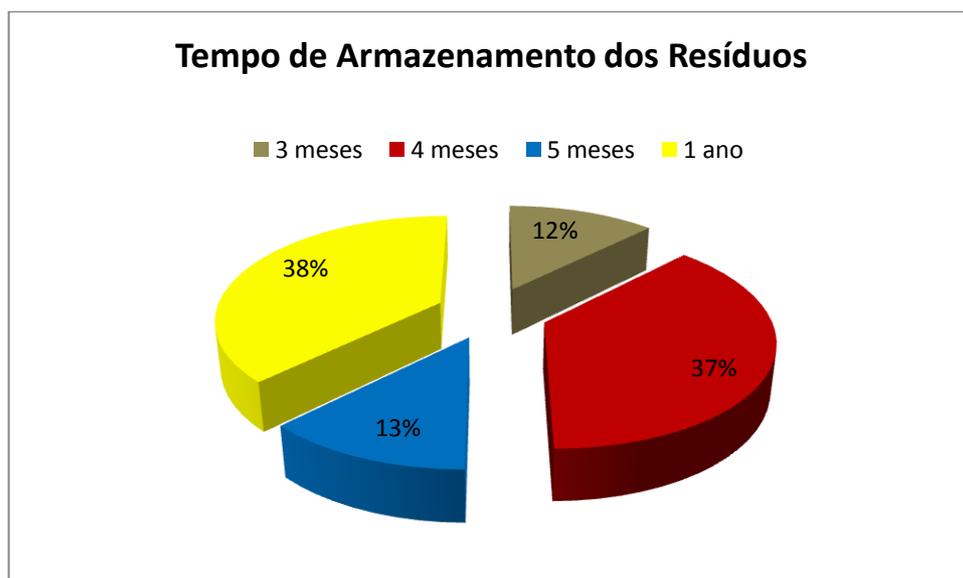


Figura 14: Tempo de Armazenamento dos Resíduos.

Em todos os laboratórios que armazenam resíduos foram analisados, ainda, os tipos de recipientes utilizados por eles, sendo os resultados apresentados na Figura 15, onde se tem que a grande maioria, oito dos nove laboratórios, utiliza-se de recipientes plásticos. Alguns destes podem utilizar mais de um tipo de recipiente. A figura 16 trás um exemplo de um recipiente plástico e a figura 17 um exemplo de recipiente de vidro.



Figura 15: Tipos de recipientes onde são armazenados os resíduos químicos.



Figura 16: Exemplo de recipiente plástico onde se armazena resíduo no CEA.



Figura 17: Exemplo de recipiente de vidro onde se armazena resíduo no DPM.

As informações contidas em rótulos anexos aos recipientes de armazenamento são de suma relevância (Figura 18). Ao se descartar um resíduo, é importante que este esteja identificado adequadamente pelo seu gerador, com o fim de receber tratamento correto ou ser utilizado por outras unidades ou, mesmo, ser incinerado por um custo menos elevado.

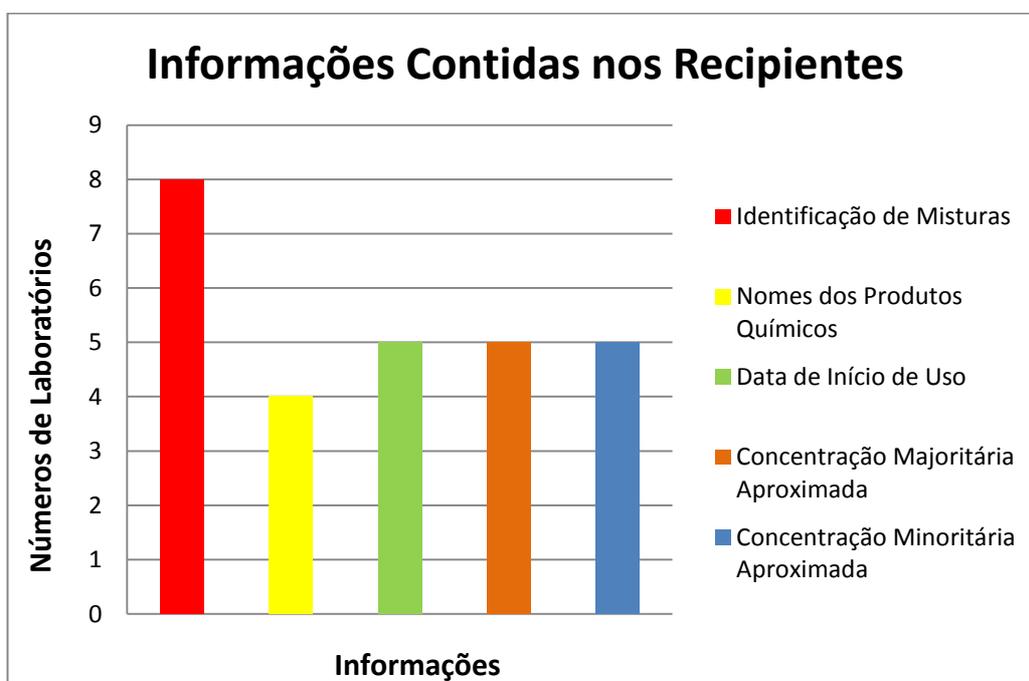


Figura 18: Informações Contidas nos recipientes.

Dentro dos laboratórios a identificação nos recipientes é feita manualmente e de acordo com o que é conversado dentro do próprio laboratório para facilitar o andamento dos

estudos e a comunicação entre as pessoas que estão ligadas aos projetos, normalmente é feita com uma folha branca e caneta, como no exemplo da figura 19, o que pode não ser uma boa ideia, pois a simples falha de uma pessoa ao escrever em uma folha, ou o fato de descartar o resíduo no recipiente e esquecer-se de anotar, pode gerar a mistura de reagentes, o que se torna muito perigoso, pois certas misturas podem ser explosivas e causar grandes danos, ou mesmo afetar a saúde dos envolvidos. O correto é elaborar uma rotina de procedimentos para a segregação, tratamento e destinação dos resíduos.

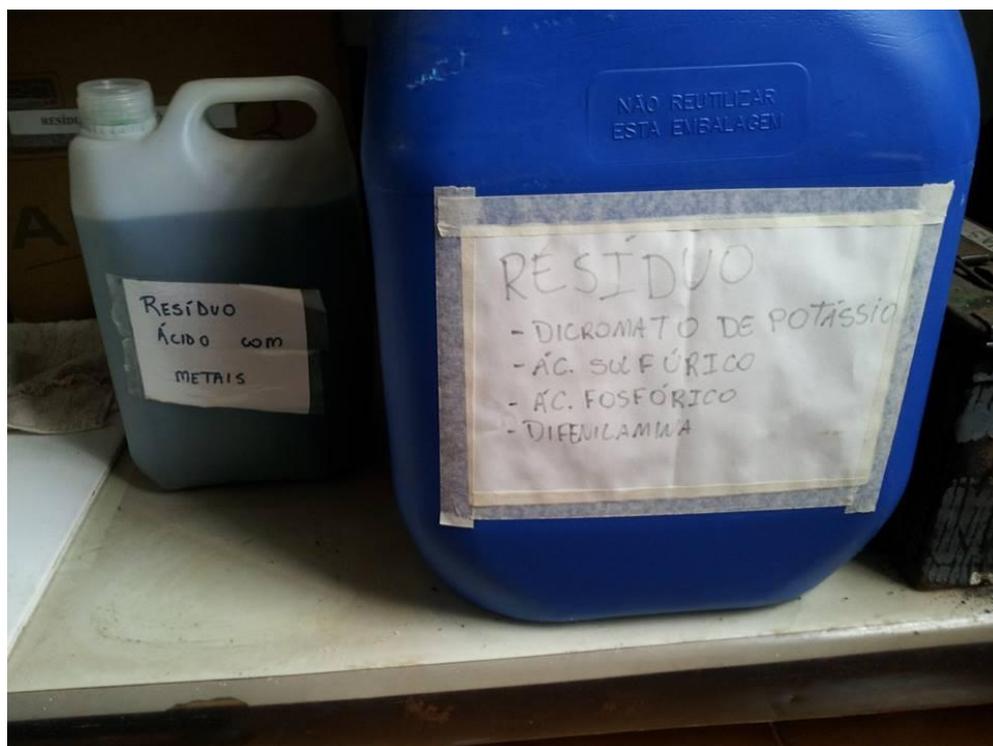


Figura 19: Exemplo de identificação nos recipientes.

Quando os resíduos saem de dentro dos laboratórios e são encaminhados ao órgão responsável (no caso dos laboratórios em estudo, UNESP) devem-se seguir as normas de etiquetas para a rotulagem de resíduos químicos delegados pelo CEA – Comissão de Ética Ambiental – onde alguns cuidados no preenchimento do rótulo devem ser tomados como: Uso de letra de forma legível e uma vez iniciada a coleta de um tipo de resíduo neste recipiente, não misturar com outros tipos.

Existe uma etiqueta (figura 20) fornecida pela própria UNESP que deve ser colocada nos recipientes, a qual possui algumas informações: resíduo principal, os secundários e o diamante de HOMMEL ou código NFPA (figura 21) que é uma simbologia empregada pela Associação Nacional para Proteção contra Incêndios (National Fire Protection Association), dos Estados Unidos da América. Nela, são utilizados losangos que expressam tipos de risco em graus que variam de 0 a 4, cada qual especificado por uma cor (branco, azul, amarelo e vermelho), que representam, respectivamente, riscos específicos, risco à saúde

(toxicidade), reatividade e inflamabilidade. Quando utilizada na rotulagem de produtos, ela é de grande utilidade, pois permite num simples relance, que se tenha ideia sobre o risco representado pela substância ali contida. Lembrando que o diamante de HOMMEL não informa qual é a substância química, mais sim sua característica.

unesp IGCE RIO CLARO	<h2>RESÍDUO QUÍMICO</h2>
	Resíduo Principal:
	Resíduos Secundários:
	Laboratório:
Departamento:	
Nome do usuário:	

Figura 20: Etiqueta (Fonte: CEA – Comissão de Ética Ambiental).

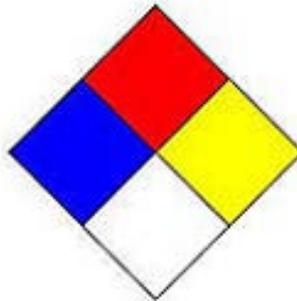


Figura 21: Diamante de HOMMEL ou Código NFPA (Fonte: CEA - Comissão de Ética Ambiental).

A figura 22 mostra um recipiente devidamente etiquetado pronto para sua coleta.



Figura 22: Recipiente etiquetado esperando recolhimento.

Todo o resíduo químico gerado na UNESP – Rio Claro, ou em qualquer outra instituição, empresa, entre outras, é de responsabilidade do gerador, no caso da UNESP – Rio Claro, o responsável pelo recolhimento dos resíduos de dentro dos laboratórios é a própria UNESP, tanto nos laboratórios do IGCE quanto nos Laboratórios do IB (Instituto de Biociências). Após o recolhimento nos laboratórios todos os resíduos químicos existentes são transferidos para outro laboratório, o Laboratório de Tratamento e Armazenagem de Resíduos Químicos.

5.2. Laboratório de Tratamento e Armazenagem de Resíduos Químicos (LTARQ)

Inaugurado em junho de 2003, o Laboratório de Tratamento e Armazenagem de Resíduos Químicos foi criado com o objetivo de solucionar o problema de tratamento e disposição final dos resíduos químicos do campus da UNESP – Rio Claro. Composto de um depósito criado especificamente para o armazenamento de resíduos químicos, onde é seguido um padrão e algumas exigências e especificações, como por exemplo, não haver janelas, não haver sistema elétrico como, por exemplo, interruptores e lâmpadas (figura 23), existência de extintores (figura 24), todo o piso em declive direcionado para o ralo (figura 25), caso haja um vazamento, e um sistema externo de segurança para o resíduo que vazar (figura 26), onde todo o resíduo que vaza pelo ralo fica retido em um compartimento de cimento e se mantém preso dentro desse compartimento devido à válvula que fica fechada, nesse próprio compartimento o resíduo é devidamente tratado, assim sendo aberta a válvula e o resíduo

sendo liberado para a caixa d'água que fica ligada a válvula em sua sequencia. Também possui um laboratório específico para o tratamento dos resíduos químicos, que possui materiais e aparelhagem para o tratamento dos resíduos antes de sua disposição final, infelizmente não foi possível a visita a parte do laboratório de tratamento, apenas ao depósito de armazenagem dos resíduos.



Figura 23: Teto do depósito sem sistema de iluminação.



Figura 24: Extintor no depósito de resíduos químico.



Figura 25: Ralo no centro do depósito de resíduos.



Figura 26: Sistema para a retenção de resíduo que possa vir a vazar do depósito.

Desde sua inauguração em 2003 o depósito passou por apenas três retiradas de seus resíduos, a última delas em Agosto/Setembro de 2009, foram coletados 6.794,30 kg, sendo o serviço feito por uma empresa (figura 27) contratada pela UNESP a qual retirou os resíduos armazenados nos depósitos e os transportou para suas dependências, para posterior tratamento final e incineração. Os resíduos coletados do laboratório englobam:

- Resíduos Líquidos, Solventes: ACETONITRILA, ACETONA, XILOL, ÉTERES, FORMALDEÍDO, ACETONA, ÁLCOOIS, SOLUÇÃO REVELADORA FOTOGRÁFICA E METANOL, CLOROFÓRMIO E FENÓIS;

- Resíduos Líquidos: SOLUÇÕES AQUOSAS CONTENDO EM MEIO ALCALINO CONTENDO SAIS DE MERCÚRIO, CHUMBO, PRATA, NÍQUEL, ÓSMIO, COBALTO, SOLUÇÕES AQUOSAS CONTAMINADAS COM BROMETO DE ETÍDIO, MERCÚRIO METÁLICO E DICLOROETANO.

- Resíduos Sólidos: PONTEIRAS DE MICROPIPETAS, VIDRARIA QUEBRADA, LUVAS DESCARTÁVEIS, GÉIS DE AGAROSE, ACRILAMIDA CONTAMINADOS COM BROMETO DE ETÍDIO, SAIS DIVERSOS (grande quantidade), FRASCOS DE VIDRO E PLÁSTICOS VAZIOS CONTAMINADOS COM PRODUTOS QUÍMICOS DIVERSOS, SAIS DE CRÔMIO, CHUMBO, NÍQUEL, COBALTO E ESTANHO;

- Resíduos Líquidos Corrosivos: ÁCIDO SULFÚRICO CONCENTRADO (grande quantidade), ÁCIDO SULFÚRICO CONCENTRADO CONTAMINADO COM CRÔMIO, MERCÚRIO (grande quantidade), ÁCIDO PERCLÓRICO, ÁCIDO CLORÍDRICO, ÁCIDO FOSFÓRICO, ANIDRIDO FOSFÓRICO, ÁCIDO PERIÓDICO, ÁCIDO ACÉTICO E ÁGUA DE BROMO.



Figura 27: Empresa responsável pela coleta dos resíduos químicos em 2009 (Fonte: MARCONATO, 2009).

Dois dos maiores problemas do Laboratório são a falta de técnicos para trabalhar e se responsabilizar pelo laboratório e a irregularidade das coletas feitas, tanto as coletas internas nos laboratórios existentes no campus, quanto às coletas dos resíduos no laboratório de armazenamento e tratamento feito por empresas contratadas.

A falta de um técnico responsável pelo laboratório é devido à falta de profissional habilitado para trabalhar com esse tipo de material, profissional que seja especializado na área química, e ao seu alto custo, pois a manutenção de uma pessoa que trabalha diretamente com resíduos perigosos que podem afetar diretamente a sua saúde e segurança é muito mais elevada do que uma pessoa responsável, por exemplo, por um laboratório que trabalhe apenas com resíduos não perigosos, como amostras de solo, entre outros. Devido ao fato de não existir um profissional responsável pelo setor de tratamento dos resíduos no laboratório, esse setor encontra-se fechado, os materiais e equipamentos, que possuem um alto valor comercial, no qual existiu um alto investimento para suas aquisições, encontram-se parados e sem uso, o que é um erro, pois educação, tecnologia, aprendizado, entre tantas outras coisas poderiam estar em desenvolvimento, em produção, mais estão estagnadas.

A irregularidade das coletas é outro grande problema. As coletas internas feitas pela própria UNESP, onde se deveriam coletar os resíduos dos laboratórios e encaminhar para o LTARQ, não são feitas com regularidade, e isso gera um problema já apontado anteriormente nesse estudo, os resíduos químicos ficam armazenados nos próprios laboratórios por meses e até anos, sendo isso muito perigoso, pois os laboratórios não possuem as devidas estruturas que um laboratório que armazena resíduos químicos tem que ter como já especificado anteriormente nos padrões, exigências e especificações do depósito de armazenamento do LTARQ.

Já as coletas externas, feitas somente para o LTARQ, quando se contrata uma empresa do ramo para a devida coleta e transporte do resíduo, também são feitas com muita irregularidade, como já dito anteriormente em 10 anos de laboratório apenas 3 coletas foram feitas, sendo a última há 5 anos atrás, o que gera um acúmulo muito grande de resíduos no depósito de armazenamento (figura 28), aumentando assim o risco de algum acidente e até mesmo havendo o armazenamento em lugares irregulares (figura 29) devido a falta de espaço, ocorrendo completamente o oposto do que se espera de uma universidade, onde o ensino e educação são destaque. Na visita realizada ao depósito, notou-se o acúmulo de vasilhames com resíduos no chão (figura 30), indicando a necessidade de uma nova coleta.



Figura 28: Acumulo de resíduos no depósito de armazenamento (Fonte: MARCONATO, 2009).



Figura 29: Resíduos armazenados em lugar irregular, céu aberto (Fonte: MARCONATO, 2009).



Figura 30: Acumulo de vasilhames com resíduos no chão do depósito de armazenamento.

A figura 31 mostra um resumo da utilidade do LTARQ para a UNESP – Rio Claro, onde os produtos químicos são comprados de fornecedores pela universidade, em seguida distribuídos para os laboratórios da universidade, tanto para os laboratórios do IB quanto para os do IGCE, conforme a necessidade, assim sendo utilizados pelos laboratórios que após esse uso geraram resíduos químicos, resíduos esses que são coletados e armazenados no LTARQ, para em sequência serem coletados por uma empresa externa a UNESP para o seu tratamento final e incineração.

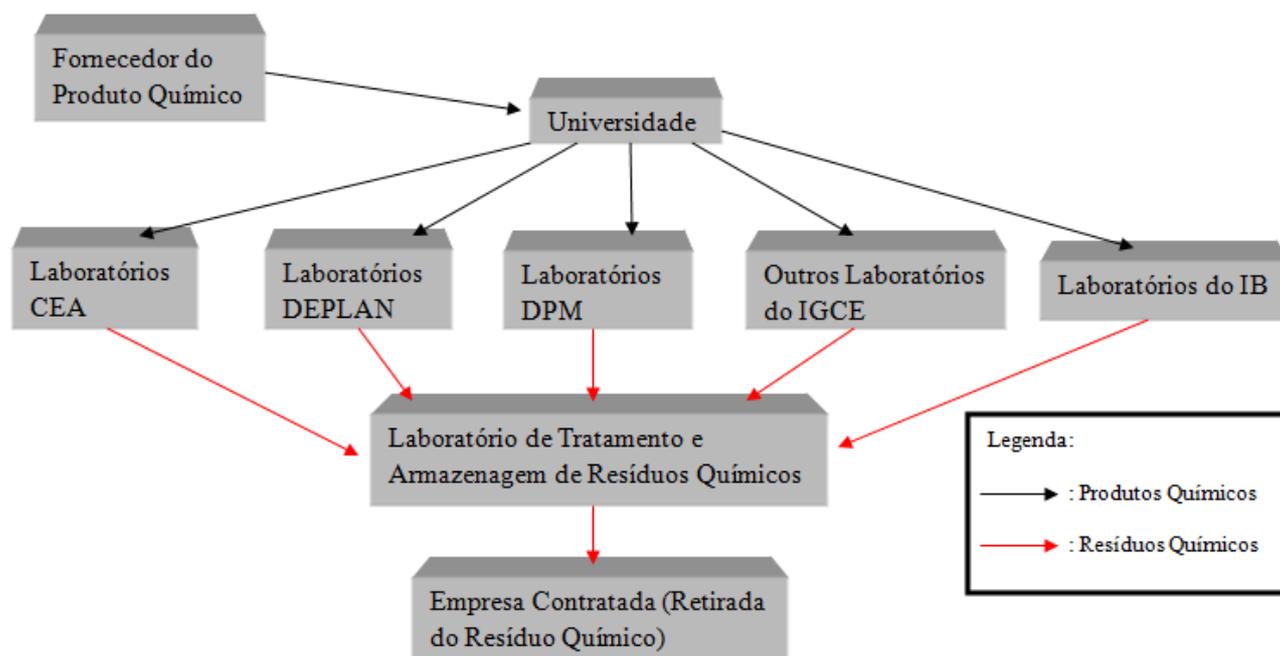


Figura 31: Ciclo do produto químico e seus respectivos resíduos dentro da UNESP.

Tendo em vista que a partir de fevereiro de 2004 a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), exige que todos os processos enviados para financiamento de pesquisa, que envolvam produção de resíduos químicos de qualquer natureza, tenham o aval da Comissão de Ética Ambiental da Instituição, foi criada na UNESP – Rio Claro a Comissão de Ética Ambiental. Desse modo, a Comissão Local de Resíduos passou a ser denominada Comissão de Ética Ambiental pela portaria da Comissão Supervisora do campus nº 006/2010 de 15/04/2010, que determina entre outras coisas:

- Que todos os projetos de pesquisa devem receber parecer da Comissão previamente ao envio para qualquer agência de fomento, inclusive aqueles submetidos on-line. O não cumprimento dessa obrigatoriedade implicará em possível exigência do parecer posteriormente à submissão do projeto, de forma a assegurar a correta gestão dos resíduos e a obtenção de recursos para o tratamento destes, quando isso se fizer necessário.

- De forma a facilitar o trâmite desses processos, foi elaborado um formulário (Procedimento para solicitação de parecer da CEA), que está disponibilizado em rede (intranet), no qual o responsável pelo projeto discriminará as informações sobre o uso de reagentes químicos, a destinação dos possíveis resíduos gerados, além de apresentar o resumo e a seção de materiais e métodos para que os itens anteriores possam ser adequadamente avaliados.

- Os planos de trabalho dos alunos de iniciação científica, TCC, mestrado, doutorado ou pós-doutorado, destinados ou não à obtenção de bolsas, encaminhados para a Comissão de Pós-Graduação, também deverão ser avaliados.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após a análise de todos os resultados obtidos com os estudos efetuados nos laboratórios, nota-se que algumas diretrizes básicas ainda não estão sendo atendidas, para tanto é necessário defini-las, diretrizes essas pautadas por normas nacionais vigentes e por experiência de organismos internacionais que devem ser seguidas pela comunidade.

Essas diretrizes deverão funcionar como um roteiro para que ações que tangem a Gestão dos Resíduos sejam minimamente realizadas:

- O não armazenamento dos resíduos nos laboratórios geradores, e sim a destinação ao LTARQ;
- Efetuar a etiquetagem dos recipientes contendo os resíduos químicos de acordo com as diretrizes do CEA;
- Elaborar uma rotina onde seja detectada a quantidade exata de resíduo gerado por laboratório;
- A não permissão de vencimentos de reagentes químicos e a sua reciclagem para economia de gastos e menor geração de resíduos;
- Sensibilizar a comunidade universitária sobre a importância do gerenciamento dos resíduos gerados;
- Divulgar informações sobre segurança no manuseio de substâncias químicas e sobre os riscos envolvidos em cada atividade;
- Elaborar uma rotina de procedimentos para segregação, tratamento e destinação de resíduos perigosos e não perigosos;
- Propor tratamento do resíduo na unidade, se essa for tecnicamente competente;
- Não aceitar doações de produtos químicos sem que haja previsão de consumo do bem doado em, no MÁXIMO, um ano. Além disso, as doações só poderão ser aceitas se houver um docente que se responsabilize por garantir sua destinação final, caso o produto não seja consumido no prazo previsto;
- Promover junto aos programas de pós-graduação uma campanha de responsabilização dos resíduos pelos alunos geradores;
- As Comissões Internas de Biossegurança (CIBio) e de Ética Ambiental (CEA) devem ter suas composições mescladas entre as diferentes áreas do conhecimento, respeitando a área de atuação da unidade, para que possam atuar como parceiras da coordenação do Programa de Gerenciamento de Resíduos;
- Cabem ao CEA, aos alunos, docentes, técnicos, funcionários da instituição, a todos os envolvidos a qualquer atividade de geração de resíduos químicos, a execução e verificação

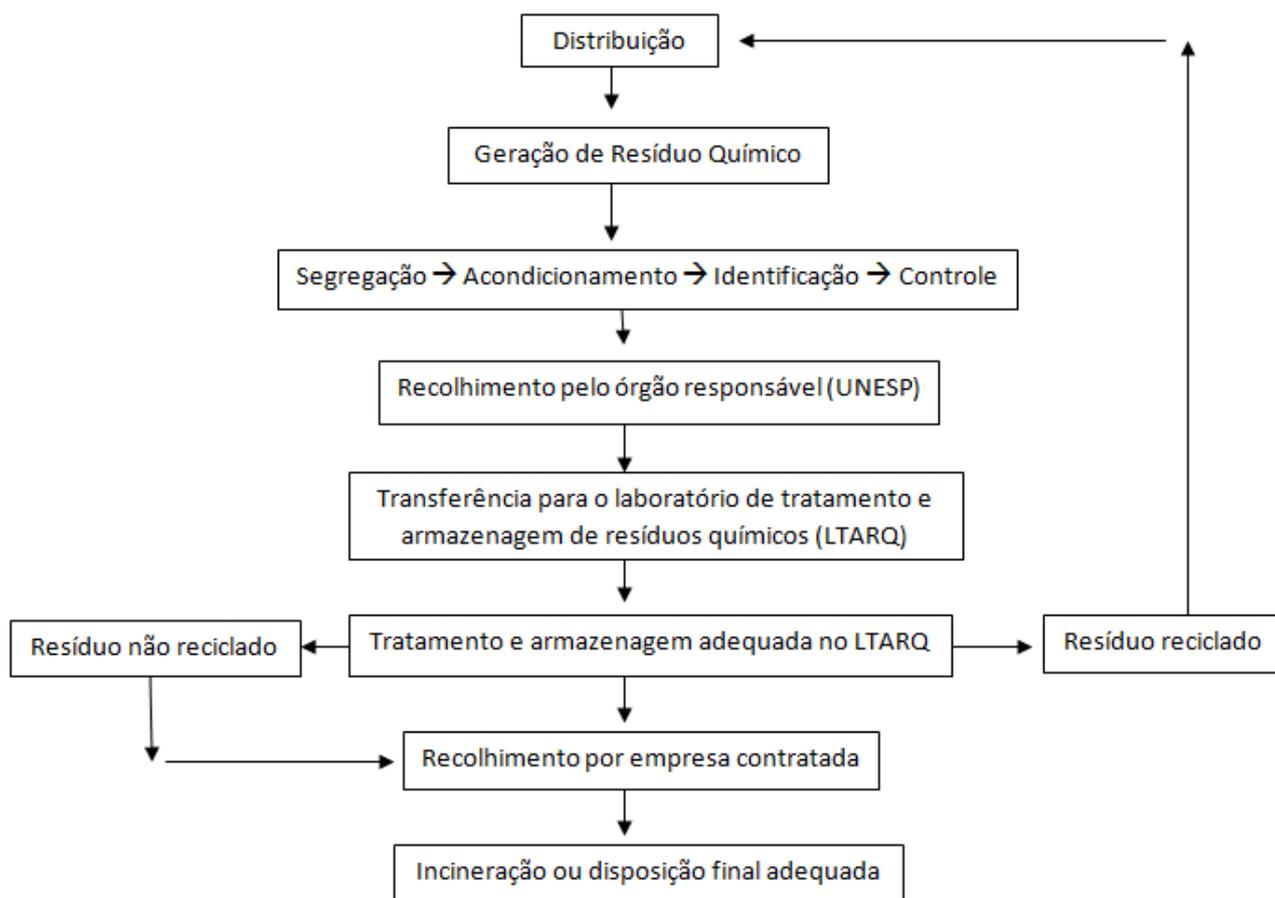
do cumprimento das diretrizes aqui descritas, que são de responsabilidade de todos e não somente de algumas partes.

Dentre as atividades sob a responsabilidade do presidente da CEA estão:

- Agendar reuniões periódicas na unidade para tratar assuntos relacionados à política de resíduos adotada pela mesma. Periodicidade sugerida: bimestral;
- Divulgar e orientar os usuários quanto aos procedimentos recomendados para identificação e manuseio seguro dos resíduos perigosos;
- Responsabilizar o representante de cada departamento na CEA pelo cumprimento das medidas instituídas no programa em seu departamento;
- Orientar quanto ao preenchimento do rótulo para os frascos de resíduos;
- Manter o LTARQ organizado, limpo e seguro;
- Garantir que as políticas adotadas para manuseio seguro de perfurocortantes sejam seguidas;
- Relacionar as dúvidas e problemas para serem discutidos nas reuniões ordinárias das CEA;
- Manter arquivadas as planilhas que contenham as informações sobre os resíduos enviados para o LTARQ, por um período mínimo de cinco anos, mesmo depois que os resíduos tenham sido destinados.

A existência de uma central de tratamento, armazenagem e destinação final de resíduos químicos gerados na UNESP – Rio Claro, o LTARQ, é parte fundamental nesta nova concepção de gerenciamento ambiental de resíduos. Além de executar as atividades precípuas para as quais está sendo projetada, ressalta-se ainda a previsão de um alcance social de grande magnitude para ações oriundas de desdobramentos naturais de ações futuras, nas áreas de ensino, extensão e pesquisa. Por isso o LTARQ é de fundamental importância na questão de resíduos químicos dentro da UNESP – Rio Claro, e é de suma importância seu pleno funcionamento.

O fluxograma a seguir sugere um possível caminho para os resíduos químicos dentro da universidade:



Como podemos notar no fluxograma a seguir a responsabilidade da destinação adequada dos resíduos químicos é de todos os envolvidos e não somente de algumas partes.

Docentes, técnicos e alunos no ato da geração em seus laboratórios são os responsáveis pela correta segregação, acondicionamento, identificação e o controle dos resíduos. Em sequência funcionários da própria UNESP são os responsáveis pelo recolhimento e transferência dos resíduos para o LTARQ.

No LTARQ técnicos, professores e alunos são designados para controlar e manter em perfeito funcionamento tanto o depósito de armazenagem quanto o laboratório de tratamento do LTARQ. Finalmente a UNESP é responsável pela contratação de uma empresa terceirizada que será a responsável pelo correto recolhimento dos resíduos para fora da UNESP e sua disposição final e incineração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, J.C.; et al. **Gerenciamento de resíduos laboratoriais**: recuperação de elementos e preparo para descarte final. Rio de Janeiro, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Manejo e descarte de resíduos laboratoriais**: recomendações do correto destino de resíduos de laboratórios analíticos. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 10004. **Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BENDASSOLI, J.A. Normas e procedimentos para a implementação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos. Piracicaba, SP: Cena, USP.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **RDC 306 de 7 de Dezembro de 2004**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

CUNHA, C.J. O programa de gerenciamento de resíduos laboratoriais do Departamento de Química da UFPR. Química Nova, São Paulo. 2001.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Aurélio século XXI**: o dicionário da língua portuguesa. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2009, p. 2128.

FIGUEIREDO, P. J. M. **A sociedade do lixo, os resíduos, a questão energética e a crise ambiental**. 2. ed. Piracicaba: UNIMEP, 1995.

GERBASE A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO P. F. L.; FERREIRA V. F.; Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 28; n°. 1; p3; 2005.

JARDIM, W.F. As indústrias químicas e a preservação ambiental. **Revista de Química Industrial**. Campinas, 1993.

MARCONATO. **Laboratório de tratamento e armazenamento de resíduos – LTARQ: Retirada de Resíduos**. UNESP Campus de Rio Claro - SP, 2009.

POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em 07 de Outubro de 2012.

POLPRASERT, C. et al. Hazardous waste generation and processing. **Resoucers, conservation and recycling**, v. 16, p. 213-226, Apr. 1996.

ROCCA, A.C.C. *et. al.* **Resíduos sólidos industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.

SALVADOR, N. N. B. *et al.* (2006). Proposta de norma para o manejo de resíduos químicos em uma universidade. **Proceedings XII SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, APRH/ABES, Figueira da Foz, Portugal.

SASSIOTO, M. L. P. Manejo de Resíduos de Laboratórios Químicos em Universidades – Estudo de Caso do Departamento de Química da UFSCAR. São Carlos, 2005.

TAKADA A. C. S., **O plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde e o direito do trabalhador Brasília**, 2003 p. 12.

TAVARES, G. A.; BENDASSOLLIJ. A.; Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no cna/USP, **Química Nova**, v. 28; Nº. 4; p 732-738; 2005)

VENTURA *et. al.* K, S.; REIS L. F. R.,; TAKAYANAGUI A. M. M.; Avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde por meio de indicadores de desempenho Eng. **Sanit. Ambient.** v.15; nº.2; junho. 2010.

ANEXO

