



**ANA PAULA CARDOSO KAWABE DE LIMA**

**ANÁLISE DE RESÍDUOS QUÍMICOS  
COMO SUBSÍDIO PARA IMPLEMENTAÇÃO  
DE UM PROGRAMA DE GERENCIAMENTO  
NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS**

**LAVRAS-MG**

**2010**

**ANA PAULA CARDOSO KAWABE DE LIMA**

**ANÁLISE DE RESÍDUOS QUÍMICOS COMO SUBSÍDIO  
PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE  
GERENCIAMENTO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Química, área de concentração em Agroquímica, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Profa. Dra. Zuy Maria Magriotis

Coorientadora

Profa. Dra. Adelir Aparecida Saczk

**LAVRAS-MG**

**2010**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Lima, Ana Paula Cardoso Kawabe de.

Análise de resíduos químicos como subsídio para  
implementação de um programa de gerenciamento na Universidade  
Federal de Lavras / Ana Paula Cardoso Kawabe de Lima. – Lavras :  
UFLA, 2011.

121 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Zuy Maria Magriotis.

Bibliografia.

1. Quimiometria. 2. Meio ambiente. 3. Tratamento de resíduos.  
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 363.728

**ANA PAULA CARDOSO KAWABE DE LIMA**

**ANÁLISE DE RESÍDUOS QUÍMICOS COMO SUBSÍDIO  
PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE  
GERENCIAMENTO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Química, área de concentração em Agroquímica, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 26 de fevereiro de 2010

Dr. Mateus Puggina de Freitas UFLA

Dr. Elias Rodrigues UFLA

Profa. Dra. Zuy Maria Magriotis  
Orientadora

**LAVRAS-MG**

**2010**

*A Deus, em Sua Santidade trina,  
Aos meus pais e ao meu marido,  
Aos amigos,  
E todos os que contribuíram para a realização deste trabalho;*

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, meu Criador e Redentor, que me susteve em todos os momentos de desânimo e provação, me fortaleceu, e me auxiliou em mais esta etapa.

A meus pais Romero e Heliane, que sempre me apoiaram; fontes de incentivos e força nas batalhas da vida.

A meu marido, Alex, que esteve presente desde o começo, não deixou-me desistir, lutou para a conclusão deste projeto e trabalhou para que meus esforços não fossem em vão. Ao nosso pequeno Gabriel que veio para alegrar nossas vidas.

Ao apoio da PROPLAG da UFLA, que abraçou a ideia da implementação deste projeto desafiador.

A minha Orientadora Dra. Zuy Maria Magriotis, pela paciência, dedicação e contribuições essenciais a esse trabalho.

A professora Dra. Adelir Aparecida Saczk e aos professores Teodorico de Castro Ramalho e Mateus Puggina, pelas contribuições oferecidas.

Aos professores, técnicos e funcionários da UFLA que dispuseram seu tempo, contribuindo para obtenção dos dados deste trabalho.

Aos alunos de graduação que colaboraram na coleta de dados; Nadiene, Carina, Felipe, Robson, Thallis, André, Juliana, Bianca, Letícia, Larissa e Stefane.

Aos amigos, que ajudaram-me oferecendo apoio, contribuições ao trabalho, disponibilizando o espaço de suas, bem como a confiança e acima de tudo, sua amizade: Wilson, Ellen, Alex, Magda, Samuel, Estér, Elide, Eline, João, Márcia, Carol, Débora.

Aos ex-colegas de trabalho da FADMINAS: Geraldo, Elizama, Márcio, Leticia, Karina, Alenir, Samuel, Estér, Paulinho.

Aos meus ex-alunos da FADMINAS, que compartilharam de grandes momentos desta conquista.

Aos irmãos da IASD de Borda da Mata e FADMINAS, que sempre oraram por mim.

“A perfeição existe tanto nas menores como nas maiores obras de Deus. A mão que sustém os mundos no espaço é a que modela as flores do campo. Examinando ao microscópio as menores e mais comuns das flores que ficam ao lado do caminho, podemos notar em todas as suas partes delicada beleza e perfeição. Da mesma maneira, a verdadeira excelência pode ser encontrada na menor atividade...

...a águia dos Alpes é algumas vezes derrubada pelas tempestades nos estreitos desfiladeiros das montanhas. A essa poderosa ave das florestas rodeiam nuvens tempestuosas, cujas negras massas as separam dos cumes batidos de sol em que ela estabeleceu o lar. Parecem infrutíferos os seus esforços para escapar. Bate aqui e lá, açoitando o ar com as fortes asas, e despertando, com seus guinchos, ecos nas montanhas. Finalmente com uma nota de triunfo, arremessa-se para cima e, cortando as nuvens, de novo se acha na clara luz solar, com a escuridão e tempestade muito abaixo. Igualmente podemos nos achar rodeados de dificuldades, desânimo e trevas. Cercam-nos calamidades, falsidades e injustiças. Há nuvens que não podemos dissipar. Batemo-nos em vão com as circunstâncias. Há um meio de salvamento, e apenas um. Cerração e neblina cercam a Terra; para além das nuvens resplandece a luz de Deus. Para a luz de Sua presença podemos ascender com as asas da fé.”

Ellen G. White- Educação

## RESUMO

Atualmente a preocupação com o meio ambiente, tem despertado interesse no futuro do planeta Terra. A grande quantidade de resíduos sólidos gerados, rios poluídos, comprometimento da fauna e da flora fizeram o homem perceber a necessidade de novas tecnologias para minimizar ou reverter os impactos ambientais causados até o momento. Com o presente trabalho visou-se fazer o levantamento da questão da gestão de resíduos, abrangendo todos os departamentos da Universidade Federal de Lavras. Com o intuito de reciclar, reduzir e reaproveitar os resíduos produzidos. A primeira etapa do projeto foi a pesquisa bibliográfica, analisando projetos existentes e sua funcionalidade. Posteriormente, foi feita a coleta de dados nos departamentos da Universidade identificando as fontes geradoras e os resíduos gerados. Os resíduos foram quantificados. Foram elaboradas planilhas por laboratório e por departamento criando-se um banco de dados dos resíduos gerados mensalmente. Os laboratórios pesquisados para tal fim foram laboratórios de ensino, pesquisa e prestação de serviço de todos os departamentos da UFLA. Os resíduos líquidos passivos da UFLA corresponderam a 2.438,72 L, sendo sua maior porcentagem orgânicos. Os resíduos sólidos passivos da UFLA corresponderam a 961,53 kg, sendo sua maior porcentagem, inorgânicos. Os resíduos passivos são em sua maioria reagentes vencidos, o que mostra um planejamento de compra de reagentes ineficiente. Os resíduos ativos sólidos corresponderam a 142,53 kg/mês, sendo em sua maioria reagentes orgânicos gerados por laboratórios de pesquisa. Os resíduos ativos líquidos corresponderam a 22.853,22 L/mês, sendo em sua maioria reagentes orgânicos gerados por laboratórios de pesquisa. Com tal projeto foi possível verificar a quantidade de produtos gerados que até o presente momento foram descartados de forma inadequada,

a quantidade de reagentes adquiridos de forma excessiva, o desconhecimento técnico-científico, a infraestrutura inapropriada, mas com a possibilidade de reversão do quadro apresentado.

Palavras-chave: Resíduos Químicos. Gerenciamento. Ambiente.

## ABSTRACT

Currently, the concern for the environment, has attracted attention in the future of planet Earth. The large amount of solid waste, polluted rivers, damaging of fauna and flora did the man realize the need for new technologies to minimize or reverse the environmental impacts so far. This work aims at the management of waste, covering all departments of the Federal University of Lavras. In order to recycle, reduce and reuse waste. The first stage of the project was a literature search, reviewing existing projects and their functionality. Later on, we collect data in the departments of the University identifying the sources and the waste generated. The residues were quantified. Sheets were prepared by the laboratory department and creating a database of waste generated monthly. The laboratories surveyed for this purpose have been teaching laboratories, research and service delivery of all departments of UFLA. The liquid waste liabilities of UFLA corresponded to 2,438.72 L, and its largest percentage, organic. Solid waste liabilities of UFLA corresponded to 961.53 kilograms, and its largest percentage of inorganic waste liabilities are mostly due reagents, that shows a plan for the purchase of reagents inefficient. The solid waste assets corresponded to 142.53 kilograms per month, which is mainly organic reagents generated by research laboratories. The waste liquid assets represented 22,853.22 L / month, which is mainly organic reagents generated by research laboratories. With such a project was possible to verify the amount of products that generated so far been disposed of improperly, the amount of reagents acquired in an excessive, the lack of technical and scientific infrastructure inappropriate, but with the possibility of reversal of the table.

Keywords: Chemistry waste. Management. Environmental.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Questionário para preenchimento dos dados em cada laboratório.....	30
Figura 2	Tabela para preenchimento dos resíduos gerados em cada laboratório da UFLA a) resíduos passivos, b) resíduos ativos de laboratório de ensino, c) resíduo ativo dos laboratórios de pesquisa.....	31
Figura 3	Rótulo utilizado para envio de resíduos à UGR da UFLA.....	32
Gráfico 1	Quantidades percentuais dos resíduos líquidos passivos por departamento da UFLA.....	34
Gráfico 2	Percentual dos tipos de resíduos ativos líquidos.....	34
Gráfico 3	Quantidades percentuais dos resíduos sólidos passivos por departamento da UFLA.....	35
Gráfico 4	Percentual dos tipos de resíduos sólidos passivos.....	36
Gráfico 5	Quantidades percentuais dos resíduos sólidos ativos por departamento da UFLA.....	38
Gráfico 6	Percentual dos tipos de resíduos sólidos ativos.....	38
Gráfico 7	Quantidades percentuais dos resíduos sólidos ativos por departamento da UFLA, excluindo-se DMV e DAG.....	39
Gráfico 8	Percentual dos tipos de resíduos sólidos ativos, excluindo-se DMV e DAG.....	40

Gráfico 9	Percentual dos tipos de laboratórios geradores de resíduos sólidos ativos, excluindo-se DMV e DAG.....	40
Gráfico 10	Quantidades percentuais dos resíduos líquidos ativos por departamento da UFLA.....	42
Gráfico 11	Percentual dos tipos de resíduos líquidos ativos.....	43
Gráfico 12	Percentual dos tipos de laboratórios geradores de resíduos líquidos ativos.....	43
Gráfico 13	Loadings dos dados laboratoriais dos resíduos sólidos passivos da UFLA, obtido pelo programa Pirouette 4.1. a) scores, b) Loadings.....	49
Gráfico 14	Dados laboratoriais dos Resíduos Passivos Líquidos Gerados nos Departamentos da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1 a) scores b) loadings.....	51
Gráfico 15	Dados laboratoriais dos Resíduos Passivos Líquidos Gerados nos Departamentos da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, excluindo-se os laboratórios: DCA GERAL, DMV GERAL, DBI GERAL, DAG PQ CAFEIC, DCF GERAL a) scores b) loadings.....	53
Gráfico 16	Dados laboratoriais dos Resíduos Passivos Líquidos Gerados nos Departamentos da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, excluindo-se os laboratórios: DCA, DMV, DAG, DBI, DQI, DFP GERAIS; DAG PQ CAFEIC, DCF GERAL, DAG PQ HORTA, DCF PQ SEM. FLOREST., DEG PQ HIDRAULICA, DAG PQ CULT. TEC., DCS PQ MICROB.a) scores b) loadings.....	55

Gráfico 17	Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos Sólidos Gerados nos Departamentos da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings.....	57
Gráfico 18	Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Química da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings.....	59
Gráfico 19	Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Química da UFLA, omitindo-se os dados dos laboratórios DQI ES QGR e DQI PS FERTEC, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings.....	61
Gráfico 20	Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Biologia da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings.....	63
Gráfico 21	Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Biologia da UFLA, omitindo-se os dados dos os laboratórios DBI PQ CITOGENETICA e DBI TEC E PLANTAS, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings.....	65
Gráfico 22	Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Medicina Veterinária da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings.....	67

Gráfico 23	Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Medicina Veterinária da UFLA, omitindo-se os dados dos os laboratórios Dmv Pq Hosp, Dmv Es Anato, Dmv Pq Virol., Dmv Es Nutrição, Dmv Pq Bacter., obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings.....	69
Gráfico 24	Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Agricultura da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings.....	71
Gráfico 25	Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Ciência dos Alimentos da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings.....	73
Gráfico 26	Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Entomologia, Ciência dos Solos, Fitopatologia, Engenharia, Ciências Florestais da UFLA e Zootecnia, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings.....	74
Gráfico 27	Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos DEN, DCS, DFP, DCS, DZO da UFLA, omitindo-se os dados dos laboratórios DCS Geologia, DCS PQ Geoquim., DFP PQ Epidemiologia, DCF Anato. Mad., DCS PQ Microb., DFP PQ Viro E Bio. Molec., DEN Pragas E Inset., DCS PQ Nutri. Min. e Plantas, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings.....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Instrução para preenchimento do Diagrama de Hommel.....	26
Tabela 2	Percentual de resíduos ativos sólidos dos departamentos da UFLA, excluindo o DAG e o DMV-UFLA-2008/2009.....	41
Tabela 3	Percentual de resíduos ativos líquidos dos departamentos da UFLA- UFLA- 2008/2009.....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>Abreviatura</b>	<b>Significado</b>
Anal. Senso.	Laboratório de Análise Sensorial
Anat. Veg.	Laboratório de Anatomia Vegetal
Anato.	Laboratório de Anatomia
Anato. Mad.	Laboratório de Anatomia da Madeira
Aves e Moluc.	Laboratório de Aves e Moluscos
Bact.	Laboratório de Bacteriologia
Bio. Inset.	Laboratório de Biologia dos Insetos
Bio. Molec.	Laboratório de Biologia Molecular
Biodv.	Laboratório de Biodiversidade
Biq. Nutric.	Laboratório de Bioquímica Nutricional
Cafeic.	Laboratório de Cafeicultura
Carne Pesc.	Laboratório de Carne e Pescado
	Laboratório: Central de Biologia
Central Bio. Molec.	Molecular
Citohist.	Laboratório de Citohistologia
Citol.	Laboratório de Citologia
Clin. Sanit.	Laboratório da Clínica Sanitária
Conserv. alç e Solo	Laboratório de Conservação de Água e Solo
Cont. Bio.	Laboratório de Controle Biológico
Cult. Tec.	Laboratório de Cultura de Tecidos
Eco.	Laboratório de Ecologia
Eco. Fungo Pato.	Laboratório de Ecologia de Fungos e
Florest.	Patologia Florestal
Energ. Mad.	Laboratório de Energia da Madeira

	Laboratório de Engenharia
Eng. Microest. Ali.	Microestrutural dos Alimentos
Ferm. Cogumelos	Laboratório de Fermentação e de Cogumelos
Fert. E Calc.	Laboratório de Fertilizantes e Calcário
Fis. Solo.	Laboratório de Física do Solo
Fisio. Veg.	Laboratório de Fisiologia Vegetal
Fisio/Fármaco	Laboratório de Fisiologia e Farmacologia
Genet. Melhoram.	Laboratório de Genética e Melhoramento
Florest.	Florestal
Genet. Molec.	Laboratório de Genética Molecular
Geoquim.	Laboratório de Geoquímica
Graos Raiz tub.	Laboratório de Graos, Raizes e Tubérculos
Hosp.	Laboratório: Hospital Veterinário
M. Eletron.	Laboratório de Microscopia Eletrônica
Mat. Org.	Laboratório de Matéria Orgânica
Melhor. Gen.	Laboratório de Melhoramento Genético
Melhor. Plantas e Genet.	Laboratório de Melhoramento de Plantas e Genética
Metab. Plantas	Laboratório de Metabolismo e Plantas
Microb.	Laboratório de Microbiologia
Nutr. Mín. Plant.	Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas
Nutri. E Metab.	Laboratório de Nutrição e Metabolismo
Parasito.	Laboratório de Parasitologia
Pato. Sementes	Laboratório de Patologia de Sementes
Pato/Necro	Laboratório de Patologia e Necropsia

Pragas e Inset.	Laboratório de Pragas e Insetos
Prod. Nat.	Laboratório de Produtos Naturais
Reprod.	Laboratório de Reprodução
Sem. Florest.	Laboratório de Sementes Florestais
Tec. e Plantas	Laboratório de Tecidos e Plantas
	Laboratório de Virologia e Biologia
Viro. E Bio. Molec.	Molecular
Viol.	Laboratório de Virologia
Zool.	Laboratório de Zoologia
Zootc	Laboratório de Zootecnia

## LISTAS DE SIGLAS

<b>Abreviatura/ siglas</b>	<b>Significado</b>
ABIQUQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIQ	Laboratório de Bioquímica
CAPQ	Laboratório Central de Análise e Prospecção Química
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
DAG	Departamento de Agricultura
DBI	Departamento de Biologia
DCA	Departamento de Ciência dos Alimentos
DCF	Departamento de Ciências Florestais
DCS	Departamento de Ciência dos Solos
DEG	Departamento de Engenharia
DEN	Departamento de Entomologia
DFP	Departamento de Fitopatologia
DMV	Departamento de Medicina Veterinária
DQ/UFPR	Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná
DQI	Departamento de Química
DZO	Departamento de Zootecnia
ENSEQUI	Encontro Nacional de Segurança em Química
ES	Laboratório de Ensino
ESAL	Escola Superior de Agricultura de Lavras

ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
FUNDACE-USP	Fundação para Pesquisa e Desenvolvimento da Administração, Contabilidade e Economia Ribeirão Preto
FURB	Universidade Regional de Blumenau
HFI	Resíduos de Herbicidas, Fungicidas e Inseticidas
ICS	International Chemometrics Society
ICTR	Instituto de Ciências e Tecnologia em Resíduos Sólidos
IMP	Resíduos Inorgânicos com Metais Pesados
INO	Resíduos Inorgânicos
IQ/UERJ	Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
IQ/UFRGS	Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
IQ/USP	Instituto de Química da Universidade de São Paulo
IQSC/USP	Instituto de Química da Universidade de São Paulo do Campus São Carlos
NPLS	N-way Partial Least Squares
OCL	Resíduos Orgânicos clorados/bromados
OCL e INO	Resíduos Orgânicos clorados/bromados com resíduos Inorgânicos
OMP	Resíduos Orgânicos com Metais Pesados
OPU	Laboratório de Operações Unitárias
ORG	Resíduos Orgânicos

ORG e IMP	Resíduos Orgânicos com Resíduos Inorgânicos com Metais Pesados
ORG e INO	Resíduos Orgânicos com Resíduos Inorgânicos
PARAFAC	Parallel Factor Analysis
PCA	Principal Component Analysis
PCR	Principal Component Regression
	Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos – Centro de Energia Nuclear na Agricultura
PGRQ – CENA	
PLS	Partial Least Squares
PQ	Laboratório de Pesquisas
OS	Laboratório de Prestação de Serviços
QANAL	Laboratório de Química Analítica
QSAR	Quantitative structure-activity relationship
UCB	Universidade Católica de Brasília
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UGR	Unidade de Gerenciamento de Resíduos
UNICAMP	Universidade de Campinas
UNIVATES	Centro Universitário Univates
	Universidade Regional Integrada do Alto
URI	Urugui e das Missões
	United State Environmental Protection Agency
USEPA	

## **LISTAS DE SÍMBOLOS**

?

Resíduos Desconhecidos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>Formas de Tratamentos a serem adotadas</b>	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b>Sistemáticas na Gestão de Resíduos Químicos</b>	<b>13</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Abordagens em Indústrias</b>	<b>13</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Abordagens em Universidades</b>	<b>16</b>
<b>3.2.2.1</b>	<b>Universidades Envolvidas em processo de Tratamentos de Resíduos</b>	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Classificação de Resíduos Químicos</b>	<b>21</b>
<b>3.3.1</b>	<b>de acordo com a Origem</b>	<b>21</b>
<b>3.3.2</b>	<b>de acordo com a Natureza</b>	<b>22</b>
<b>3.3.3</b>	<b>de acordo com a Classe</b>	<b>22</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Resíduos Químicos Ativos e Passivos</b>	<b>22</b>
<b>3.3.4.1</b>	<b>Ativos</b>	<b>22</b>
<b>3.3.4.1</b>	<b>Passivos</b>	<b>23</b>
<b>3.4</b>	<b>Segregação de Resíduos Químicos</b>	<b>24</b>
<b>3.5</b>	<b>Rotulagem de Frascos</b>	<b>25</b>
<b>3.6</b>	<b>Quimiometria no Programa de Gerenciamento de Resíduos</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>Resíduos Passivos</b>	<b>33</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Resíduos Líquidos</b>	<b>33</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Resíduos Sólidos</b>	<b>35</b>
<b>5.1.3</b>	<b>Discussão dos Resíduos Passivos</b>	<b>36</b>
<b>5.2</b>	<b>Resíduos Sólidos Ativos</b>	<b>37</b>
<b>5.3</b>	<b>Resíduos Líquidos Ativos</b>	<b>42</b>

<b>5.4</b>	<b>Tratamento dos dados por Quimiometria</b>	47
<b>5.4.1</b>	<b>Resíduos Sólidos Passivos</b>	47
<b>5.4.2</b>	<b>Resíduos Líquidos Passivos</b>	50
<b>5.4.3</b>	<b>Resíduos Sólidos Ativos</b>	56
<b>5.4.4</b>	<b>Resíduos Líquidos Ativos</b>	57
<b>5.4.4.1</b>	<b>DQI</b>	58
<b>5.4.4.2</b>	<b>DBI</b>	62
<b>5.4.4.3</b>	<b>DMV</b>	66
<b>5.4.4.4</b>	<b>DAG</b>	70
<b>5.4.4.5</b>	<b>DCA</b>	72
<b>5.4.4.6</b>	<b>DEN, DCS, DFP, DEG, DZO</b>	74
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	78
	<b>REFERÊNCIAS</b>	80
	<b>ANEXOS</b>	86

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a época da Revolução Industrial houve um crescimento econômico neste setor. Hoje sentimos as consequências deste crescimento com os problemas ambientais resultante do descarte de resíduos no ambiente, de forma inadequada.

De acordo com a Constituição Federal, Art. 225, do Meio Ambiente:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a 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 (BRASIL, 1988).

A grande preocupação até a década de 90 era com os resíduos gerados pelas indústrias. Hoje, as Universidades também estão sendo caracterizadas como poluidoras ambientais.

A educação ambiental é um instrumento fundamental na sensibilização da comunidade para qualquer trabalho ou projeto voltado para o meio ambiente, de acordo com Matos (1998) é a avaliação, percepção e conscientização ecológica de uma população ou comunidade.

A geração de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa no Brasil teve início na década de 90, e até o presente momento foi um assunto pouco discutido. Em grande parte, isso se deve ao fato da ausência de um órgão fiscalizador. Para solucionar o problema ambiental de resíduos, são necessárias a conscientização ambiental e a tentativa de solucionar o problema da fonte geradora. Para isso é necessário fiscalização para que ocorra cumprimento da lei, e haja educação ambiental, ações ambientalistas e apoio das autoridades administrativas para a criação de políticas ambientais adequadas (AFONSO et al., 2003).

O Brasil não possui uma política nacional de resíduo sólido, o que dificulta as ações da Implementação de um sistema de Gerenciamento de resíduos (JARDIM, 1998). A Política nacional de resíduos sólidos foi tema da 4ª Conferência Anual do Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos Sólidos (ICTR). Pesquisadores e especialistas se reuniram para discutir sobre políticas públicas, meio ambiente, educação ambiental, novas tecnologias no tratamento de resíduos e suas inter-relações com a saúde da população (COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - CNEN, 2009).

Devido ao grande e variado volume de resíduos gerados nestes 100 anos de existência da UFLA e os impactos ambientais causados até o presente momento, a implantação de um processo de gerenciamento e aproveitamento ou descartes de resíduos é fator de suma importância. No ano de 2008 a Universidade comemorou 100 anos de existência e também o processo de implantação de um sistema de gerenciamento e tratamento de resíduos. Em 2009 houve a inauguração do Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos (LGRQ), e a realização de cursos de Treinamento dos técnicos de laboratório da Universidade<sup>1</sup>.

Atualmente a grande preocupação com a saúde do Planeta vem sendo alvo de discussões. Metas são desenvolvidas para despoluição do mesmo. Assim, as Universidades não podem mais ignorar seu papel de formadores de cidadãos conscientes e continuar despreocupadas com a poluição ambiental por elas causada, necessitam implementação de programas de gestão de resíduos, dando exemplo para a sociedade, promovendo educação ambiental e garantindo a qualidade de vida das próximas gerações.

---

<sup>1</sup> A Escola Agrícola de Lavras foi fundada em 1908, pelo Instituto Gammon. Transformou-se em Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) em 1938 e em 1994 Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Quanto à questão de resíduos químicos de um modo geral, as maiores geradoras são as indústrias, em termos de periculosidade e volume. O estado brasileiro que mais contribui para a geração destes resíduos é o Estado de São Paulo, devido à grande concentração e diversidade de indústrias. Segundo Tavares e Bendassolli (2004), apenas 22% dos cerca de 2,9 milhões de toneladas de resíduos industriais perigosos gerados anualmente no país recebem tratamento adequado. Mas é importante lembrar que 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 (ASBROOK; REINHARDT, 1985). Essa constatação tem levado a efeito que a questão do gerenciamento de resíduos químicos, frutos de atividades de ensino e pesquisa, seja um tema de pesquisas e discussões que vem cada vez mais ocupando espaço no meio acadêmico brasileiro, motivado também pelo importante papel que as instituições de ensino e pesquisa exercem na formação de recursos humanos acostumados às práticas de gestão ambiental (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2003; AMARAL et al., 2001; CUNHA, 2001).

A Lei 6.938 de 31 de agosto de 1.981 que trata da Política Nacional do Meio Ambiente estabelece que aquele que gera um resíduo é responsável pelo mesmo, em caso de dano ao meio ambiente o órgão poluidor é penalizado desde que haja ligação entre a causa, o efeito e a atividade desenvolvida pelo mesmo. Em suma, um resíduo poluidor, mesmo que em concentrações que respeitem os limites estabelecidos pela legislação vigente, poderá causar um dano ambiental e sujeitar o causador do dano ao pagamento de uma indenização, ou também, um dano indireto, desde que

seja provada sua relação com uma dada instituição, a mesma será responsabilizada (MACHADO, 2002).

As universidades não podem adotar uma postura de incoerência quanto à questão de resíduos produzidos. O gerenciamento dos mesmos nas universidades é um dever para com a sociedade. Desta forma, o presente trabalho visa realizar um inventário de resíduos químicos sólidos e líquidos como subsídio para a implementação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos na Universidade Federal de Lavras, em que os resíduos podem ser identificados e classificados, para então serem tratados, recuperados e encaminhados ao descarte final, quando não houver formas de reaproveitamento.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Realizar um inventário de resíduos químicos sólidos e líquidos como subsídio para a implementação de um Programa de Gerenciamento de resíduos Químicos.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos consistiram em:

- Fazer um levantamento técnico dos resíduos gerados nos laboratórios dos departamentos da UFLA;
- Identificar, classificar e sistematizar as informações sobre os resíduos gerados na UFLA, identificando a fonte geradora, o tipo de resíduo gerado, o tipo de laboratório gerador e a quantidade de resíduo gerado.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

A conscientização sobre o impacto ambiental causado pela geração de resíduos e sua disposição final vem crescendo desde as últimas décadas, visto que grande parte desses resíduos é lançada na natureza sem qualquer tratamento prévio. A implantação de sistemas de tratamento de resíduos vem sendo um meio estudado para minimização dos impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes da geração e disposição de resíduos (NOLASCO; TAVARES; BENDASSOLLI, 2006).

Segundo a United States Environmental Protection Agency - USEPA (2004), a preocupação ambiental teve início nos Estados Unidos da América, onde foram expostos os problemas ambientais causados pelos resíduos gerados em Universidades com fins de pesquisa científica ou prestação de serviço. Pois estas, apesar da pequena quantidade de resíduos gerados, obtinham grande variedade dos mesmos.

Até as décadas de 60 e 70, o grande foco de produção de resíduos eram as indústrias. Hoje, porém, tem-se como fonte geradora de resíduos além das indústrias, as Universidades, os Hospitais, veículos automotivos com emissão de produtos gasosos, ambientes urbanos com a produção de resíduos domésticos. A primeira medida tomada foi passar da diluição e descarte em pias, para a disposição em aterros industriais. Mas, o custo de transporte e as regulamentações quanto a disposição dos resíduos ficaram mais restritivos, obrigando assim, as fontes geradoras à implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos (NOLASCO; TAVARES; BENDASSOLLI, 2006).

Até meados das décadas de 70, não era tão preocupante a geração de resíduos sólidos. Mas atualmente, Schalch e Valdir (2000) justificam a implantação de sistemas de tratamento de resíduos como forma de prevenção

futura. A política de prevenção dos impactos causados pelos efluentes e despejos inclui a redução, reutilização e reciclagem, além de tratamento e disposição adequada.

Algumas práticas adotadas foram: minimizar produção, segregar para facilitar o tratamento, reciclar, reutilizar e, quando estas medidas não forem suficientes, levar à disposição final em aterros ou incineradores (THOMPSON; BAKAL, 2005).

Em 1993, a reunião da Associação Internacional das Universidades, realizada em Kyoto, contou com 650 membros para discutir e rever os avanços na implementação das ações propostas na Agenda 21, que é um programa de ação, baseado num documento de 40 capítulos, que constitui a mais ousada e abrangente tentativa já realizada de promover, em escala planetária, um novo padrão de desenvolvimento, conciliando métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. Foi sugerido, na Declaração de Kyoto, que cada Universidade buscasse individualmente no seu plano de ação (ARAÚJO, 2002):

- Promover práticas de consumo sustentável nas suas operações;
- Compromisso Institucional com o princípio e a prática do desenvolvimento sustentável dentro da Universidade;
- Utilizar recursos intelectuais da Universidade para construir programas de educação ambiental;
- Incentivar a comunidade universitária à perspectiva ambiental.

Além da Agenda 21 resultaram deste processo, cinco outros processos: a Declaração do Rio, a Declaração de Princípios sobre o Uso das Florestas, o Convênio sobre a Diversidade Biológica e a Convenção sobre Mudanças Climáticas, todos visando a preocupação com o Meio Ambiente, trabalhando com vistas à conclusão de acordos internacionais que protejam a

integridade do sistema global de meio ambiente e desenvolvimento, reconhecendo a natureza integral e interdependente da Terra.

No ano de 2000 o Brasil movimentou cerca de 50 milhões de dólares com o mercado de resíduos industriais, que corresponde a 10% dos resíduos gerados pelo setor industrial (ALVES; FREITAS, 2000). Portanto, ainda são necessárias melhorias tecnológicas para ampliar o reaproveitamento e a reciclagem de resíduos, poupando assim o meio ambiente e obtendo lucros com o mercado de resíduos.

Nos Estados Unidos, os centros de formação de recursos humanos, as escolas e Universidades, geram cerca de 1% dos resíduos perigosos. A questão não é a quantidade desses resíduos gerados, mas sim sua diversidade, o que dificulta as formas de tratamento e disposição final (BENDASSOLLI et al., 2003). Apesar da pequena quantidade, um não tratamento desses resíduos entraria em contraposição ao papel da Universidade de formadora de cidadãos conscientes, mitigando sua credibilidade frente à sociedade e órgãos públicos competentes (JARDIM, 1998).

Frente à necessidade de minimização do impacto ambiental causado por resíduos químicos gerados pelas Universidades, a preocupação com a instalação de uma unidade Gerenciadora de resíduos químicos tem sido amplamente discutida. A preocupação com a mudança da visão nos laboratórios químicos frente à redução do volume e tratamento dos resíduos gerados é tema recorrente em discussões sobre poluição ambiental. Os benefícios obtidos com a minimização dos resíduos incluem a racionalização dos procedimentos visando menor consumo de reagentes e o decréscimo dos custos com tratamento e disposição final, além de colaborar com a segurança do operador e da comunidade, uma vez que previne a contaminação ambiental, seja por despejos gasosos, sólidos ou líquidos. A prevenção da poluição é a mais alta forma de proteção ambiental. Se a redução da fonte

geradora não é possível, então a poluição deve ser reciclada de maneira ambientalmente segura. Se a reciclagem também não for possível, então a poluição deve ser evitada, com modificação metodológica do processo analítico. O descarte no ambiente deverá ser entendido e praticado como último recurso, sendo realizado de maneira ambientalmente segura (REINHARDT; LEONARD; ASHBROOK, 1996).

A principal regra a ser adotada para o gerenciamento dos resíduos é a da responsabilidade objetiva, isto é, quem gera o resíduo torna-se responsável pelo mesmo (MACHADO, 2002). A Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, mais conhecida como Política Nacional do Meio Ambiente estabelece que a responsabilidade objetiva dispense a prova de culpa no caso de um possível dano ao ambiente, ou seja, para que um potencial poluidor seja penalizado, basta que se prove um nexo de causa e efeito entre a atividade desenvolvida por uma organização e um dano ambiental. Em resumo, significa que um resíduo poluidor, ainda que esteja sendo emitido em concentrações que respeitem os limites estabelecidos pela legislação vigente, poderá causar um dano ambiental, e sujeitar o causador do dano ao pagamento de indenização. Há leis de proteção ao meio ambiente, como a Lei n. 9.605 de 12 de fevereiro de 1.998, que especifica penalidade para atividade ou conduta lesiva ao meio ambiente (ARAÚJO, 2002).

### **3.1 Formas de Tratamentos a serem adotadas**

Algumas abordagens industriais podem ser aplicadas a laboratórios. Segundo Souza (2005), baseado em um estudo de casos de 500 indústrias, algumas abordagens, até hoje, podem ser adotadas:

- Substituição de processos químicos por processos mecânicos;
- Substituição de pinturas a base de solventes por pinturas a base de água;

- Substituição de mercúrio, cádmio e chumbo por substâncias menos tóxicas em pigmentos, catalisadores, baterias e outros produtos;
- Substituição de compostos halogenados por não halogenados;
- Implantação de novas tecnologias na segregação dos componentes de efluentes;
- Redução de rejeitos por meio de novas tecnologias.

Segundo Cunha (2001) e Jardim (1998) alguns aspectos devem ser levados em consideração, pois auxiliam no programa de gerenciamento de resíduos, são:

- Prevenir a geração dos mesmos, modificando ou substituindo o experimento por outro menos impactante;
- Minimizar a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados, por meio da utilização de pequenos volumes; o trabalho em micro escala, além de gerar pouco resíduo, pode ainda diminuir os custos com reagentes a curto e longo prazo, embora algum investimento com vidraria de tamanho pequeno deva ser realizado;
- Segregar e concentrar correntes de resíduos de modo a tornar viável e economicamente possível a atividade gerenciadora. A segregação dos resíduos facilita muito o trabalho, independentemente se o destino final é a incineração, o reuso ou a reciclagem. Se existe uma separação dos resíduos por classes ou tipos, é possível tratá-los através de reações entre si. Por exemplo, um resíduo contendo sulfeto pode ser usado para tratamento de outro contendo metais pesados; assim não é consumido nenhum reagente para precipitar os metais e nenhum oxidante para tratar os sulfetos;
- Reciclar o componente material ou energético do resíduo. Embora exista um custo maior, pois é necessária a adição de reagentes ou o consumo energético, muitas vezes tal processo é bastante interessante. Um exemplo

clássico é a reutilização de solventes orgânicos após tratamento e destilação dos mesmos;

- Tratar o resíduo da forma mais adequada possível, estocando pelo menor tempo possível;
- Dispor o resíduo de maneira segura.

E os maiores desafios são: gerar resíduos químicos que não agridam o ambiente, recuperar resíduos químicos transformando-os em matéria-prima, desenvolver no aluno uma consciência ética com relação ao uso e descarte de produtos químicos, como o professor deve proceder tratar e recuperar os resíduos químicos, como instruir usuários sem conhecimento químico a manusear, tratar e recuperar resíduos químicos.

Segundo Alberguini, Silva e Rezende (2003), a hierarquia da gestão baseia-se nos 5Rs:

- Reduzir
- Reutilizar
- Recuperar
- Reaproveitar
- Reprojeter

Segundo Jardim (1998) deve-se iniciar a implementação do programa de gerenciamento de resíduos pela coleta de passivos, seguida da coleta de ativos gerados em laboratórios de ensino, pois este último é facilmente caracterizado, gerenciado e inventariado; e após expandir para laboratórios de pesquisa, onde a natureza e quantidade tem grande variedade.

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (2002), das 535 mil toneladas de resíduo classe I, 53% são tratados, 31% são estocados e 16% são dispostos no solo. Os resíduos de classe I

podem ser incinerados, ou co-processados em fornos de cimento ou aterrados. Quanto à classe II, 35% vão para tratamento, 2% são estocados e 63% são dispostos em aterros.

O principal destino adotado para os resíduos sólidos industriais e domiciliares são os aterros. Esse fato ocorre porque assim se evita buscar processos alternativos de reaproveitamento, que possuem alto valor financeiro e dispêndio de tempo. Mas atualmente, devido à falta de espaço para construção de novos aterros, e desperdício de material na aterragem, estão surgindo novas tecnologias para desviar o uso indiscriminado de aterros (OKIDA, 2006). Estas tecnologias baseiam-se na redução, na reutilização, na recuperação, no reaproveitamento e no reprojeto dos resíduos gerados.

Em termos gerais, a hierarquia das atividades de um programa de gestão de resíduos nada mais é do que uma série de atitudes, as quais são apresentadas numa sequência decrescente de prioridade:

- Levantamento de resíduos gerados na unidade;
- Minimização da proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados;
- Segregação e concentração das correntes de resíduo;
- Reuso interno ou externo via transferência de resíduos;
- Reciclagem do componente material ou energético do resíduo;
- Identificação, estocagem e disposição dos resíduos de modo seguro.

Segundo Alberguini, Silva e Rezende (2003), as etapas de funcionamento de um Programa de Gerenciamento de Resíduos são:

- Enviar um memorando ao LGRQ, solicitando a retirada de resíduos químicos;
- Rotular os Frascos;
- Acondicionar os Resíduos para transporte seguro;

- Transportar os resíduos ao entreposto de armazenamento;
- Dispor adequadamente os resíduos;
- Tratar os resíduos;
- Análise química para reutilização do produto recuperado;
- Disposição adequada dos resíduos perigosos.

### **3.2 Sistemáticas na Gestão de Resíduos Químicos**

#### **3.2.1 Abordagens em Indústrias**

Segundo Crittenden e Kolanczkowski (1998), a minimização de resíduos é uma grande estratégia para a proteção ambiental, embora uma mudança de processo possa oferecer riscos na qualidade do produto final. Além das barreiras econômicas, políticas e financeiras a serem enfrentadas.

Segundo a Environmental Agency (2001) a minimização de resíduos inclui a substituição de materiais menos poluentes no processo de produção. A minimização tem algumas vantagens, como economia de custos; complacência - seguros que garantem à companhia a minimização de possíveis ações judiciais-; redução de riscos: reduz a probabilidade de más publicidades e auxilia na confiabilidade dos investidores; posicionamento de marketing aumenta a confiabilidade do cliente.

Segundo a CETESB (2002) a prevenção de poluição refere-se a qualquer prática, processo, tecnologia que vise a redução ou eliminação de volume, concentração e toxicidade dos poluentes na fonte geradora. Inclui modificação nos processos, equipamentos e procedimentos, reformulação ou replanejamento de produtos, substituição de matérias primas, eliminação de substâncias tóxicas, melhoria no sistema de gerenciamento administrativos e técnicos da empresa e otimização do uso das matérias primas, energia, água e outros recursos minerais. Este processo de implementação de redução de

resíduos está associado à conscientização geral da empresa para engajamento e funcionamento do projeto.

Segundo a Environmental Protection Agency - EPAA (2004), os benefícios da prevenção à poluição são: proteção da saúde humana e ambiental, redução de custos com matéria prima, mão de obra e maquinário, redução de riscos associados com resíduos processados, condições de operação e equipamentos de segurança, responsabilidades legais, melhor qualidade do produto, melhoria de relacionamentos sociais com a comunidade e credibilidade de financiadores e clientes.

Segundo a Fundação para Pesquisa e Desenvolvimento da Administração, Contabilidade e Economia - FUNDACE (2003), os obstáculos para implementação de um programa de minimização da geração de resíduos pode estar em quatro categorias:

- Econômica: custos altos para implementação, sem possibilidade de lucro imediato;
- Técnica: tamanho de organização e de sua capacidade;
- Legislação: falta de acesso ou desconhecimento;
- Institucional: falta de aceitação e de entendimento do programa por parte dos colaboradores. A principal barreira encontrada é a aversão às mudanças culturais.

A Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados - ABIQUIM (1994) menciona alguns itens de suma importância no tratamento de resíduos industriais que podem ser aplicados aos laboratórios químicos:

- Definir responsabilidades de acordo com a Política de meio ambiente;
- Obter apoio de recursos humanos e financeiros;

- Atender às exigências legais através da avaliação de impacto ambiental;

- Desenvolver tecnologias de Proteção ambiental como: minimização de resíduos, otimização das tecnologias, prevenção de acidentes e controle de perdas, utilização de matérias-primas ambientalmente seguras, redução de emissão de efluentes e resíduos; incentivo à reciclagem e reuso; utilização de tecnologias limpas.

Segundo a FUNDACE (2003), a Organização Ambientalista não Governamental Greenpeace apresentou uma proposta da “Produção Limpa”, em 1990, para que fossem consideradas; auto sustentabilidade de fontes renováveis de matéria prima, redução do consumo de água e energia, prevenção da geração de resíduos tóxicos e perigosos na fonte geradora, reutilização ou reaproveitamento de matérias por reciclagem de maneira atóxica e energia suficiente, reciclagem substituindo manejo ambiental e incineração e despejo em aterros. O autor afirma ainda que o Processo de Produção limpa envolve oito etapas que são: identificação do resíduo, execução de análises de fluxo de material, estabelecimento e implantação de um cronograma para eliminação gradual da substância do processo de produção, implementação do processo de produção limpa para novos e antigos produtos, treinamento; divulgação de informações ao público e garantia de sua participação na tomada de decisões, apoio financeiro e planejamento social.

Segundo Souza (2005), há alguns obstáculos para a implantação de um projeto de tratamento de resíduos industriais, a saber:

- Políticos: resistência burocrática, conservadorismo humano, legislação e sensacionalismo da mídia;

- Econômicos: subsídios à disposição, escassez econômica, obstáculos da indústria de disposição;

- Técnicos: falta de informação, falta de assistência para aplicação de abordagens de redução de resíduos no uso de necessidades individuais.

Na Embrapa Pecuária Sudeste vem sendo implantados desde 1990, procedimentos com o objetivo de minimizar os resíduos provenientes de análises químicas com a introdução em rotina de diferentes métodos, em fluxo ou em batelada, que empregam menores quantidades de reagentes por amostra. Alguns desses métodos foram desenvolvidos na própria Embrapa Pecuária Sudeste e, após certificação, incorporados à rotina dos laboratórios. A implantação de Programa de Tratamento de Resíduos, a partir de projeto de infraestrutura financiado pela FAPESP (processo 2001/01535-8), está permitindo uma reordenação, aglutinando os esforços anteriormente dispersos, além de viabilizar novas pesquisas, aumentando a eficiência e promovendo a formação de mão de obra especializada e apta a atuar de maneira consciente e responsável (NOGUEIRA; ALMEIDA; GONZALEZ, 2011).

### **3.2.2 Abordagens em Universidades**

As indústrias sempre foram a preocupação para a questão ambiental, devido a grande quantidade de resíduos gerados. Como as Universidades nunca foram fiscalizadas, em grande parte delas, o descarte de resíduos continua sendo de maneira indiscriminada.

Como formadoras de recursos humanos, as Universidades, devem desempenhar um papel perante a sociedade e o meio ambiente. Para tanto, uma das formas de conscientização é a implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos, minimizando assim os impactos ambientais e conscientizando a população quanto à questão da preservação do meio

ambiente. A implantação de um projeto de tamanha importância deve obter sucesso em sua fase inicial, para que não seja desacreditado posteriormente (JARDIM, 1998).

Segundo Jardim (1998), a implantação de um programa de gerenciamento e tratamento de resíduos exige mudança de atitude, colaboração e realimentação contínua. Alguns fatores essenciais para o bom andamento do projeto são: apoio institucional ao programa, priorização do lado humano ao tecnológico, divulgação das metas das fases do programa, reavaliação contínua dos resultados obtidos e comparação com as metas estabelecidas.

### **3.2.2.1 Universidades Envolvidas em processo de Tratamentos de Resíduos**

No mundo, há algumas Instituições que implantaram seus PGR a partir da década de 70, como por exemplo: Universidade da Califórnia, Universidade de Winscosin, Universidade do Estado do Novo México, Universidade de Illinois Universidade de Minnesota (ASBROOK; REINHARDT, 1985). Nos laboratórios da Universidade de Princeton há um programa de prevenção à poluição e minimização da geração de resíduos nos laboratórios (IZZU, 2000).

No Brasil, a preocupação com a implantação de um sistema de tratamento de resíduos teve início na década de 90. Algumas das universidades que merecem destaque neste sentido são: IQ/USP - Instituto de Química da Universidade de São Paulo (DI VITTA, 2002), IQSC/USP - Instituto de Química da Universidade de São Paulo do Campus São Carlos (ALBERGUINI; PAIVA; REZENDE, 2003), CENA/USP - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (TAVARES et al., 2004), UNICAMP - Universidade de Campinas (COELHO, 2002),

IQ/UERJ - Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (BARBOSA et al., 2003), DQ/UFPR – Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná (CUNHA, 2001), IQ/UFRGS - Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (AMARAL et al., 2001), UCB - Universidade Católica de Brasília (DALSTON et al., 2004), UFSCar - Universidade Federal de São Carlos (SASSIOTTO; SALVADOR; CORNETO, 2004), FURB – Universidade Regional de Blumenau (ZANELLA, 2002), URI – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (DEMAMAN et al., 2004), UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro (AFONSO, 2004) e UNIVATES – Centro Universitário Univates (BERSCH; GONÇALVES; MACHADO, 2004).

O Instituto de Química da Universidade de Campinas, UNICAMP, por meio da comissão de segurança desenvolve um trabalho de tratamento de resíduos de clorados, acetatos e acetaldeídos, ésteres e éteres, hidrocarbonetos, alcoóis e cetonas. Após reciclo e reuso, são enviados para uma empresa de incineração. Alguns resíduos são tratados por meio de processos oxidativos (JARDIM, 1998).

A Universidade Federal do Paraná utilizava aterro na cidade de Curitiba, incineradores em São Paulo ou Rio de Janeiro e co-processamento em fornos de cimento em Curitiba (CUNHA, 2001). O co-processamento consiste em adicionarem-se resíduos químicos em fornos de cimento durante a formação do clínquer. Os líquidos combustíveis são misturados e queimados com combustível auxiliar do forno. Os sólidos pastosos são adicionados em bocas de lobo que levam ao interior da parte alta do forno. Os resíduos aquosos são adicionados junto à água de resfriamento dos gases no forno. Mas, um grupo de professores mobilizados para a problemática da situação implantou um sistema de tratamento de resíduos que consiste em:

coleta e tratamento, armazenamento, licenciamento para transporte e co-processamento, transporte e co-processamento.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul, desde 1994 desenvolve projetos de coleta seletiva e tratamento de resíduos (AMARAL et al., 2001). Os laboratórios de ensino de graduação realizam atividades de tratamento de resíduos visando sua recuperação e reutilização. Em 1998 foi aprovado o projeto para implementação de um Programa Institucional intitulado “Programa em Química Limpa”, onde se destaca a atividade “Fluxo de Resíduos e Produtos”. O programa estabelecido promove o intercambio de resíduos entre laboratórios diferentes, isto é, o resíduo de um laboratório é matéria prima de outro. A UFRGS indicou que com o programa de gerenciamento foi observado um novo hábito a fazer parte da consciência profissional e do senso críticos dos alunos, funcionários e professores, que se mostraram entusiasmados por estarem contribuindo para a redução de danos ao meio ambiente (AMARAL et al., 2001).

A Universidade de São Paulo - São Carlos, desenvolveu um trabalho com o objetivo de identificar e quantificar os resíduos de natureza química provenientes do ensino e da pesquisa (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2003). O laboratório de resíduos químicos foi inaugurado em 13 de outubro de 1997 e iniciou suas atividades em 1998.

A Universidade Federal do Rio de Janeiro desenvolve pesquisas na área de tratamento de metais pesados em resíduos laboratoriais, com os objetivos de recuperar e reutilizar elementos de interesse, obter rotas seguras de descarte de material sólido e obter efluentes líquidos neutralizados. Em 1998, foi criada a disciplina “Tratamento de Resíduos Químicos de Laboratório”. Em 1999 foi criada a comissão de segurança, multidepartamental. Elaboração de um manual de segurança e a remoção do passivo ambiental para obtenção de rotas seguras de descarte de

resíduos perigosos, neutralização de efluentes, isento de metais pesados e substâncias tóxicas (AFONSO, 2003).

Na Universidade Estadual da Paraíba foram desenvolvidos trabalhos com objetivos de caracterizar os resíduos sólidos produzidos na universidade, observar o destino final destes, sensibilizar a comunidade acadêmica sobre a problemática ambiental e contribuir para a implantação da coleta seletiva (COSTA et al., 2004).

Na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões URI - Campus Erechim em 2001 já possuía no campus uma Estação de Tratamento de Efluentes - ETE destinada ao tratamento de todos os resíduos líquidos produzidos nos laboratórios do Centro Tecnológico e do Centro de Ciências da Saúde (DEMAMAN et al., 2004). O sistema de funcionamento da ETE é baseado em reações de coagulações e floculação, utilizando sulfato de alumínio e polímero, sendo que o material sólido é separado por decantação e o lodo produzido é recolhido em leitos de secagem para posterior destinação. De forma geral, o sistema possui um rendimento de aproximadamente 70% quando se trata de parâmetros indicadores de matéria orgânica e de 80% para metais pesados, o que possibilita a emissão de um resíduo dentro dos padrões legais estabelecidos por legislação para o corpo hídrico receptor.

O PGRQ-CENA/USP em 2000 iniciou a implantação de um amplo Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos na Instituição (PGRQ-CENA/USP) (TAVARES et al., 2004). O mesmo abrange a adoção de práticas corretas de gestão, a realização de inventários dos resíduos ativos e passivos, o tratamento e/ou reaproveitamento de resíduos líquidos, sólidos e gasosos, e o treinamento e formação de pessoal. Considerando também que a racionalização no uso de água e energia na Instituição deve ser observada

concomitantemente à implementação de um programa de gerenciamento de resíduos, outra vertente apresentada foi a da substituição do uso de destiladores, para a purificação de água para uso em análises químicas e experimentos em casa de vegetação, pela desionização em resinas de troca iônica.

Tendo em vista o impacto ambiental causado pela geração de resíduos, cada instituição, deveria buscar a melhor forma de gerenciar e tratar seus próprios resíduos. Na pesquisa bibliográfica realizada, não se encontra Instituições de Ensino Superior no estado de Minas Gerais com um Programa de Gerenciamento de Resíduos implantado.

### **3.3 Classificação de Resíduos Químicos**

Segundo Vilhena (1999), a classificação dos resíduos permite estruturar de forma adequada as etapas do processo de implementação e execução do sistema de gerenciamento de resíduos. Há alguns tipos de classificação, de acordo com os respectivos autores:

#### **3.3.1 de acordo com a Origem**

Os resíduos podem ter origem: doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços, lodos provenientes do sistema de tratamento de águas, resíduos gerados por equipamentos e instalações do controle de poluição, e determinados líquidos que não podem ser lançados nas redes públicas de esgotos. Podem ser divididos em urbanos, industriais, radioativos, do serviço de saúde e agrícolas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2004).

### **3.3.2 de acordo com a Natureza**

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com: a natureza física: seco ou molhado; a composição química: orgânicos ou inorgânicos e grau de biodegradabilidade (LEITE, 1997).

### **3.3.3 de acordo com a Classe**

Os resíduos também podem ser divididos em classes:

- Classe I – resíduos perigosos, características inflamáveis, corrosivas, reativas, tóxicas e patogênicas;
- Classe II – resíduos não perigosos;
  - b.1) Classe II A – resíduos não inertes (maioria dos resíduos);
  - b.2) Classe II B – resíduos inertes;
- Classe III – resíduos domésticos (LEITE, 1997).

### **3.3.4 Resíduos Químicos Ativos e Passivos**

Os Resíduos podem ser classificados em ativos e passivos (SOUZA; CIVIDATTI; GUEDES, 2005).

#### **3.3.4.1 ativos**

Resíduos ativos são os resíduos gerados continuamente, fruto das atividades rotineiras. No levantamento dos resíduos ativos estão sendo consideradas todas as ações decorrentes da atividade de geração contínua de resíduos da Universidade. Esses resíduos serão tão maiores, quanto maiores forem às atividades desenvolvidas pela Universidade (ensino, pesquisa, extensão, prestação de serviços médicos à comunidade etc.).

Nos laboratórios de pesquisa, a quantidade de resíduo gerada é pequena e sua versatilidade grande, o que torna difícil a minimização da geração deste tipo de resíduo (AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, 1993).

#### **3.3.4.2 passivos**

O resíduo passivo compreende todo resíduo estocado, via de regra não caracterizado, aguardando destinação final. Podem ser: restos reacionais, resíduos sólidos, frascos de reagentes vencidos. O inventário do passivo tem como objetivo identificar e qualificar a maior quantidade possível dos resíduos químicos já estocados na unidade, independentemente do seu estado físico, a fim de propor o tratamento adequado e sua disposição final. É comum nos laboratórios de pesquisa (e em menor escala nos laboratórios voltados exclusivamente para o ensino), a existência de um estoque indesejável de resíduos químicos sólidos, líquidos e gasosos não caracterizados.

A existência deste tipo de herança é altamente problemática para qualquer programa de gerenciamento, visto que o tratamento e a destinação final deste estoque é quase sempre de difícil solução, não apenas sob o aspecto técnico, mas também sob o aspecto econômico.

Se por um lado a inexistência deste estoque facilita muito a implementação do Programa de Gerenciamento de Resíduos, por outro lado mostra a realidade com que estes resíduos sempre foram tratados nas universidades. A caracterização do passivo nem sempre é possível, e o tempo e esforços gastos com esta atividade inicial devem ser bem quantificados, para não haver desestímulo. A caracterização é importante, e prioriza o reciclo e reuso do que for possível e habilita o resíduo para descarte final (JARDIM, 1998). A não existência do passivo revela o descaso da geração e

tratamento de resíduos para disposição, e poucos são os autores que revelam existênciacia deste tipo de resíduo, como IQSC/USP e o CENA/USP (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2003; TAVARES, 2004).

### **3.4 Segregação de Resíduos Químicos**

Segundo Reel (1993), antes de se decidir pela segregação interna dos resíduos, é importante ter em mente qual será o seu destino final. Portanto, cada Universidade tem a liberdade de optar pela forma mais adequada de segregação.

No caso do CENA/USP (TAVARES, 2004) foram estabelecidas 11 classes, na UNICAMP, UNIVATES e UFPR os resíduos gerados puderam ser separados em apenas 6 classes e, ainda assim, divergindo entre si (BERSCH; GONÇALVES; MACHADO, 2004; COELHO, 2002; CUNHA, 2001).

O Instituto de Química da UNICAMP segrega os resíduos da seguinte forma (JARDIM, 1998):

- Clorados;
- Acetatos e aldeídos;
- Ésteres e éteres;
- Hidrocarbonetos;
- Alcoóis e cetonas.

O CENA da USP segrega os resíduos da seguinte forma (TAVARES, 2004):

- Soluções contendo mercúrio;
- Orgânicos não halogenados;
- Orgânicos halogenados;

- Resíduos de sais metálicos regenerados;
- Inorgânicos com metais pesados;
- Inorgânicos sem metal pesado;
- Resíduos sólidos e semissólidos;
- Soluções salinas pH 6-8;
- Soluções contendo cianetos;
- Explosivos ou combustíveis tóxicos.

### **3.5 Rotulagem de Frascos**

A rotulagem de frascos é de suma importância dentro do processo de Gerenciamento de Resíduos. Um frasco adequadamente rotulado facilita o tratamento e disposição adequada do resíduo, pois minimiza tempo gasto com ensaios para determinação dos produtos químicos contidos na amostra, minimiza o gasto de reagentes para testes, gerando assim, economia financeira.

Um dos métodos mais utilizados para rotulagem é o diagrama de Hommel, é composto das cores: Azul: Risco associado à saúde, Vermelho: Risco associado à inflamabilidade, Amarelo: Risco associado à reatividade e Branco: Riscos especiais. O grau de severidade do risco é distribuído por cinco categorias de 0 a 4 (SOUZA, 1998). Na Tabela 1 encontra-se a discriminação dos resíduos para rotulagem correta.

De acordo com Souza (1998), os resíduos dos serviços de saúde provenientes dos hospitais, postos de enfermagem, postos de saúde, clínicas veterinárias e clínicas em geral de saúde, bem como farmácias devem ser incineradas em muflas com circulação dos gases, onde as substâncias tóxicas como furanos e dioxinas são destruídas. Há também empresas especializadas no tratamento deste tipo de resíduo, como a Pró Ambiental.

TABELA 1: Instrução para preenchimento do Diagrama de Hommel

	Grau AZUL (saúde)	VERMELHO (fogo)	AMARELO (Reatividade)
0	Material cuja exposição ao fogo não oferece risco especial, exceto aquele de qualquer material combustível comum.	Material que não queima	Material que por si só, é normalmente estável, mesmo exposto, e que não reage com água.
1	Material cuja exposição pode causar irritação e pequenas sequelas, a menos que ocorra pronta assistência médica.	Material que deve ser previamente aquecido antes que ocorra a queima	Material que por si só, é normalmente estável, mas que pode tornar-se instável a elevadas temperaturas e pressões. Inclui também material que pode reagir com água, mas não violentamente.
2	Material que, em intensa ou continuada exposição, pode provocar incapacidade temporária ou possível dano residual, a menos que ocorra pronta assistência médica.	Material que deve ser moderadamente aquecido ou exposto à temperatura ambiente relativamente alta antes que a queima tenha início.	Material que por si só, é normalmente instável e que rapidamente pode ter violenta mudança química, mas não detona. Inclui também material que pode reagir violentamente com água, ou que pode formar com água misturas potencialmente explosivas.
3	Material que, por curta exposição, pode provocar sério dano temporário ou residual, mesmo que ocorra pronta assistência médica.	Líquido ou sólido que pode incendiar-se sob quase todas as condições de temperatura ambiente.	Material que por si só, é prontamente capaz de detonar ou reagir por explosão, mas pede forte fonte inicial, ou que deve ser aquecido sob confinamento antes de iniciar a queima, ou que reage explosivamente com água.
4	Material que, por curta exposição, pode causar morte e graves seqüelas, mesmo que ocorra pronta assistência médica.	Material que, veloz e breve, se vaporiza a pressão atmosférica e à temperatura ambiente, ou que rapidamente se dispersa no ar e queima rápido.	Material que por si só, é prontamente capaz de detonar ou decompor-se por explosão, ou reagir à temperatura e pressões normais.

### 3.6 Quimiometria no Programa de Gerenciamento de Resíduos

Muita ênfase tem sido dada aos sistemas multivariados, nos quais se podem medir muitas variáveis simultaneamente, ao se analisar uma amostra qualquer. Nesses sistemas, a conversão da resposta instrumental no dado químico de interesse, requer a utilização de técnicas de estatística multivariada, álgebra matricial e análise numérica. Essas técnicas se constituem no momento na melhor alternativa para a interpretação de dados e para a aquisição do máximo de informação sobre o sistema (PARREIRA, 2003).

A pesquisa na área de Quimiometria abrange o desenvolvimento e aplicação de diferentes métodos em dados de origem química. Métodos estatísticos ou matemáticos, de análise exploratória e regressão, como PCA (Principal Component Analysis), PCR (Principal Component Regression), PLS (Partial Least Squares), PARAFAC (Parallel Factor Analysis), NPLS (N-way Partial Least Squares) e redes neurais são os métodos mais utilizados em quimiometria. De forma geral, estes métodos ou algoritmos são utilizados em técnicas de otimização, planejamento, calibração multivariada, análise exploratória, processamento de sinais, imagens e QSAR (Quantitative structure-activity relationship) (BEEBE; PELL; SEASHOLTZ, 1998).

Na análise por componentes principais (PCA), “p” variáveis latentes, ou fatores, ou componentes principais “y”, são criadas como combinações lineares das “p” variáveis originais de “x”, de tal forma que novos eixos ortogonais são construídos para explicar a máxima variância possível dos dados em apenas algumas poucas dimensões:

$$Y_i = e_i^t X = e_{i1} X_1 + e_{i2} X_2 + \dots + e_{ip} X_p \quad (1)$$

Em que o vetor  $e_i$  estabelece a i-ésima combinação linear, para  $i=1, \dots, p$ .

A PCA utilizada neste trabalho para análise estatística dos dados investiga a relação entre as amostras. Este tipo de análise é recomendado para se tratar grande número de variáveis agrupando-as em clusters, reduzindo assim, o número de dimensões. A PCA é uma manipulação matemática de dados de uma matriz em que o objetivo é representar a variação presente em um grande número de amostras (BEEBE; PELL; SEASHOLTZ, 1998).

A primeira componente principal (PC), um eixo, descreve a maior variância de dados; a segunda PC, ortogonal a primeira, descreve a segunda maior variância de dados e assim sucessivamente. As coordenadas das amostras nos eixos principais são chamadas de “scores”. Como cada PC é constituída a partir de combinações lineares das variáveis originais, o quanto cada variável original contribui para uma PC depende da orientação relativa no espaço da PC e dos eixos das variáveis; são os “loadings” (BEEBE; PELL; SEASHOLTZ, 1998).

Neste projeto a quimiometria foi utilizada como ferramenta para auxiliar o tratamento estatístico dos dados obtidos dos resíduos químicos, ou seja, foi possível fazer a segregação dos laboratórios em relação ao tipo de resíduo gerado, facilitando assim, não somente o tratamento dos dados, mas como a parte subsequente de coleta dos resíduos para tratamento. Existe uma variedade de algoritmos que podem ser usados para calcular os “loadings” e “scores” na PCA. O mais comum é o SVD (Singular Value Decomposition) (GOLUB; LOAN, 1983), utilizado neste trabalho através do programa Pirouette, em que uma matriz de tamanho arbitrário pode ser escrita como  $R=USV^T$ . a matriz U contém as coordenadas das amostras ao longo dos eixos das PCs (matriz de “scores”). A matriz V contém informação sobre como as medidas originais se relacionam às PCs (loadings). A matriz S é diagonal (todos os elementos são zero, menos os da diagonal), e contém informação sobre a variância que cada PC descreve.

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido de outubro de 2008 a dezembro de 2009, no Campus da UFLA. O campus compreende em torno de 14000 discentes, 709 docentes, 975 funcionários e técnicos e 77 laboratórios.

Foram visitados os laboratórios dos departamentos: Agricultura (DAG), Biologia (DBI), Química (DQI), Ciência dos Alimentos (DCA), Ciência do Solo (DCS), Ciências Florestais (DCF), Engenharia (DEG), Entomologia (DEN), Fitopatologia (DFP), Medicina Veterinária (DMV) e Zootecnia (DZO).

As etapas envolvidas no projeto foram: levantamento Bibliográfico para conhecimento das relevâncias do tema, elaboração de um questionário para obtenção dos dados sobre tipo e quantidade de resíduos gerados em cada departamento, além dos respectivos responsáveis e tipo de laboratório gerador (Figuras 1 e 2), obtenção dos dados junto a cada departamento, através da pesquisa de campo, abordando laboratórios de pesquisa, ensino e prestação de serviços, análise dos dados obtidos e formação de um banco de dados, para pesquisas futuras, gestão para melhor aproveitamento dos resíduos passivos e dos resíduos tratados e tratamento estatísticos dos dados por análise quimiométrica.

Periodicamente, novas pesquisas devem ser feitas, para averiguar as condições iniciais do processo de implementação.

A caracterização dos resíduos foi feita de acordo com o número de pessoas e frequência em cada setor de trabalho, obtendo-se assim, uma geração mensal dos resíduos sólidos produzidos na universidade. Em cada departamento, os dados obtidos pelo pesquisador, foram: professor responsável, nome e tipo do laboratório, tipo de análise, tipo de resíduo gerado e quantidade. Posteriormente os resíduos foram quantificados,

classificados e tabelados (anexo A) de forma mensal, sendo os líquidos na unidade de litros e os sólidos na unidade de quilogramas. Para tratamento estatístico dos dados foi utilizado o programa Pirouette versão 4.1, baseado em quimiometria.

<p style="text-align: center;"><b>LABORATÓRIO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS</b> <b>QUESTIONÁRIO</b> <b>1. IDENTIFICAÇÃO DO LABORATÓRIO:</b></p> <p>Departamento:..... Laboratório:..... Funcionário para atendimento:..... Cargo do funcionário:..... Tipo de laboratório: ( ) Ensino ( ) Pesquisa ( ) Prestação de Serviço Professor Responsável:..... Número de pessoas trabalhando no laboratório Técnicos ( ) Iniciação Científica ( ) Mestrado ( ) Doutorado ( ) Pós-Doutorado ( ) Pesquisador ( )</p> <p>a) Breve descrição dos projetos em andamento no laboratório</p> <p>b) Atividades rotineiras desenvolvidas no laboratório</p> <p>Já ocorreram acidentes nesse laboratório? (vazamento, quebra de recipientes, princípios de incêndio ou quaisquer outras ocorrências que colocassem em risco as pessoas que estão trabalhando nesse ambiente). Detalhe.</p> <p>Data:..... Assinatura do Responsável: .....</p>
--

FIGURA 1: Questionário para preenchimento dos dados em cada laboratório.

Resíduo passivo							
Resíduos gerados	Identificação/descrição	Quantidade	Manejo/gerenciamento	Data de armazenamento	Descarte	Tratamento	Redução/substituição produtos utilizados

a)

b)

Resíduo ativo / Laboratório de Ensino								
Departamento:		Curso:		Laboratório:		Disciplina:		
Responsável:		Turma:		OBS:				
N° de grupos:		N° horas/aula semana:		N° de alunos/lab.:		N° práticas em grupo:		
Nome da prática	Tipo / quantidade de reagente por bancada				Resíduo sólido			
	inorgânicos	org. clorados	Org n-clorados	Metal Pes/CN outras	inorgânico	orgânico	metais pesados	outras

c)

Resíduo ativo / Laboratório de Pesquisa								
Departamento:				Laboratório:				
Curso:				Projeto:				
Orientador:								
nome do aluno				nível acadêmico: IC( ) Msc( ) Doc( ) Pós Doc( ) PQ( )				
nome do projeto	Tipo / quantidade de reagente por bancada				Resíduo sólido			
	inorgânico	org. clorados	Org n-clorados	metal pes. outras	inorgânico	orgânico	metais pes.	outras

FIGURA 2: Tabela para preenchimento dos resíduos gerados em cada laboratório da UFLA a) resíduos passivos, b) resíduos ativos de laboratório de ensino, c) resíduo ativo dos laboratórios de pesquisa.

Foram realizadas palestras em alguns departamentos para alunos e funcionários, bem como um curso para os técnicos de laboratório. Um dos temas tratados no curso foi sobre a rotulagem de frascos para envio ao LGRQ, estes frascos foram rotulados de acordo com o diagrama de Hommel, apresentado na Figura 3.

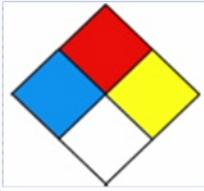
	<b>LABORATÓRIO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS</b>	
Data: __/__/__	Procedência:	
Responsável:		
Ramal:	SUBSTÂNCIAS:	
		

FIGURA 3: Rótulo utilizado para envio de resíduos ao LGRQ da UFLA

Como descrito anteriormente, cada Universidade adota a segregação baseado nos critérios de tratamento ou disposição final.

Na UFLA, a forma de segregação adotada foi:

- HFI- Resíduos de Herbicidas, Fungicidas e Inseticidas;
- ? - Resíduos Desconhecidos;
- INO- Resíduos Inorgânicos;
- IMP - Resíduos Inorgânicos com Metais Pesados;
- ORG - Resíduos Orgânicos;
- OMP - Resíduos Orgânicos com Metais Pesados;
- ORG e INO - Resíduos Orgânicos com Resíduos Inorgânicos;
- ORG e IMP - Resíduos Orgânicos com Resíduos Inorgânicos com Metais Pesados;
- OCL - Resíduos Orgânicos clorados/bromados;
- OCL e INO - Resíduos Orgânicos clorados/bromados com resíduos Inorgânicos.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com base no levantamento de dados realizados nos departamentos da UFLA, de outubro de 2008 a dezembro de 2009, os resíduos foram classificados em sólidos ou líquidos, ativos ou passivos por laboratórios, facilitando assim a coleta dos resíduos gerados.

### **5.1 Resíduos Passivos**

#### **5.1.1 Resíduos Líquidos**

Como podemos verificar na Tabela 1A e Gráfico 1, os resíduos líquidos passivos estocados nos departamentos da UFLA correspondem a 2438,72L, sendo que o departamento que contribuiu com a maior porcentagem de resíduos gerados foi o DCF, com 27%, seguido pelos departamentos DBI com 24%, DZO com 18%, DQI 10, %DAG com 7%, DFP com 6%, DCA com 4%, DMV 3%, DCS 1% e DEG praticamente inexistente.

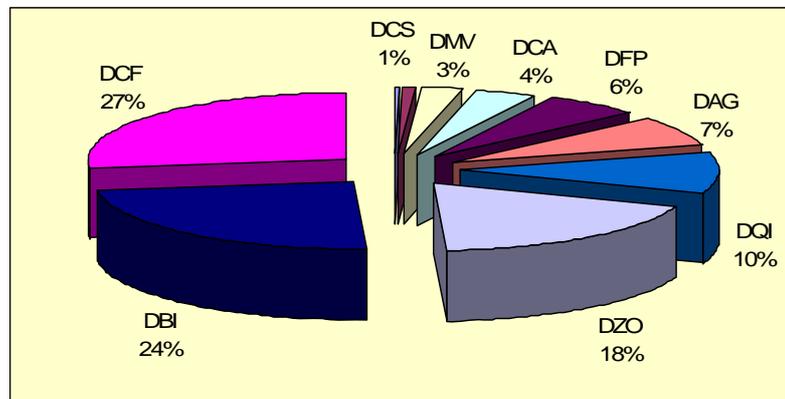


GRÁFICO 1: Quantidades percentuais dos resíduos líquidos passivos por departamento da UFLA

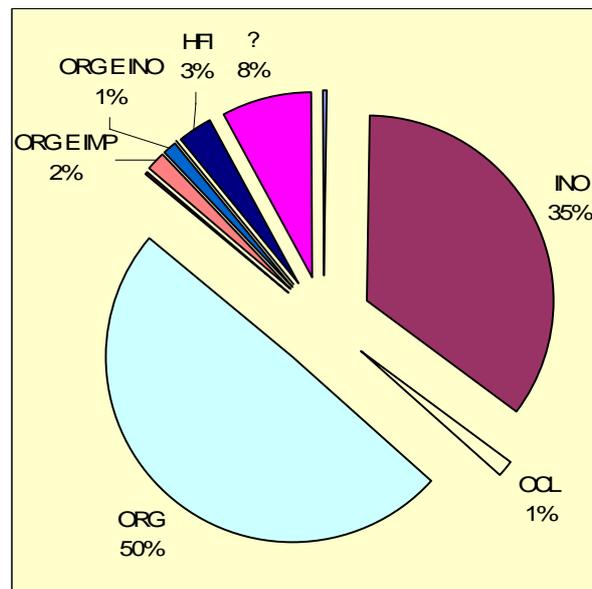


GRÁFICO 2: Percentual dos tipos de resíduos ativos líquidos.

### 5.1.2 Resíduos Sólidos

A Tabela 2A e Gráfico 3 apresentam os dados de resíduos passivos sólidos nos departamentos da UFLA corresponde a 961,53 Kg. O departamento que contribuiu com a maior porcentagem de resíduos gerados foi o DQI com 74%, seguido pelos departamentos DFP com 8%, DBI com 8%, DAG com 5%, DEG com 3%, DCF com 2%, DMV, DCA e DZO praticamente nulos.

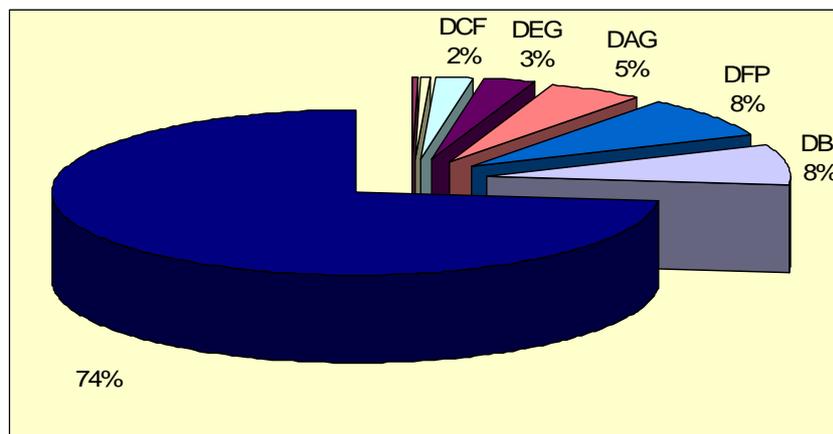


GRÁFICO 3: Quantidades percentuais dos resíduos sólidos passivos por departamento da UFLA

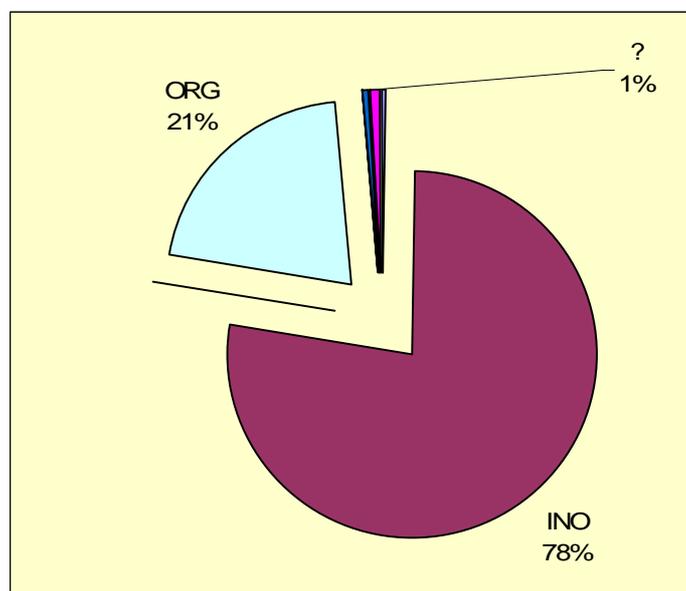


GRÁFICO 4: Percentual dos tipos de resíduos sólidos passivos.

### 5.1.3 Discussão dos Resíduos Passivos

Analisando as Tabelas 1A e 2A e as Gráficos 1 a 3, podemos verificar que o DQI apesar de sua pequena contribuição para resíduos líquidos teve maior contribuição na quantidade de resíduos sólidos. Há grande quantidade de reagentes estocados, ou seja, comprados e não utilizados em laboratórios.

Os departamentos DAG, DFP, DEG, DCF, DMV, DEN e DCS apresentaram baixas ou nulas porcentagens de resíduos líquidos e sólidos passivos, isto pode ser devido ao fato da existência de poucos laboratórios que utilizam reagentes químicos e que geram resíduos químicos, pois suas pesquisas são de campo, ou com maquinários. No DMV a maioria dos resíduos, tanto ativos como passivos, é recolhida pela empresa Pró-

Ambiental. E em sua maioria são resíduos biológicos contaminados com solventes orgânicos.

Os Gráficos 2 e 4 mostram as porcentagens dos tipos de reagentes passivos gerados, de acordo com a classificação adotada neste trabalho. A maior parte dos resíduos passivos líquidos e sólidos é de natureza orgânica e inorgânica. A pequena porcentagem de misturas de reagentes mostra que a maioria dos resíduos passivos são reagentes químicos vencidos, ou seja, comprados e não utilizados. Este fato gera grande preocupação, pois mostram que o planejamento na compra de reagentes tem sido ineficiente e excedente ao necessário, assim, grandes somas financeiras poderiam ser economizadas com o planejamento no momento da compra. Porém com a implementação de uma Unidade de Gerenciamento de Resíduos estes resíduos podem ser testados e de acordo com sua qualidade, podem ser reutilizados em aulas práticas ou no tratamento de outros resíduos, tendo assim um reaproveitamento de reagentes e uma economia financeira, além de beneficiar o planejamento de compra de novos reagentes.

## **5.2 Resíduos Sólidos Ativos**

Os Gráficos 5 a 7 e a Tabela 3A mostram as porcentagens dos resíduos sólidos ativos produzidos mensalmente. Os dados foram tabelados em quilogramas de resíduos produzidos. A quantidade de resíduos sólidos ativos produzida mensalmente na UFLA corresponde a 142,53 Kg.

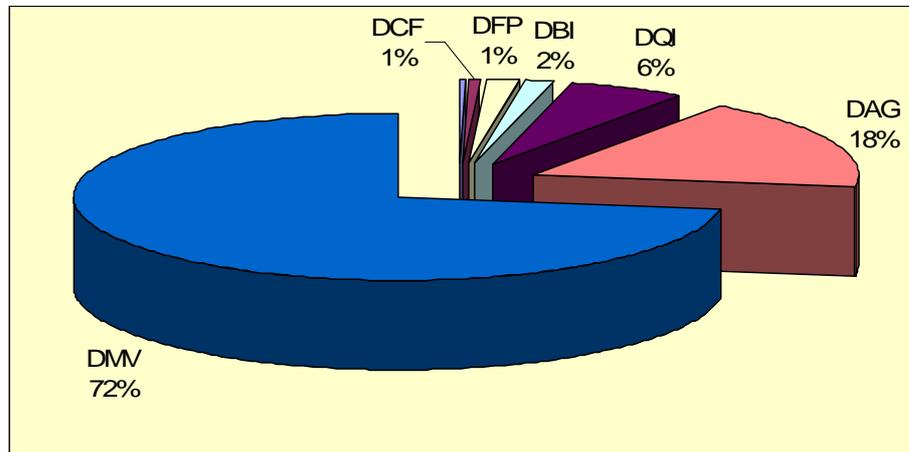


GRÁFICO 5: Quantidades percentuais dos resíduos sólidos ativos por departamento da UFLA

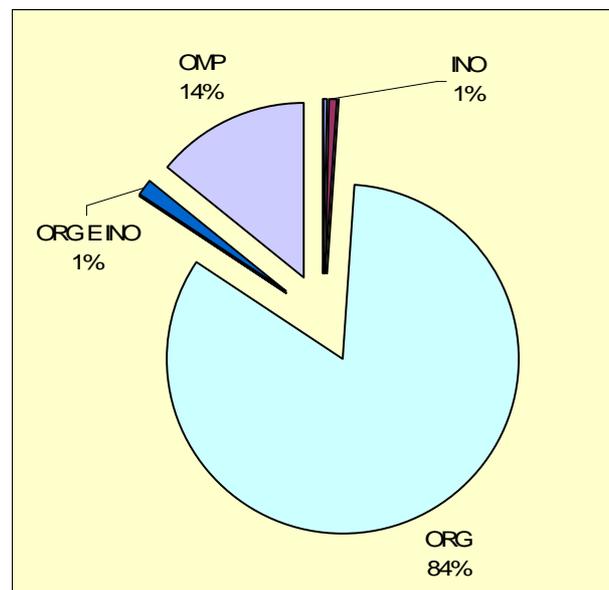


GRÁFICO 6: Percentual dos tipos de resíduos sólidos ativos.

O departamento que contribuiu com a maior porcentagem de resíduos gerados foi o DMV com 72%, onde carcaças de animais saem contaminadas com solventes orgânicos como xilol e éter. Estas carcaças são descartadas em fossa séptica, juntamente com outros materiais biológicos, e não recebem tratamento em uma unidade gerenciadora de resíduos.

Depois temos o DAG com 18% dos resíduos sólidos ativos gerados na UFLA, mas praticamente 100% de seus resíduos são algodões contaminados com tetrazólio utilizado na germinação de sementes, que são descartados em lixo comum. A partir da implementação da LGRQ o tetrazólio poderá ser retirado dos algodões. Retirando-se o contaminante, o algodão poderá ser descartado em lixo comum, e não haverá algodões como resíduo químico.

Excluindo-se os departamentos DMV e DAG, os outros aproximadamente 10% dos resíduos sólidos gerados, 13,68 kg, correspondem a resíduos dos departamentos de DBI, DQI, DCF, DFP e DCA, novos gráficos podem ser obtidos:

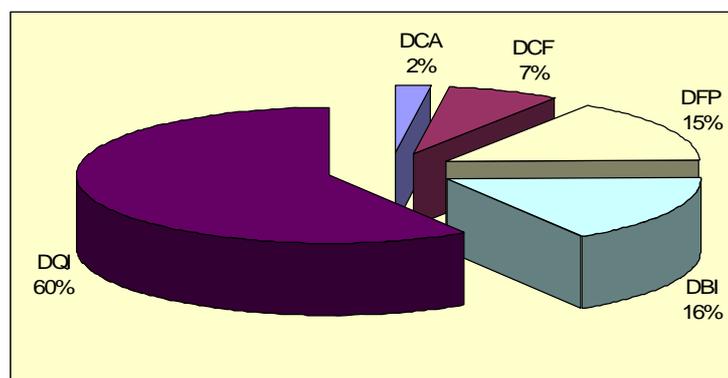


GRÁFICO 7: Quantidades percentuais dos resíduos sólidos ativos por departamento da UFLA, excluindo-se DMV e DAG.

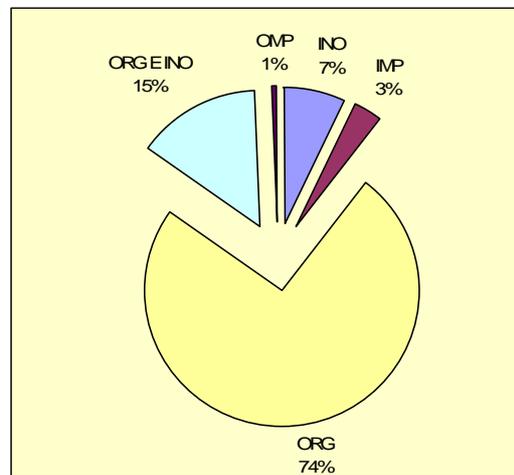


GRAFICO 8: Percentual dos tipos de resíduos sólidos ativos, excluindo-se DMV e DAG.

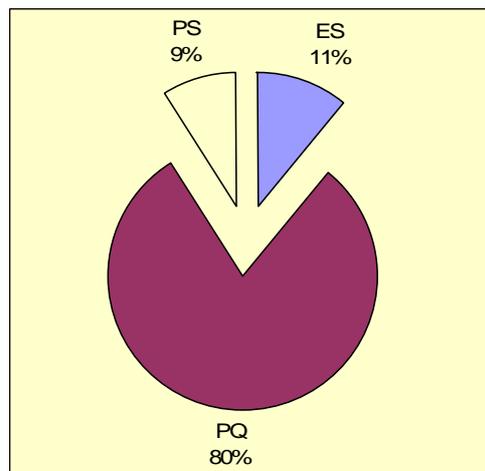


GRAFICO 9: Percentual dos tipos de laboratórios geradores de resíduos sólidos ativos, excluindo-se DMV e DAG.

TABELA 2: Percentual de resíduos ativos sólidos dos departamentos da UFLA, excluindo o DAG e o DMV-UFLA-2008/2009

	<b>IMP</b>	<b>INO</b>	<b>ORG</b>	<b>ORG E INO</b>	<b>OMP</b>
DBI ES	1,02	-	0,37	-	-
DBI PQ	2,34	-	1,39	11,11	-
DCA ES	-	-	-	2,19	-
DCF ES	-	-	1,17	0,29	-
DCF PQ	-	-	4,61	1,17	-
DFP ES	-	-	3,65	-	0,58
DFP PQ	-	-	8,04	0,07	-
DFP PS	-	-	2,92	0,07	-
DQI ES	0,07	1,39	0,44	-	-
DQI PQ	-	-	51,24	-	-
DQI PS	-	5,85	-	-	-

Relacionando os dados dos Gráficos 7 a 9 e as Tabelas 3A e 2, pode-se verificar que 80% dos resíduos sólidos produzidos são provenientes de laboratórios de pesquisa, sendo 51,24% destes orgânicos e dos laboratórios do DQI. Os laboratórios de pesquisa possuem volumes pequenos por análise, mas seu grande número de análises e repetições e sua periodicidade de funcionamento fazem com que sua porcentagem de contribuição na geração de resíduos sólidos ativos seja alta. E grande parte desses resíduos corresponde a resíduos orgânicos e misturas de reagentes orgânicos com inorgânicos.

Os laboratórios de ensino já possuem volumes maiores por análise, mas pequena periodicidade para o mesmo tipo de análise, portanto sua contribuição se torna pequena.

Os valores percentuais para laboratórios de prestação de serviço são equiparados à contribuição dos laboratórios de ensino, isso porque, apesar do número reduzido de laboratórios de prestação de serviços, seu volume geralmente é grande, devido à periodicidade de suas análises.

Os valores observados para os demais departamentos têm contribuição praticamente nulas, devido ao fato da existência de poucos laboratórios que utilizam reagentes químicos e que geram resíduos químicos, pois suas pesquisas são de campo, ou com maquinários.

### 5.3 Resíduos Líquidos Ativos

A Tabela 4A mostra os valores tabelados em litros de resíduos líquidos ativos produzidos. Os Gráficos 10 a 12 mostram as porcentagens dos resíduos líquidos ativos produzidos mensalmente. A quantidade de resíduos líquidos ativos produzido mensalmente na UFLA corresponde a 22.853,22 L.

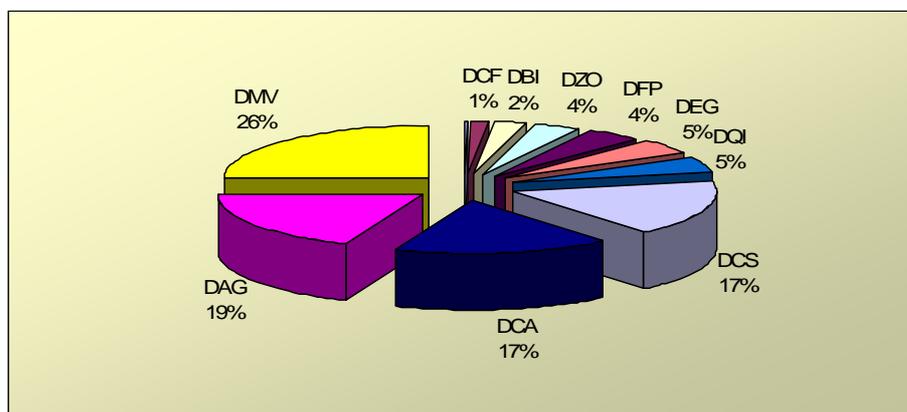


GRAFICO 10: Quantidades percentuais dos resíduos líquidos ativos por departamento da UFLA.

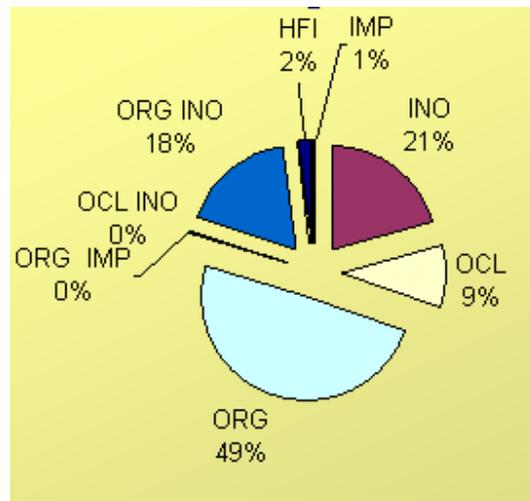


GRAFICO 11: Percentual dos tipos de resíduos líquidos ativos.

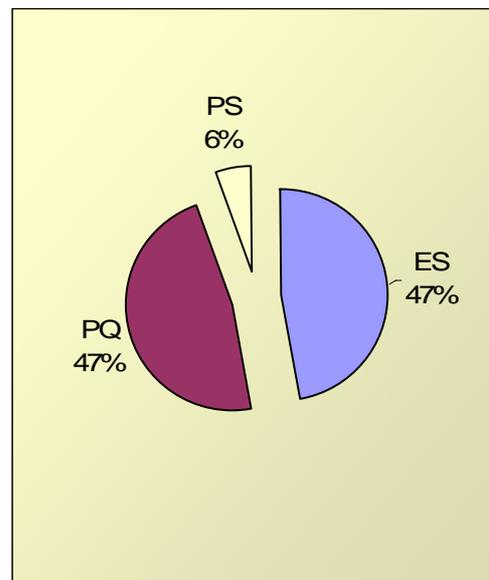


GRAFICO 12: Percentual dos tipos de laboratórios geradores de resíduos líquidos ativos.

Observa-se Nos Gráficos 10 a 12 e a Tabela 4A que o departamento que contribuiu com a maior porcentagem de resíduos gerados foi o DMV, onde são gerados 26% dos resíduos líquidos ativos da UFLA, seguido pelo DAG com 19%, DCA com 17%, DCS 17%, DQI com 5%, DEN com 5%, DFP com 4%, DZO com 4%, DBI com 2% e DCF com 1% dos resíduos líquidos ativos gerados na UFLA.

O DMV possui maior contribuição gerada pelo laboratório de anatomia e parasitologia, devido à utilização de corpos de animais como objeto de estudo. 82,8% dos resíduos gerados no departamento são resíduos orgânicos e 75,0% dos resíduos gerados no departamento são resíduos de laboratórios de ensino.

Em seguida estão os departamentos DAG, DCA e DCS que tem grande contribuição devido aos laboratórios de eletroforese na área de pesquisa, grãos raízes e tubérculos na área de ensino e microbiologia na área de pesquisa, respectivamente. Nestes laboratórios, 43% dos resíduos gerados nestes são resíduos orgânicos. Nestes departamentos, 63% dos resíduos gerados são resíduos de laboratórios de pesquisa e 34% de laboratórios de ensino. A maioria dos resíduos são orgânicos, inorgânicos ou orgânicos misturados com inorgânicos.

Os demais departamentos têm contribuições pequenas, mas somados contribuem com 21,7% dos resíduos líquidos ativos gerados na UFLA.

Foram entrevistados na UFLA 70 laboratórios de pesquisa, 45 laboratórios de ensino e 16 laboratórios de prestação de serviço, dentro dos quais, alguns laboratórios podem ter funções concomitantes. Com base nestes dados podem-se explicar os 53% de contribuição na geração de resíduos líquidos ativos por parte dos laboratórios de pesquisa. 39% da contribuição dos laboratórios de ensino e 8% da contribuição dos laboratórios de prestação de serviços. 92% dos resíduos gerados na UFLA são provenientes dos

laboratórios de ensino e pesquisas científicas, sendo baixa a porcentagem de resíduos provenientes de laboratórios de prestação de serviços. Além deste fato, há presença de muitos laboratórios de pesquisa que apesar de suas análises serem cada uma de pequenos volumes, sua periodicidade e repetibilidade, para maior exatidão dos resultados obtidos, contribuem para geração de grande volume total. Já nos laboratórios de ensino, as aulas geralmente são ministradas semestralmente, mas devido à quantidade de turmas e análises por grupo, têm significativa contribuição no volume total gerado.

A Tabela 3 auxilia na melhor compreensão dos dados, pois relaciona os laboratórios e suas contribuições percentuais.

TABELA 3: Percentual de resíduos ativos líquidos dos departamentos da UFLA- UFLA- 2008/2009.

		IMP	INO	OCL	ORG	OCL INO	ORG IMP	ORG INO	OMP	HFI
DAG	ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DAG	PQ	-	4,6	8,8	3,8	-	-	1,5	-	-
DAG	OS	-	0,2	-	0,9	-	-	-	-	-
DBI	ES	-	-	-	0,2	-	-	0,2	-	-
DBI	PQ	-	-	0,1	1,0	-	-	0,9	-	0,1
DCA	ES	-	0,2	-	16,1	-	-	-	-	-
DCA	PQ	-	0,2	0,1	0,5	-	-	-	-	-
DCA	OS	-	0,2	-	0,1	-	-	-	-	-
DCF	ES	-	-	-	0,2	-	-	0,2	-	-
DCF	PQ	-	-	-	0,2	0,2	-	0,6	-	-
DCF	OS	-	-	-	0,2	-	-	0,2	-	-
DCS	ES	-	1,4	-	0,2	-	-	-	-	-
DCS	PQ	-	4,2	-	1,2	-	-	8,2	-	-
DCS	OS	-	0,5	-	-	-	-	0,1	-	-
DEG	ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEG	PQ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEG	OS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEN	ES	-	-	-	-	-	-	4,8	-	-
DEN	PQ	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
DEN	OS	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
DFP	ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DFP	PQ	-	-	-	1,9	-	-	-	-	1,8
DFP	OS	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
DMV	ES	-	1,9	-	17,3	-	-	0,1	-	-
DMV	PQ	-	2,3	-	3,5	-	-	0,2	-	-
DMV	OS	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
DQI	ES	-	3,8	-	0,2	-	-	-	-	-
DQI	PQ	-	-	-	0,2	-	-	0,3	-	-
DQI	OS	0,5	0,9	-	0,6	-	-	0,2	-	-
DZO	ES	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DZO	PQ	-	0,3	-	0,1	-	-	0,5	-	-

## **5.4 Tratamento dos dados por Quimiometria**

Os dados foram tratados por quimiometria com auxílio do programa PIROUETTE versão 4.1, para tratamento dos dados foi utilizada a PCA, análise dos componentes principais. Estes componentes são fatores que auxiliam na separação dos laboratórios de acordo com os resíduos gerados pelos mesmos, facilitando a otimização da coleta e o tratamento dos resíduos, ou seja, é possível recolher resíduos semelhantes, de todos os laboratórios da UFLA, dando a eles o tratamento ou destino final adequado.

Os gráficos foram obtidos a partir dos dados das Tabelas 1A, 2A, 3A e 4A. Foram utilizados apenas dois fatores, pois com eles foi possível explicar a 99% dos dados obtidos. A PCA separou os dados dos laboratórios em função do resíduo potencialmente produzido, não significando que o mesmo não produza concomitantemente outros tipos de resíduos.

### **5.4.1 Resíduos Sólidos Passivos**

Como PCs são as combinações lineares das variáveis originais, que é uma função dos scores (relativos às amostras e os laboratórios) e loadings (relativos às variáveis, que são os pesos que cada variável original tem sobre a PC), pelo gráfico 13 a), pode-se verificar que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa DQI GERAL dos demais laboratórios, enquanto que a PC2 que explica a segunda maior variância dos dados, separa DBI GERAL dos demais laboratórios.

DBI NUTRI. E METAB., DMV GERAL, DZO GERAL, DAG CAFEIC., DAG PQ CULT. TEC., DAG GERAL, DCA GERAL, DCF GERAL, DCF PQ MELHOR. GEN., DEG HIDRÁULICA E DFP GERAL, formam um agrupamento com scores negativos em PC1, indicando que possuem características semelhantes. Essas características podem ser

determinadas pelos gráficos de loadings do Gráfico 13 b), que mostra que esses laboratórios têm em comum resíduos do tipo ORG E INO (juntos), enquanto DQI GERAL se diferencia dos demais pela elevada quantidade de resíduos IMP, ORG e INO (maiores loadings em PC1) e DBI GERAL pela elevada quantidade de resíduos sólidos passivos desconhecidos (maiores loadings positivos em PC2).

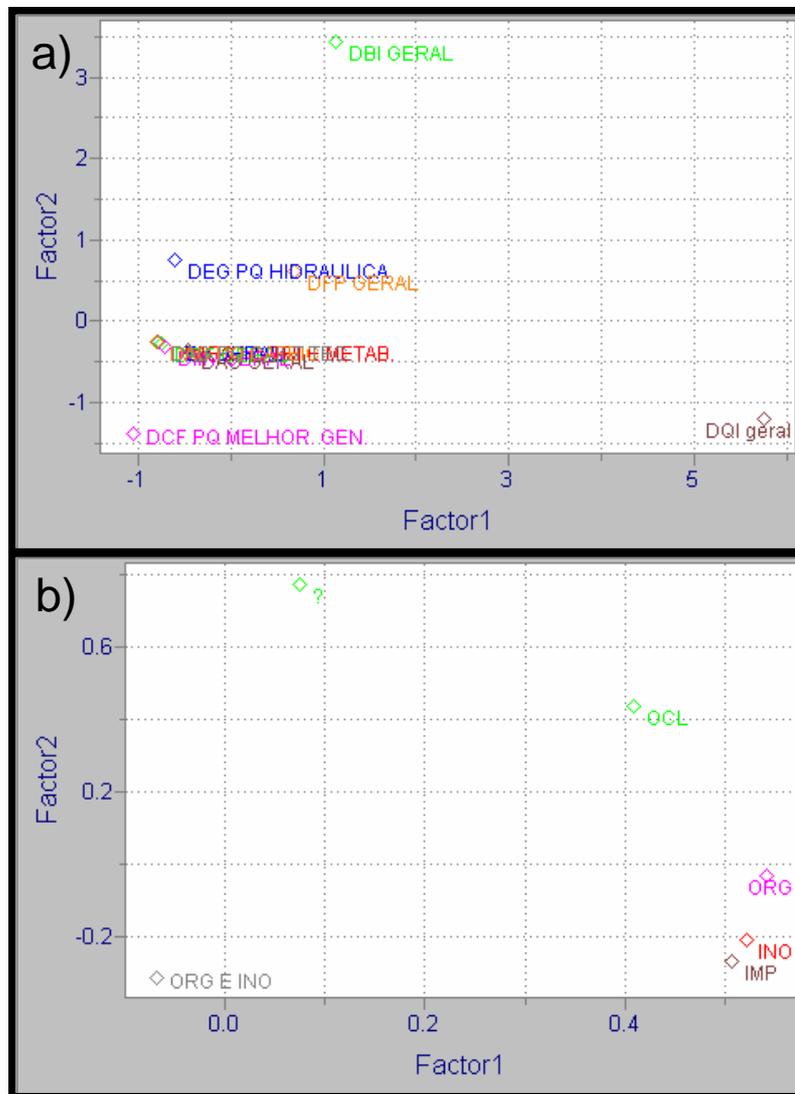


Gráfico 13: PCA dos dados laboratoriais dos resíduos sólidos passivos da UFLA, obtido pelo programa Pirouette 4.1. a) scores, b) Loadings.

### 5.4.2 Resíduos Líquidos Passivos

Como PCs são combinações lineares das variáveis originais e que são uma função dos scores e loadings, pela análise da Gráfico 14 a) pode-se verificar que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa DAG GERAL, DCA GERAL, DMV GERAL, DBI GERAL, DCF GERAL, DAG PQ CULT TEC, DCS PQ MICROB dos demais laboratórios. A PC2, que explica a segunda maior variância dos dados, separa DCA GERAL, DMV GERAL, DBI PQ MELHOR. PLANTAS E GENET. dos demais laboratórios.

DQI PQ PROD NAT, DBI NUTRI E METAB., DBI PQ CENTRAL BIO MOLEC, DBI PQ MELHOR. PLANTAS E GENET., DBI PQ ZOOL., DMV ES FISIO/FARMACO, DMV ES HOSP, DMV PQ HOSP, DMV PS HOSP, DZO GERAL, DAG CAFEIC, DAG HORTA, DCA PQ MICROB, DCF ES ENERG. MAD., DCF ES SEM. FLOREST., DCF PQ ENERG. MAD., DCF PQ SEM. FLOREST., DCF PS ENERG. MAD., DEG HIDRAULICA e DFP GERAL, formam um agrupamento com scores negativos em PC1, indicando que possuem características semelhantes. Essas características podem ser determinadas pela Tabela 1A e pelos gráficos de loadings do Gráfico 14 b), que mostra que esses laboratórios têm em comum resíduos do tipo ORG E INO (juntos), INO, IMP e HFI, sendo que este último não é tratado na LGRQ, mas deve ser enviado para disposição adequada.

O laboratório DBI GERAL se diferencia dos demais pela elevada quantidade de resíduos líquidos passivos desconhecidos e OCL (maiores loadings positivos em PC1). O laboratório DQI GERAL se diferencia dos demais pela geração de resíduos líquidos passivos desconhecidos (segundo maior loading em PC1). O laboratório DMV GERAL se diferencia dos demais pela elevada quantidade de resíduos IMP (terceiro maior loading em

PC1, e segundo maior loading em PC2). O laboratório DCA GERAL é responsável pela maioria dos resíduos líquidos passivos ORG E IMP (juntos) (maior loading em PC2).

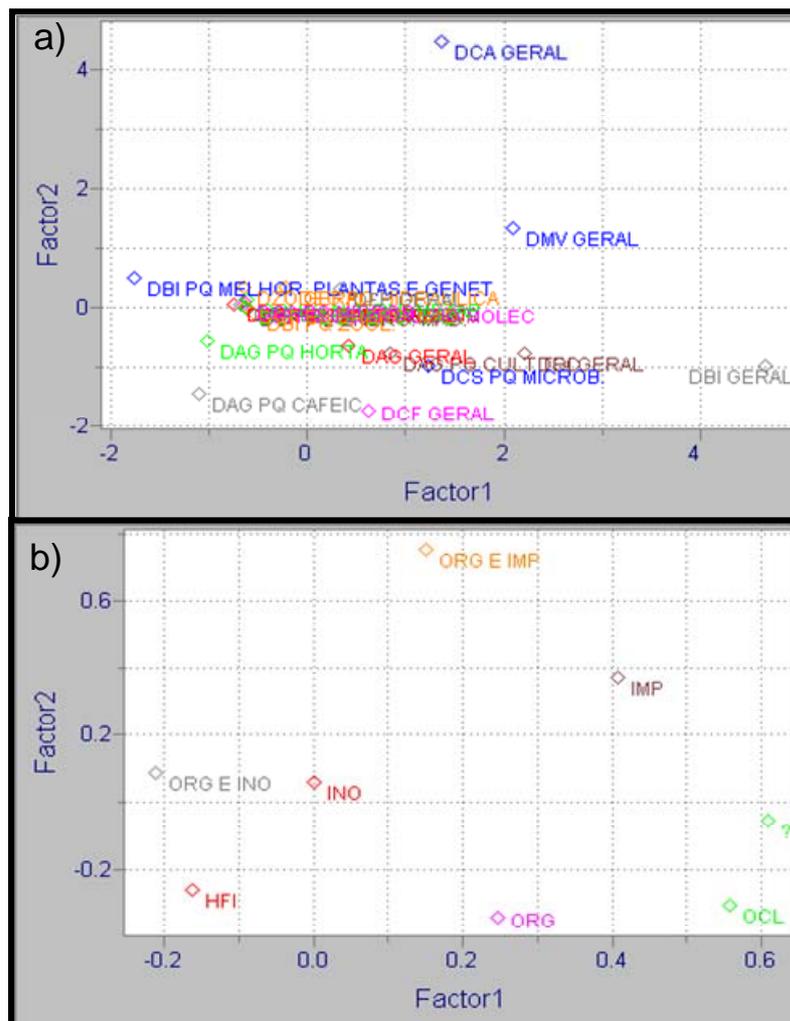


GRAFICO 14 a) e b): Dados laboratoriais dos Resíduos Passivos Líquidos Gerados nos Departamentos da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1  
a) scores b) loadings

Os laboratórios DCA GERAL, DMV GERAL, DBI GERAL, DAG PQ CAFEIC, DCF GERAL, são facilmente separados pela PC1 e PC2. Assim, para uma análise detalhada dos demais laboratórios, que possibilite a identificação de suas contribuições em cada tipo de resíduo por meio das PC1 e PC2, excluíram-se os laboratórios DCA GERAL, DMV GERAL, DBI GERAL, DAG PQ CAFEIC, DCF GERAL, plotando-se novos gráficos de loadings e scores, observados nas Gráfico 15 a) e b).

Analisando a Figuras 18 a) pode-se verificar que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa DFP GERAL, DQI GERAL, DEG PQ HIDRÁULICA e DAG GERAL dos demais laboratórios. A PC2, que explica a segunda maior variância dos dados, separa DAG PQ HORTA, DCF PQ SEM. FLOREST., DFP GERAL, DEG PQ HIDRÁULICA, DMV ES FISIO/FARMACO E DCF ES SEM. FLOREST. dos demais laboratórios.

DQI PQ PROD NAT, DBI NUTRI E METAB., DBI PQ CENTRAL BIO MOLEC, DBI PQ MELHOR. PLANTAS E GENET., DBI PQ ZOOL., DMV ES FISIO/FARMACO, DMV ES HOSP, DMV PQ HOSP, DMV PS HOSP, DZO GERAL, DAG PQ CULT TEC., DAG HORTA, DCA PQ MICROB, DCF ES ENERG. MAD., DCF ES SEM. FLOREST., DCF PQ ENERG. MAD., DCF PQ SEM. FLOREST., DCF PS ENERG. MAD., formam um agrupamento com scores negativos em PC1, indicando que possuem características semelhantes. Essas características podem ser observadas pela Tabela 1A e pelos gráficos de loadings do Gráfico 15 b), que mostra que esses laboratórios têm em comum resíduos do tipo INO, ORG E INO, HFI e OCL.

DQI GERAL, DAG GERAL, DAG PQ CULT. TEC. E DCS PQ MICROB. formam um agrupamento com scores negativos em PC2, indicando que possuem características semelhantes. Essas características podem ser observadas pela Tabela 1A e pelos gráficos de loadings do Gráfico

15 18 b), que mostra que esses laboratórios têm em comum resíduos do tipo OCL. O laboratório DAG PQ HORTA também é responsável por grande parte dos resíduos HFI, apesar de maior parte deste resíduo ser proveniente do laboratório DAG PQ CAFEIC (maior loading em PC2). O laboratório DFP GERAL contribui para a geração de resíduos IMP e ORG (maior loading em PC1).

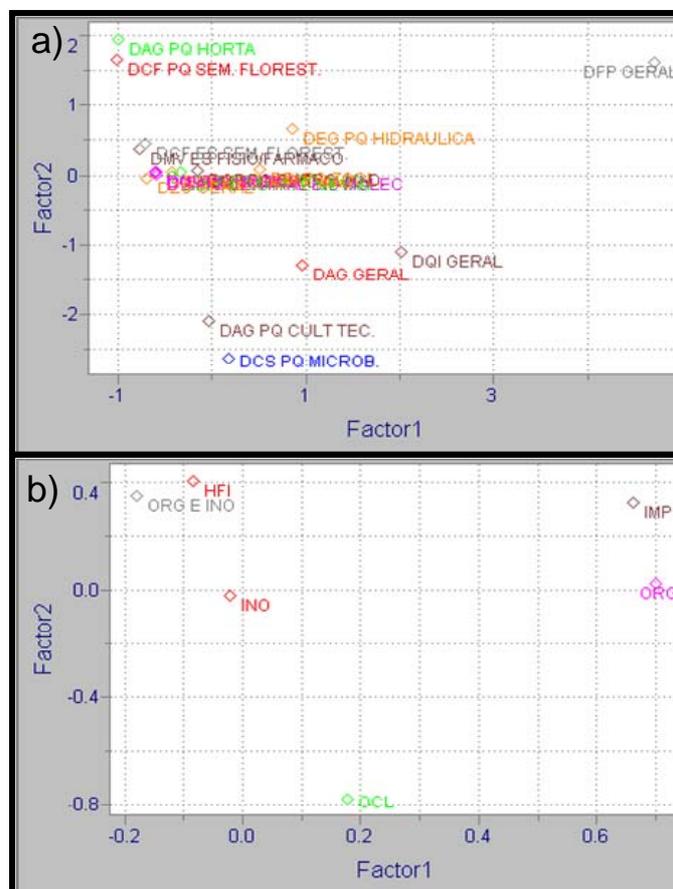


Gráfico 15: Dados laboratoriais dos Resíduos Passivos Líquidos Gerados nos Departamentos da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, excluindo-se os laboratórios: DCA GERAL, DMV GERAL, DBI GERAL, DAG PQ CAFEIC, DCF GERAL a) scores, b) loadings.

Os laboratórios DAG PQ HORTA, DCF PQ SEM. FLOREST., DEG PQ HIDRÁULICA, DFP GERAL, DQI GERAL, DAG GERAL, DAG PQ CULT. TEC., DCS PQ MICROB., são facilmente separados pela PC1 e PC2. Desta forma, para uma análise detalhada dos demais laboratórios, que possibilite a identificação de suas contribuições em cada tipo de resíduo por meio das PC1 e PC2, excluíram-se os laboratórios DAG PQ HORTA, DCF PQ SEM. FLOREST., DEG PQ HIDRAULICA, DFP GERAL, DQI GERAL, DAG GERAL, DAG PQ CULT. TEC., DCS PQ MICROB., plotando-se novos gráficos de loadings e scores (Gráfico 16 a) e b)).

Analisando o Gráfico 16 a) pode-se verificar que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa os laboratórios DBI PQ CENTRAL BIO. MOLEC, DZO GERAL E DBI PQ NUTRI E METAB. dos demais e a PC2 que explica a segunda maior variância dos dados separa os laboratórios DBI PQ ZOOL., DMV ES FISIO/ FARMACO E DCF ES SEM. FLOREST. dos demais.

O Gráfico 16 b), de loadings e a Tabela 1A, explicam esta separação, baseada nas características semelhantes entre os laboratórios.

Pode-se verificar que o laboratório DBI PQ ZOOL. contribui para a geração de resíduos ORG. Os laboratórios DCF ES SEM. FLOREST. e DMV ES FISIO/FARMACO contribuem para a geração de resíduos ORG E INO (juntos). Os demais laboratórios são, basicamente, geradores de resíduos INO, ORG e OCL.

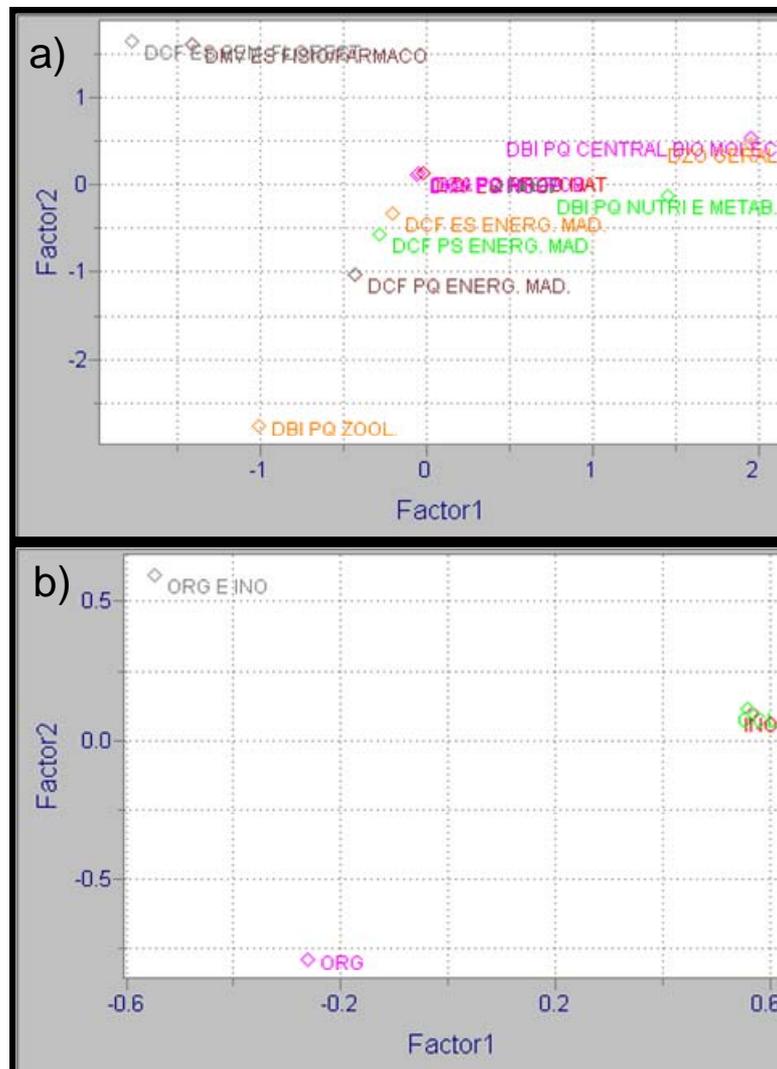


GRAFICO 16: Dados laboratoriais dos Resíduos Passivos Líquidos Gerados nos Departamentos da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, excluindo-se os laboratórios: DCA, DMV, DAG, DBI, DQI, DFP GERAIS; DAG PQ CAFEIC, DCF GERAL, DAG PQ HORTA, DCF PQ SEM. FLOREST., DEG PQ HIDRAULICA, DAG PQ CULT. TEC., DCS PQ MICROB.a) scores b) loadings

### 5.4.3 Resíduos Sólidos Ativos

Como PCs são combinações lineares das variáveis originais e que são uma função dos scores (relativos as amostras, os laboratórios) e loadings (relativos às variáveis, que são os pesos que cada variável original tem sobre a PC), analisando a Figura 20 a) pode-se verificar que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa DMV FISIO/FARMACO dos demais laboratórios, enquanto que a PC2 que explica a segunda maior variância dos dados, separa DBI TEC E PLANTAS E DMV ES NUTRIÇÃO e dos demais laboratórios.

Analisando a Figura 20 b) e a Tabela 3A, pode-se verificar que o laboratório DMV FISIO/FARMACO com scores negativos em PC1, difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos ORG (menores loadings em PC1). O laboratório DMV ES NUTRIÇÃO difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos OMP (maior loading em PC2). O laboratório DBI TEC E PLANTAS, com elevados valores em PC1, e menores valores em PC2, difere dos demais laboratórios pela sua elevada contribuição de resíduos IMP (menores loading em PC2) . Os demais laboratórios (DQI ES BIQ, DQI ES QANAL, DQI PQ BIQ, DQI PQ CAPQ, DQI PS Foliar, DBI ES/PQ FISIO VEG, DBI PQ METAB. PLANTAS, DMV PQ/ES/PS PATO/NECRO, DAG PQ CAFEIC, DAG PQ ELETROFORESE, DAG PS LAB SERVIÇO, DCA ES MICROB, DCF ES/PQ SEM. FLOREST., DFP ES M. ELETRON., DFP PQ ECO. FUNGO PATO. FLOREST., DFP PQ/PS CLIN. SANIT., DFP PQ/PS PATO. SEMENTES) contribuem principalmente para a geração de resíduos INO e parcialmente para a geração de resíduos ORG.

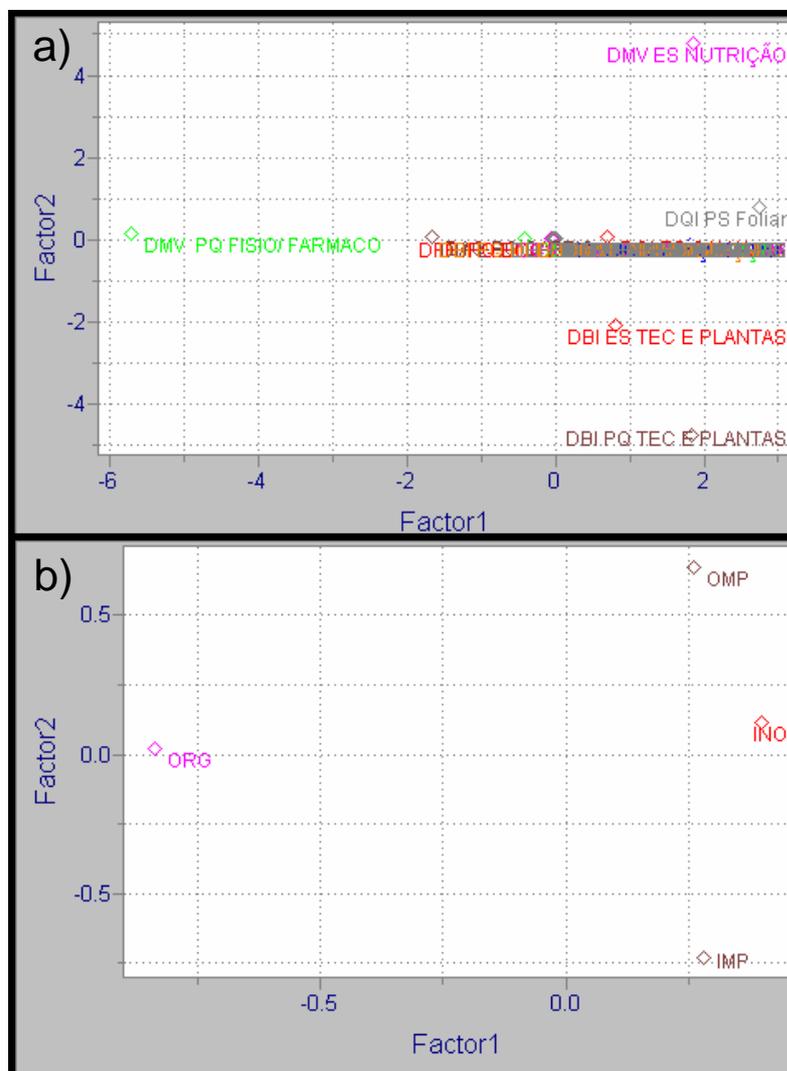


GRAFICO 17: Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos Sólidos Gerados nos Departamentos da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings.

#### 5.4.4 Resíduos Líquidos Ativos

Como em todos os departamentos entrevistados há contribuição na geração de resíduos líquidos ativos, os dados foram apresentados por

departamento ou por junção de alguns departamentos de áreas correlatas de ensino.

#### **5.4.4.1 DQI**

O laboratório DQI CAPQ compreende laboratórios de pesquisa dos professores: Zuy, Adelir, Mário, Walclée, Luis; o laboratório DQI ES/PQ BIQ inclui os professores: Angelita, Celeste, Graça, o laboratório DQI ES QANAL/FIQ inclui os professores Teodorico, Adelir e Zuy, o laboratório DQI PQ BIO Molec inclui o Prof. Luciano e o laboratório DQI PQ PROD NAT. inclui o prof. Denílson.

Analisando o Gráfico 18 a) pode-se verificar que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa DQI ES QGR dos demais laboratórios, enquanto que a PC2 que explica a segunda maior variância dos dados, separa PS FERTL dos demais laboratórios.

Analisando o Gráfico 18 b) e a Tabela 4A, pode-se verificar que o laboratório DQI ES QGR com scores positivos em PC1, difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos INO (maiores loadings em PC1). O laboratório DQI PS FERTL difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos IMP (maior loading em PC2).



ES QGR e DQI PS FERTE, plotando-se novos gráficos de loadings e scores, observados nos Gráficos 19 a) e b).

Por meio nos Gráficos 19 a), pode-se verificar que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa DQI PQ ANGEL dos demais laboratórios, enquanto que a PC2 que explica a segunda maior variância dos dados, separa DQI PQ CELESTE, DQI PQ DENIL, DQI PS CACHAÇA e DQI PQ LUIS dos demais laboratórios.

Analisando o Gráfico 19 b) e a Tabela 4A, pode-se verificar que o laboratório DQI PQ ANGEL com maiores scores positivos em PC1, difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos INO E ORG (juntos) (maiores loadings em PC1). Os laboratórios DQI PQ CELESTE, DQI PQ DENIL, DQI PS CACHAÇA diferem dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos ORG (maiores loadings em PC2).

Os demais laboratórios (DQI PQ LUIS, DQI ES BIQ, DQI PQ CUSTÓDIO, DQI PQ MARIO, DQI ES FIQ, DQI PQ GRAÇA, DQI ES WALCLEE, DQI ES QANAL, DQI GERAL, DQI PQ ZUY, DQI PQ ADELIR) contribuem para os resíduos INO, IMP, OCL E INO, OMP, OCL E ORG E IMP (juntos) (menores loadings de PC1 e PC2)

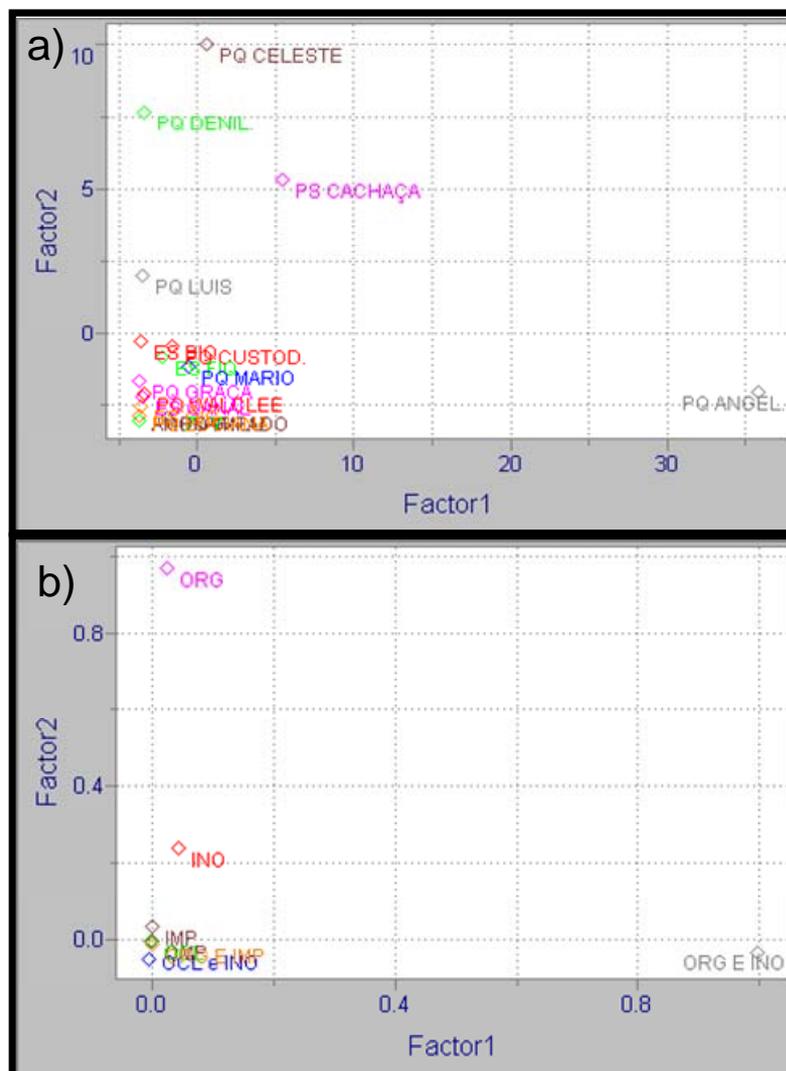


Gráfico 19: Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Química da UFLA, omitindo-se os dados dos laboratórios DQI ES QGR e DQI PS FERLTL, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1; a) scores, b) loadings.

#### 5.4.4.2 DBI

Analisando as PCs, que são uma função dos scores e loadings, pode-se verificar, pelo Gráfico 20 a), que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa os laboratórios DBI PQ TEC E PLANTAS e DBI PQ MELHOR. PLANTAS E GENÉTICA dos demais, enquanto que a PC2, que explica a segunda maior variância dos dados, separa DBI PQ CITOGENÉTICA dos demais laboratórios.

Analisando o Gráfico 20 b) e a Tabela 4A, pode-se verificar que o laboratório DBI PQ CITOGENÉTICA com maiores valores positivos em PC1, difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos INO e ORG (maiores loadings em PC1). O laboratório DBI PQ TEC E PLANTAS difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos ORG E INO (juntos) (maior loading em PC2).

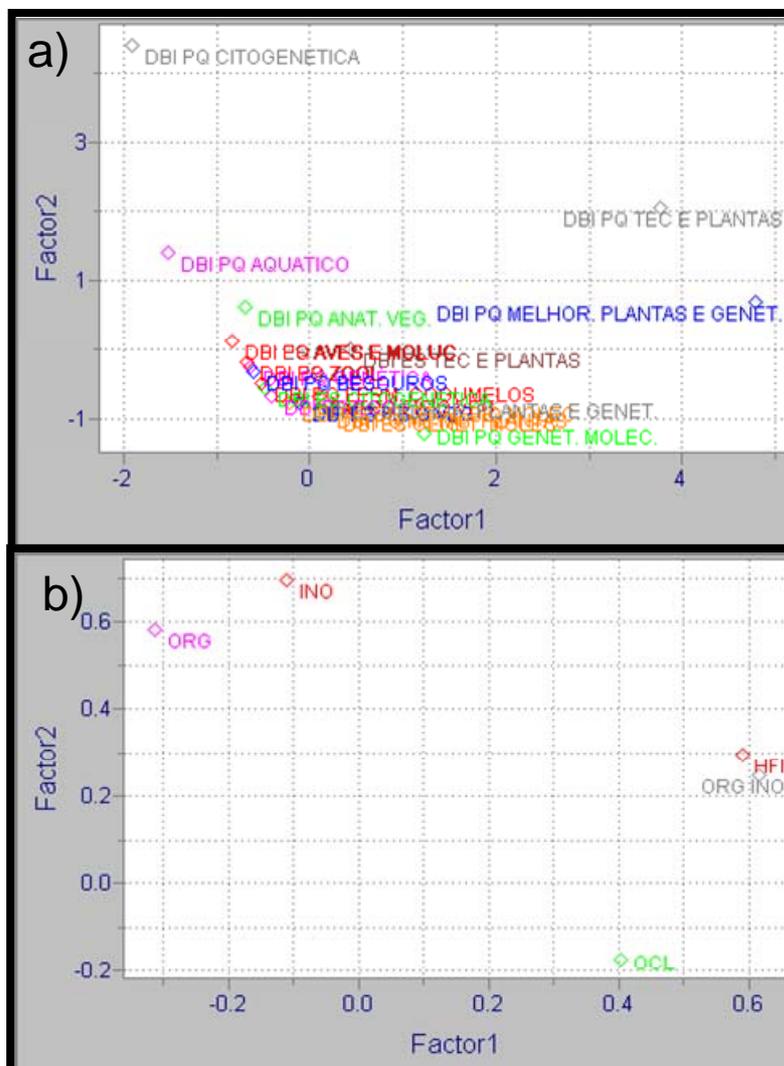


GRÁFICO 20: Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Biologia da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1; a) scores, b) loadings.

Os laboratórios DBI PQ TEC E PLANTAS e DBI PQ CITOGENÉTICA, são facilmente separados pela PC1 e PC2. Desta forma, para uma análise detalhada dos demais laboratórios, que possibilite a

identificação de suas contribuições em cada tipo de resíduo por meio das PC1 e PC2, excluíram-se os laboratórios DBI PQ TEC E PLANTAS e DBI PQ CITOGENETICA, plotando-se novos gráficos de loadings e scores, observados nos Gráfico 21 a) e b).

Analisando os Gráficos 20 b) e 21 b) e a Tabela 4A, pode-se verificar que o laboratório DBI ES TEC E PLANTAS com maiores valores positivos em PC2, difere dos demais laboratórios por sua contribuição na geração de resíduos INO e ORG (maiores loadings em PC2). O laboratório DBI PQ GENET MOLEC. com altos valores positivos em PC1 e valores negativos em PC2, difere dos demais laboratórios por sua contribuição na geração de resíduos OCL (alto loading em PC1 e menor loading em PC2). Os demais laboratórios com valores negativos em PC2, DBI ES AVES E MOLUC., DBI ES CITOGENETICA, DBI ES ECO., DBI ES FISIO. VEG., DBI ES GENET. MOLEC., DBI ES MELHOR. PLANTAS E GENET., DBI ES TEC E PLANTAS, DBI ES ZOOL., DBI PQ ANAT. VEG., DBI PQ AQUATICO, DBI PQ BESOUROS, DBI PQ CENTRAL BIO. MOLEC., DBI PQ FERM. COGUMELOS, DBI PQ GENÉTICA e DBI PQ METAB. PLANTAS contribuem para a geração de resíduos ORG, ORG E INO (juntos), OCL e HFI.



#### 5.4.4.3 DMV

Analisando as PCs, que são uma função dos scores e loadings, pode-se verificar, pelo Gráfico 22 a), que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa os laboratórios DMV ANATO. dos demais, enquanto que a PC2, que explica a segunda maior variância dos dados, separa DMV PQ HOSP. E DMV PQ VIROL. dos demais.

Analisando o Gráfico 22 b) e a Tabela 4A, pode-se verificar que o laboratório DMV PQ HOSP. com maiores valores positivos em PC2, difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos OCL e parcialmente para os resíduos ORG E INO (juntos) (maiores loadings em PC2). O laboratório DMV PQ VIROL. difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos ORG E INO (juntos) (segundo maior loading em PC2). E o laboratório DMV ANATO. com maiores valores positivos em PC1, difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos INO e ORG (maiores loadings em PC1).

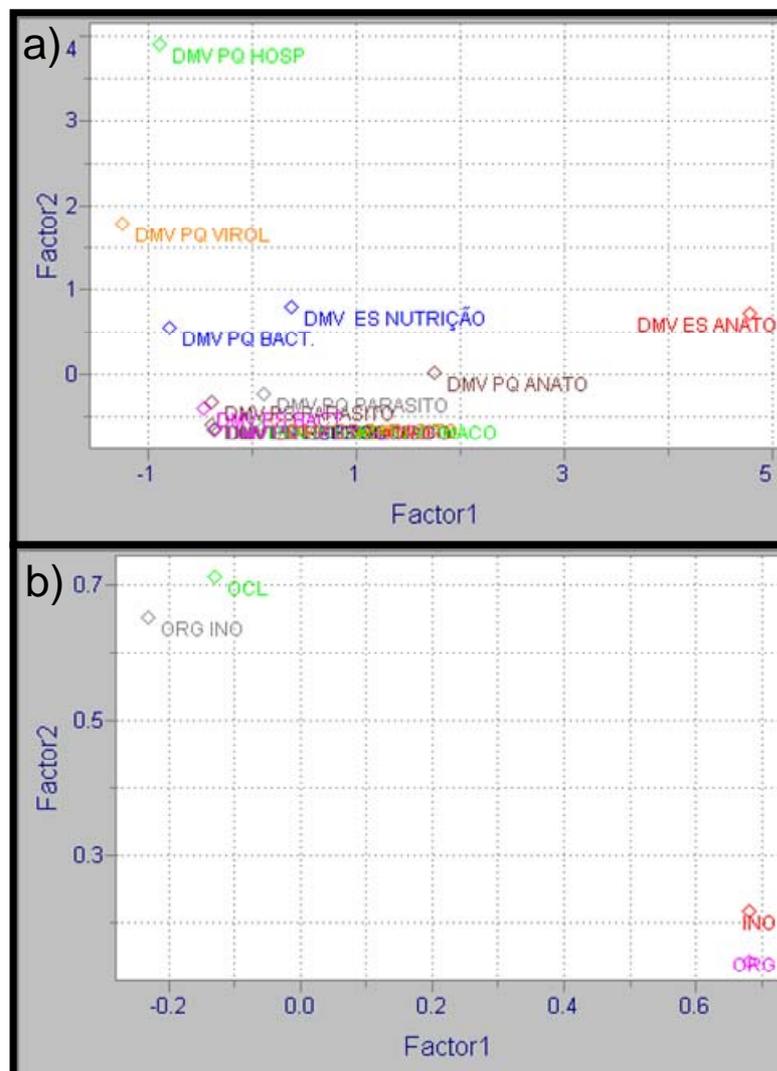


GRAFICO 22: Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos Líquidos Gerados nos Departamentos de Medicina Veterinária da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1; a) scores, b) loadings.

Os laboratórios DMV PQ HOSP, DMV ES ANATO, DMV PQ VIROL., DMV ES NUTRIÇÃO, DMV PQ BACTER., são facilmente separados pela PC1 e PC2. Assim, para uma análise detalhada dos demais

laboratórios, que possibilite a identificação de suas contribuições em cada tipo de resíduo por meio das PC1 e PC2, excluíram-se os laboratórios DMV PQ HOSP, DMV ES ANATO, DMV PQ VIROL., DMV ES NUTRIÇÃO, DMV PQ BACTER., plotando-se novos gráficos de loadings e scores, observados no Gráfico 23 a) e b).

Pode-se verificar, pelo Gráfico 23 a), que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa os laboratório DMV PQ PARASITO, DMV ES BACT. E DMV PQ FISIO/FARMACO dos demais, enquanto que a PC2, que explica a segunda maior variância dos dados, também separa o laboratório DMV PQ FISIO/FARMACO dos demais.

Analisando o Gráfico 23 b) e a Tabela 4A, pode-se verificar que o laboratório DMV PQ FISIO/FARMACO com maiores valores positivos em PC2, difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos INO e, parcialmente, resíduos ORG (maiores loadings em PC2). O laboratório DMV PARASITO. difere dos demais laboratórios por sua contribuição na geração de resíduos ORG e ORG E INO (juntos) (altos loadings em PC1). Os demais laboratórios, DMV PS/ES HOSP., DMV PS PARASITO., DMV PATO/ NECRO., DMV PQ CITO HIST., DMV PQ CITOL., DMV PQ REPROD. e DMV ES BACT., têm pequenas contribuições para os demais tipos de resíduos.

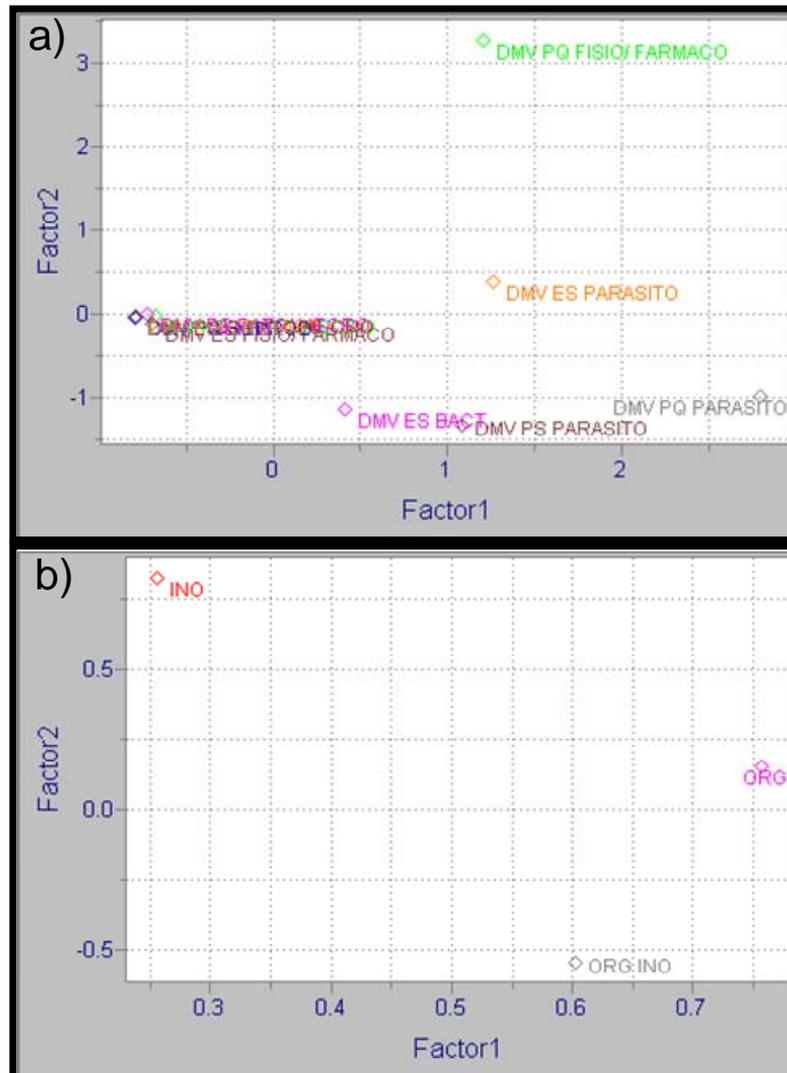


GRAFICO 23: Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Medicina Veterinária da UFLA, omitindo-se os dados dos os laboratórios DMV PQ HOSP, DMV ES ANATO, DMV PQ VIROL., DMV ES NUTRIÇÃO, DMV PQ BACTER., obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1; a) scores, b) loadings.

#### **5.4.4.4 DAG**

Analisando as PCs, que são uma função dos scores e loadings, pode-se verificar, pelo Gráfico 24 a), que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa o laboratório DAG PQ ELETROFORESE dos demais, enquanto que a PC2, que explica a segunda maior variância dos dados, separa o laboratório DAG PQ CAFEIC. dos demais.

Analisando o Gráfico 24 b) e a Tabela 4A, pode-se verificar que o laboratório DAG PQ CAFEIC com maiores valores positivos em PC2, difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos OCL E INO (juntos) (maior loading em PC2). O laboratório DAG PQ ELETROFORESE difere dos demais laboratórios por sua elevada contribuição na geração de resíduos ORG E INO (juntos) e ORG, INO e OCL também. Os demais laboratórios, DAG CULT TEC. e DAG PS LAB SERVIÇO, têm pequenas contribuições de ORG e INO, misturados e separadamente.

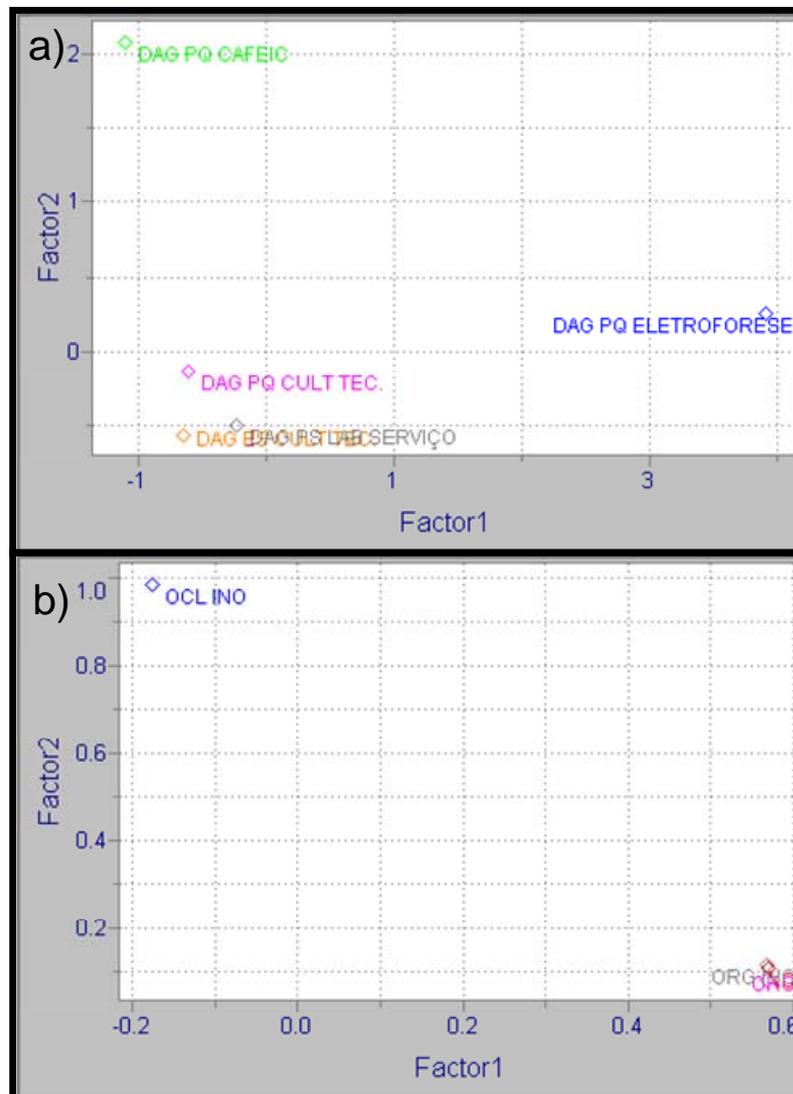


GRAFICO 24: Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Agricultura da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1; a) scores, b) loadings.

#### 5.4.4.5 DCA

Analisando as PCs, que são uma função dos scores e loadings, pode-se verificar, pelo Gráfico 25 a), que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa os laboratórios DCA PQ/PS MICROB. dos demais, enquanto que a PC2, que explica a segunda maior variância dos dados, separa os laboratórios DCA PQ OPU, DCA ES MICROB., DCA ES ALI-158 e DCA ES POS COLHEITA dos demais.

Analisando o Gráfico 25 b) e a Tabela 4A, pode-se verificar que os laboratórios DCA PQ/PS MICROB difere dos demais laboratórios pela sua elevada contribuição de resíduos OCL E INO (juntos) (maiores loadings em PC1), mas também contribui para a geração de resíduos ORG E INO (juntos e separadamente). DCA PQ OPU E DCA ES MICROB. difere dos demais laboratórios pela elevada contribuição de resíduos OCL, sendo que o laboratório DCA ES MICROB. também contribui para a geração de resíduos ORG E INO (juntos e separadamente) ( maiores valores de PC2); o laboratório DCA ES POS COLHEITA, valores positivos de PC2, contribui principalmente para a geração de resíduos ORG E INO (juntos), e parcialmente para a geração de resíduos ORG e INO (separadamente); o laboratório DCA ES ALI-158, com baixo valores de PC1 e PC2, contribui para a geração de resíduos ORG (loadings negativos de PC1 e PC2). Os demais laboratórios, DCA PQ CARNE PESC., DCA PQ ENG. MICROEST. ALI., DCA PQ GRAOS RAIZ TUB, DCA PQ POS COLHEITA, DCA PQ ANAL. SENSO., DCA PQ BIQ NUTRIC., DCA PQ CALDEIRA, DCA ES ALI -182 e DCA - 584,DCA ES BIQ NUTRIC., DCA ES CARNE PESC., DCA ES ENG. MICROEST. ALI., DCA ES OPU , contribuem para a geração de resíduos ORG, sendo que o maior gerador é o laboratório DCA ES RAIZ GRAOS E TUB.

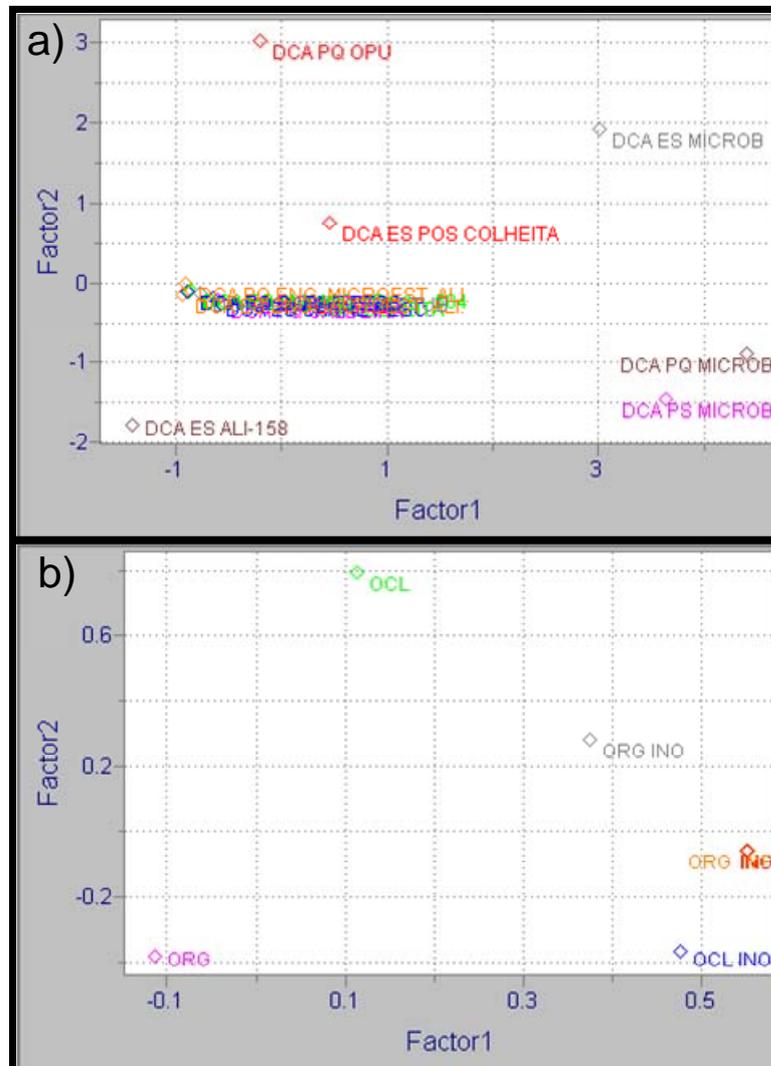


GRAFICO 25: Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos Líquidos Gerados nos Departamentos de Ciência dos Alimentos da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1; a) scores, b) loadings.

#### 5.4.4.6 DEN, DCS, DFP, DEG, DCF, DZO

Os Gráficos 26 e 27 apresentam os dados dos laboratórios DEN, DCS, DFP, DEG, DCF e DZO concomitantemente.

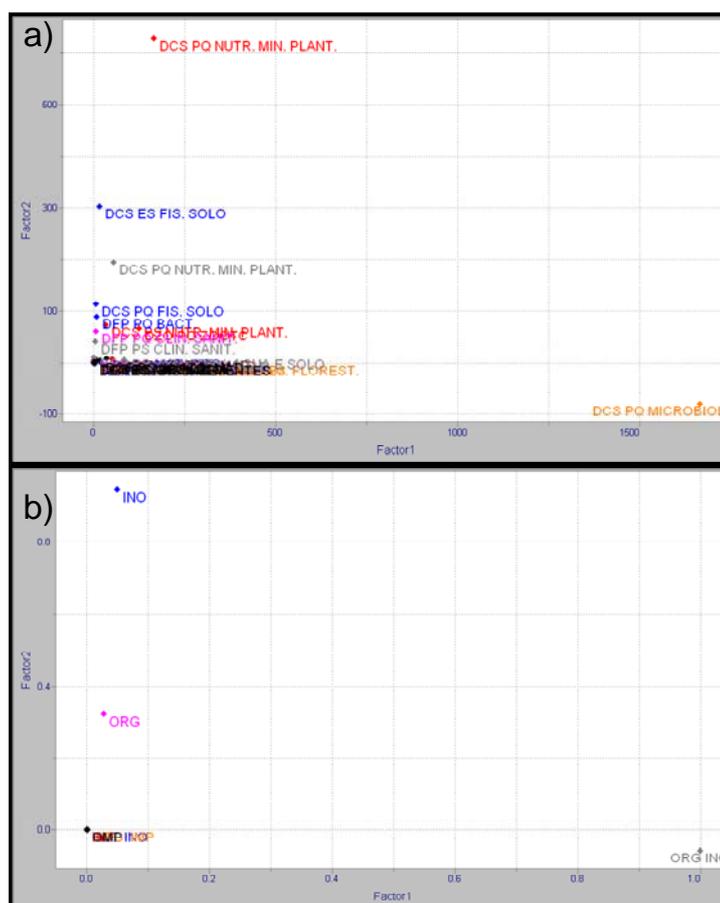


GRAFICO 26: Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos Departamentos de Entomologia, Ciência dos Solos, Fitopatologia, Engenharia e Ciências Florestais da UFLA, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1; a) scores, b) loadings.

Analisando as PCs, que são uma função dos scores e loadings, pode-se verificar, pelo

O Gráfico 26 a), que a PC1, que explica a maior variância dos dados, separa o laboratório DCS PQ MICROBIOLOGIA dos demais, enquanto que a PC2 que explica a segunda maior variância dos dados, separa DCS PQ NUTRI MIN E PLANTAS dos demais.

Analisando o Gráfico 26 b) e a Tabela 4A, pode-se verificar que o laboratório DCS PQ NUTRI MIN E PLANTAS, contribui para a geração de resíduos INO (maiores loadings em PC2). O laboratório DCS PQ MICROBIOLOGIA, difere dos demais pela sua elevada contribuição para a geração de resíduos ORG E INO.

Omitindo-se os dados do laboratório DCS PQ NUTRI MIN E PLANTAS, separado pela PC2 e do laboratório DFP PQ EPIDEMIOLOGIA, por estar fora do agrupamento, obtém-se uma expansão dos dados para os demais laboratórios, que pode ser observado no Gráfico 27.

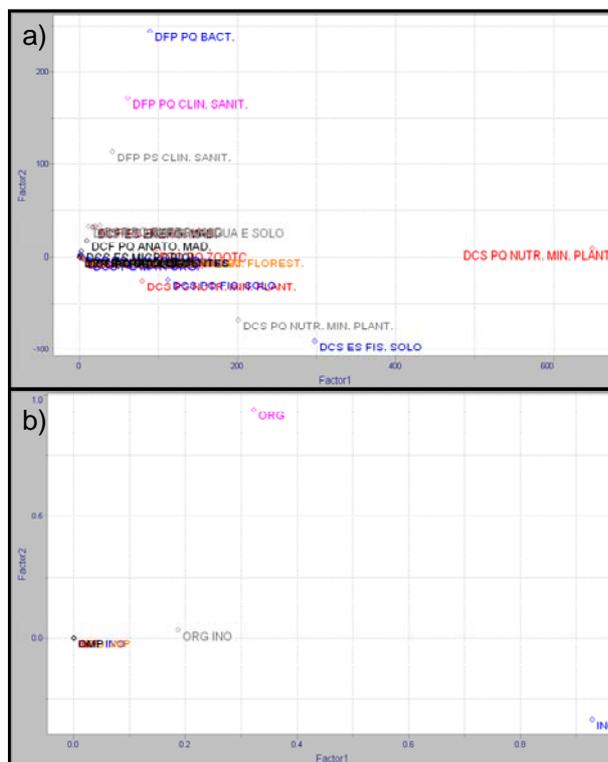


GRAFICO 27: Dados laboratoriais dos Resíduos Ativos líquidos Gerados nos DEN, DCS, DFP, DCS, DZO da UFLA, omitindo-se os dados dos laboratórios DCS Geologia, DCS PQ Geoquim., DFP PQ Epidemiologia, DCF Anato. Mad., DCS PQ Microb., DFP PQ Viro E Bio. Molec., DEN Pragas E Inset., DCS PQ Nutri. Min. e Plantas, obtidos pelo Programa Pirouette vs. 4.1, a) scores b) loadings

Analisando as PCs, que são uma função dos scores e loadings, pode-se verificar, pelo Gráfico 27 a), que a PC2, que explica a segunda maior variância dos dados, separa os laboratórios DFP PQ E PS CLIN. SANIT. e DFP PQ BACT dos demais.

Analisando o Gráfico 27 b) e a Tabela 4A, pode-se verificar que os laboratórios acima citados diferem dos demais laboratórios pela sua elevada contribuição de resíduos ORG (maiores loadings em PC2), sendo que

também há contribuição de resíduos ORG pelo laboratório DCS PQ CONSERV. AGUA E SOLO, mas o maior contribuinte para resíduos ORG é o laboratório DEN ES BIODV. Os demais laboratórios, DEG PQ ÁGUA, DCS PQ CONSERV. ÁGUA E SOLO, DCF ES ANATO. MAD., DCF ES/PQ/PS ENERG. MAD., DCF ES/PQ SEM. FLOREST., DCF PQ GENET. MELHORAM. FLOREST., DCF PQ MELHOR. GEN., DCS ES/PQ FIS. SOLO, DCS ES GEOLOGIA, DCS ES/PQ MICROBIOL., DCS PS NUTR. MIN. PLANT., DCS PQ MAT. ORG., DEG ES/PS ÁGUA, DEG ES/PQ HIDRÁULICA, DEN ES/PQ BIO INSET., DEN ES/PQ PRAGAS, DEN PQ BIODV, DEN PQ CONT. BIO, DFP ES M. ELETRON., DFP ES/PQ/PS NEMATOLOGIA, DFP ES/PQ/PS PATO. SEMENTES, DFP PQ VIRO. E BIO. MOLEC e DZO PQ e ES, contribuem basicamente para a geração de resíduos ORG E INO (juntos) e INO.

## 6 CONCLUSÕES

Com o presente trabalho foi possível à obtenção de dados dos resíduos químicos gerados na UFLA, obtendo-se assim um inventário de resíduos, subsidiando a implementação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos.

A quantidade de resíduos gerados são: 2438,72 L de resíduo líquido passivo, 961,53 Kg de resíduos sólido passivo, 142,53 Kg/mês de resíduos sólido ativo e 22.853,22 L/mês de resíduos líquidos ativos.

Os resíduos foram quantificados e classificados de acordo com seu tipo químico nas seguintes classe: OCL, ORG, INO, IMP, OMP, HFI, OCL com INO, ORG com INO e desconhecidos(?).

O presente projeto pode auxiliar na minimização dos impactos gerados pelas atividades da Instituição, além de auxiliar positivamente em aspectos financeiros e ambientais, pois a implantação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos proporcionará a redução de gastos com compras de reagentes, armazenamento, tratamento e disposição final adequada aos resíduos químicos. A segregação e rotulagem corretas facilitam o tratamento e disposição final dos resíduos, pois minimizam tempo gasto em testes químicos e gastos de reagentes para os mesmos.

A utilização de métodos quimiométricos para análise dos dados foi de grande importância, visto a ampla gama de laboratórios existentes na UFLA e suas diversidades de tipos de resíduos gerados, pois com a utilização da quimiometria foi possível agregar dados semelhantes de diferentes laboratórios.

Por meio do desenvolvimento deste projeto, novas pesquisas tecnológicas podem auxiliar na minimização do impacto ambiental,

favorecendo a qualidade de vida, auxiliar na valorização e especialização dos profissionais envolvidos, desenvolvendo assim, o conhecimento científico.

## REFERÊNCIAS

- AFONSO, J. C. Gestão de resíduos: o testemunho do Instituto de Química da UFRJ. In: ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 3., 2004, Niterói. **Resumos...** Niterói: UFF, 2004. 1 CD ROM.
- AFONSO, J. C. . J. C.; NORONHA, L. A.; FELIPE, R. P.; E FREIDINGER N. Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 602-611, jul./ago. 2003.
- ALBERGUINI, L. B. A.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O. O. Laboratório de resíduos químicos do campus USP, São Carlos: resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos químicos em uma instituição de ensino superior. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 291-295, mar./abr. 2003.
- ALVES, F.; FREITAS, E. Resíduos industriais: gerenciamento é o filão do mercado. **Saneamento Ambiental**, São Paulo, v. 65, p. 22-25, maio 2000.
- AMARAL, S. T. et al. Relato de uma experiência: recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 419-423, maio/jun. 2001.
- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. **Laboratory chemical management for waste reduction**. Chicago, 1993. 23 p.
- ARAÚJO, V. S. de. **Gestão de resíduos especiais em universidades**: estudo de caso da Universidade Federal de São Carlos. 2002. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.
- ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, P. A. Hazardous wastes in academia. **Environmental Science and Technology**, Easton, v. 19, n. 12, p. 1150-1155, Dec. 1985.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA E DE PRODUTOS DERIVADOS. **Gerenciamento ambiental**. São Paulo, 1994. 27 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004:** classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

BARBOSA, D. P. et al. Gerenciamento dos resíduos dos laboratórios do instituto de química da Universidade Estadual do Rio de Janeiro como um projeto educacional e ambiental. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 114-119, 2003.

BEEBE, R. K.; PELL, R. J.; SEASHOLTZ, M. B. **Chemometrics:** a practical guide. New York: Wiley Intescience, 1998. 110 p.

BENDASSOLLI, J. A. et al. Gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas no laboratório de isótopos estáveis do CENA/USP Centro de Energia Nuclear na Agricultura. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 612-617, jul./ago. 2003.

BERSCH, G. A.; GONÇALVES, C. V.; MACHADO, M. Gerenciamento de resíduos na UNIVATES. In: ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 3., 2001, Niterói. **Resumos...** Niterói: UFF, 2004. 1 CD ROM.

BRASIL. **Constituição Federal da República do Brasil de 1988**. Brasília: Senado Federal, 2000. 393 p.

COELHO, F. Implantação do programa institucional de gerenciamento de resíduos da UNICAMP: resultados preliminares. In: ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2002. 1 CD ROM.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Tratamento de resíduos sólidos e aquecimento global em discussão**. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/noticias/noticia.asp?id=82>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Manual para implantação de um programa de prevenção à poluição**. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.ufscar.br/portugues/reitoria/organoigrama.htm>>. Acesso em: 10 maio 2011.

COSTA, F. X. et al. Estudo qualitativo dos resíduos sólidos do *campus* I da Universidade Estadual da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 1519-1528, 2004.

COSTA, M. A. F. **Qualidade em biossegurança**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000. 116 p.

CRITTENDEN, B.; KOLANCZKOWISKI, S. **Waste minimization: a practical guide**. London: Institution of Chemical Engineers, 1998. 81 p.

CUNHA, C. J. O. Programa de gerenciamento de resíduos laboratoriais do departamento de química da UFPR. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 424-427, maio/jun. 2001.

DALSTON, R. C. R. Resíduos químicos e de saúde das USSF/UCB. In: ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 3., 2004, Niterói. **Resumos...** Niterói: UFF, 2004. 1 CD-ROM.

DEMAMAN, A. S. et al. Programa de gerenciamento de resíduos dos laboratórios de graduação da Universidade Regional integrada do Alto Uruguai e das missões, *campus* Erechim. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 674-677, jul./ago. 2004.

DI VITTA, P. B. Gerenciamento de resíduos no Instituto de Química da Universidade de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2002. 1 CD-ROM.

ENVIRONMENTAL AGENCY. **An environmental good practice guide for industry**. Bristol: Environment Agency Waste Minimization, 2001. 89 p.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Industrial wastes management guide**. Disponível em: <<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/sqg/cesqg.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2011.

FUNDAÇÃO PARA PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ECONOMIA. **Prevenção à poluição**. Ribeirão Preto, 2003. 1 CD-ROM.

GOLUB, G. M.; LOAN, C. F. van. **Matriz computations**. Baltimore: J. Hopkins, 1983. 699 p.

IZZO, R. M. Waste minimization and pollution prevention in university laboratories. **Chemical Health & Safety**, Washington, v. 7, n. 3, p. 29-33, May/June 2000.

JARDIM, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa: laboratório de química ambiental, UNICAMP. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, n. 5, p. 671-673, set./out. 1998.

LEITE, W. C. A. L. **Resíduos sólidos**: uma proposta de modelo tomando a unidade de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI-5) como referencia. 1997. 270 f. Tese (Doutorado em Ciência da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. 10. ed. São Paulo: Malheiros, 2002. 1048 p.

MATOS, C. H. C. Programa de educação ambiental na Coroa do Avião Igarassu, PE. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE NA BAHIA, 1., 1998, Feira de Santana. **Resumos...** Feira de Santana: UEFS, 1998. p. 81.

NOGUEIRA, A. R. A.; ALMEIDA, L. C.; GONZALEZ, M. H. **Gerenciamento de resíduos dos laboratórios da EMBRAPA Pecuária Sudeste**. Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/residuos>>. Acesso em: 12 maio 2011.

NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 118-124, 2006.

OKIDA, J. R. **Estudo para minimização e reaproveitamento de resíduos sólidos de fundição**. 2006. 137 p. Dissertação (Mestrado em Gestão Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2006.

PARREIRA, T. F. **Utilização de métodos quimiométricos em dados de natureza multivariada**. 2003. 106 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

REEL, K. Using microscale chemistry: hydrogen sulfide is not such a rotten idea. **Journal of Chemical Education**, Easton, v. 70, n. 10, p. 854-856, 1993.

REINHARDT, P. A.; LEONARD, K. L.; ASHBROOK, P. C. **Pollution, prevention and waste minimization in laboratories**. Davis: CRC, 1996. 480 p.

SASSIOTTO, M. L. P.; SALVADOR, N. N. B.; CORNETO, E. C. Gerenciamento de resíduos químicos na Universidade Federal de São Carlos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 3., 2004, Niterói. **Anais...** Niterói: UFF, 2004. 1 CD-ROM.

SCHALCH, V. Resíduos perigosos. In: SEMANA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL, 9., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 3.

SOUZA, C. E. **Estudo de um método de priorização de resíduos industriais para subsidio à minimização de resíduos químicos de laboratórios de Universidades**. 2005. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SOUZA, J. L. de. **Central de tratamento de resíduos sólidos de Campina Grande: recursos hídricos e meio ambiente**. Campina Grande: UFPB, 1998. 120 p.

SOUZA, R. C.; CIVIDATTI, L. N.; GUEDES, C. L. B. Gerenciamento de resíduos perigosos na Universidade Estadual de Londrina. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA, 8., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2005. 1 CD-ROM.

TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no CENA/USP. **Química Nova**, São Carlos, v. 28, n. 4, p. 732-738, jul./ago. 2005.

\_\_\_\_\_. Recuperação de bromo em soluções aquosas residuais. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 320-324, mar./abr. 2004.

THOMPSON, D.; BAKAL, S. V. **A practical introduction to environmental management on Canadian campuses**. Ottawa: National, 1995. Disponível em: <<http://www.ucalgary.ca>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

VILHENA, A. **Guia de coleta de lixo**. São Paulo: CEMPRE, 1999. 113 p.

ZANELLA, G. Gerenciamento de resíduos perigosos na FURB em conformidade com a NBR ISO 14001. In: ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2002. 1 CD-ROM.

**ANEXOS**

Anexo A	Assunto	Pg.
TABELA 1A	TABELA 1A: Resíduos passivos líquidos dos departamentos da UFLA, valores tabelados em litros-UFLA-2008/2009.	87
TABELA 2A	TABELA 2A: Resíduos passivos sólidos dos departamentos da UFLA, valores tabelados em quilogramas-UFLA-2008/2009.	89
TABELA 3A	TABELA 3A: Resíduos ativos sólidos dos departamentos da UFLA valores tabelados em quilogramas-UFLA-2008/2009.	90
TABELA 4A	TABELA 4A: Resíduos ativos líquidos dos departamentos da UFLA, valores tabelados em litros-UFLA-2008/2009.	92

TABELA 1A: Resíduos passivos líquidos dos departamentos da UFLA, valores tabelados em litros-UFLA-2008/2009.

	IMP	INO	OCL	ORG	OCL INO	ORG IMP	ORG INO	OMP	HFI	?
<u>DQI GERAL</u>	0,10	74,45	4,00	92,30	-	-	-	-	-	62,30
<u>DQI PQ PROD NAT</u>	-	6,00	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>DBI NUTRI E METAB.</u>	-	200,28	0,04	10,00	-	-	-	-	-	-
<u>DBI PQ CENTRAL BIO MOLEC</u>	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-	-
<u>DBI PQ MELHOR. PLANTAS E GENET.</u>	-	-	-	-	-	-	20,00	-	-	-
<u>DBI PQ ZOO.</u>	-	-	-	50,00	-	-	-	-	-	-
<u>DBI GERAL</u>	0,8	41,34	7,08	148,6	-	-	-	-	-	103,7
<u>DMV ES FISIO/FARM ACO</u>	-	-	-	-	-	-	0,50	-	-	-
<u>DMV ES HOSP</u>	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-	-
<u>DMV PQ HOSP</u>	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-	-
<u>DMV PS HOSP</u>	-	-	-	0,42	-	-	-	-	-	-
<u>DMV GERAL</u>	2,70	14,80	3,00	43,44	-	-	-	-	-	-
<u>DZO GERAL</u>	-	450,0	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>DAG CAFEIC</u>	-	-	1,20	24,30	-	-	-	-	50,00	-
<u>DAG PQ CULT TEC.</u>	-	0,70	6,40	3,55	-	-	-	-	-	-
<u>DAG GERAL</u>	-	7,20	4,10	56,61	-	-	-	-	-	-
<u>DAG HORTA</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	24,00	-
<u>DCA PQ MICROB</u>	-	-	-	-	8,00	0,50	-	-	-	-

TABELA 1A, CONT.										
<u>DCA</u> <u>GERAL</u>	0,75	13,35	-	-	-	41,00	-	-	-	25,00
<u>DCF</u> ES <u>ENERG.</u> <u>MAD.</u>	-	-	-	8,00	-	-	-	-	-	-
<u>DCF</u> ES <u>SEM.</u> <u>FLOREST.</u>	-	-	-	4,60	-	-	0,60	-	-	-
<u>DCF</u> PQ <u>ENERG.</u> <u>MAD.</u>	-	-	-	20,00	-	-	-	-	-	-
<u>DCF</u> PQ <u>SEM.</u> <u>FLOREST.</u>	-	-	-	18,40	-	-	2,40	-	-	-
<u>DCF</u> PS <u>ENERG.</u> <u>MAD.</u>	-	-	-	12,00	-	-	-	-	-	-
<u>DCF GERAL</u>	-	0,90	-	591,6	-	-	-	-	-	-
<u>DCS</u> PQ <u>MICROBIOL</u>	-	-	8,00	8,00	-	-	-	-	-	-
<u>DEG</u> <u>HIDRAULIC</u> <u>A</u>	0,50	7,80	0,25	1,00	-	-	-	-	-	-
<u>DFP GERAL</u>	1,00	35,15	0,20	112,9	-	-	-	-	1,95	-

TABELA 2A: Resíduos passivos sólidos dos departamentos da UFLA, valores tabelados em quilogramas-UFLA-2008/2009.

Laboratórios	IMP	INO	OCL	ORG	OCL INO	ORG IMP	ORG INO	OMP	HFI	?
<u>DQI geral</u>	2,10	576,81	0,05	125,63	-	-	0,20	-	-	-
<u>DBI NUTRI E METAB.</u>	-	-	-	0,06	-	-	-	-	-	-
<u>DBI GERAL</u>	-	35,54	0,058	34,42	-	-	-	-	-	6,41
<u>DMV GERAL</u>	0,10	3,51	-	0,22	-	-	-	-	-	-
<u>DZO GERAL</u>	-	0,67	-	0,04	-	-	-	-	-	-
<u>DAG CAFEIC</u>	-	2,00	-	0,20	-	-	-	-	-	-
<u>DAG PQ CULT TEC.</u>	-	0,25	-	2,03	-	-	-	-	-	-
<u>DAG GERAL</u>	0,10	34,92	-	9,08	-	-	-	-	-	-
<u>DCA GERAL</u>	-	2,85	-	0,01	-	-	-	-	-	-
<u>DCF GERAL</u>	-	16,50	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>DCF PQ MELHOR. GEN.</u>	-	-	-	-	-	-	4,00	-	-	-
<u>DEG HIDRAULICA</u>	-	22,28	-	1,25	-	-	-	-	-	2,50
<u>DFP GERAL</u>	-	47,55	0,05	29,26	-	-	-	-	0,06	-

TABELA 3A: Resíduos ativos sólidos dos departamentos da UFLA valores tabelados em quilogramas-UFLA-2008/2009.

	IMP	INO	OCL	ORG	OCL INO	ORG IMP	ORG INO	OMP	HFI	?
DQI ES BIQ	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-
DQI ES QANAL	0,01	0,19	-	0,05	-	-	-	-	-	-
DQI PQ BIQ	-	-	-	6,01	-	-	-	-	-	-
DQI PQ CAPQ	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-
DQI PS Foliar	-	0,80	-	-	-	-	-	-	-	-
DBI ES FISIO VEG	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-
DBI ES TEC E PLANTAS	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DBI PQ FISIO VEG	-	-	-	0,18	-	-	-	-	-	-
DBI PQ METAB. PLANTAS	-	-	-	0,01	-	-	1,52	-	-	-
DBI PQ TEC E PLANTAS	0,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DMV PQ FISIO/ FARMACO	-	-	-	82,83	-	-	-	-	-	-
DMV ES NUTRIÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	20,00	-	-
DMV PQ PATO/NECRO	-	-	-	0,20	-	-	-	-	-	-
DMV ES PATO/NECRO	-	-	-	0,70	-	-	-	-	-	-
DMV PS PATO/NECRO	-	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-
DAG PQ CAFEIC	-	-	-	24,00	-	-	-	-	-	-
DAG PQ ELETROFORESE	-	-	-	1,00	-	-	-	-	-	-
DAG PS LAB SERVIÇO	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-
DCA ES MICROB	-	-	-	-	-	-	0,30	-	-	-
DCF ES SEM. FLOREST.	-	-	-	0,16	-	-	0,04	-	-	-
DCF PQ SEM. FLOREST.	-	-	-	0,63	-	-	0,16	-	-	-

TABELA 3A, CONT.										
DFP ES M. ELETRON.	-	-	-	0,50	-	-	-	0,08	-	-
DFP PQ ECO. FUNGO PATO. FLOREST.	-	-	-	0,50	-	-	-	-	-	-
DFP PQ CLIN. SANIT.	-	-	-	0,60	-	-	-	-	-	-
DFP PQ PATO. SEMENTES	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-
DFP PS CLIN. SANIT.	-	-	-	0,40	-	-	-	-	-	-
DFP PS PATO. SEMENTES	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-

TABELA 4A: Resíduos ativos líquidos dos departamentos da UFLA, valores tabelados em litros-UFLA-2008/2009.

	<u>IMP</u>	<u>INO</u>	<u>OCL</u>	<u>ORG</u>	<u>OCL</u> <u>INO</u>	<u>ORG</u> <u>IMP</u>	<u>ORG</u> <u>INO</u>	<u>OMP</u>	<u>HFI</u>
DAG ES CULT TEC.	-	0,72	-	-	-	-	0,64	-	-
DBI ES AVES E MOLUC.	-	-	-	27	-	-	-	-	-
DBI ES CITOGENETICA	-	-	-	4,39	-	-	-	-	-
DBI ES ECO	-	-	-	0,33	-	-	-	-	-
DBI ES FISIO VEG	-	-	1,63	1,1	-	-	1,55	-	-
DBI ES GENET. MOLEC.	-	-	3,33	-	-	-	2,33	-	-
DBI ES MELHOR. PLANTAS E GENET.	-	-	1,2	0,25	-	-	4,8	-	-
DBI ES TEC E PLANTAS	-	0,05	-	0,73	7,06	-	38,63	-	-
DBI ES ZOOL	-	-	-	16,72	-	-	-	-	-
DCA ES ALI -182 e DCA – 584	-	-	-	-	-	-	0,28	-	-
DCA ES BIQ NUTRIC.	-	-	-	-	-	-	0,16	-	-
DCA ES CARNE PESC.	-	6,67	-	16,67	-	-	-	-	-
DCA ES ENG. MICROEST. ALL.	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-
DCA ES GRAO RAIZ TUB	-	-	-	3600	-	-	-	-	-
DCA ES MICROB	0,01	34,98	9,48	17,54	-	1,67	3,22	-	-
DCA ES OPU	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
DCA ES POS COLHEITA	-	3,33	-	53,33	-	-	5,33	-	-
DCF ES ANATO. MAD.	-	-	1,00	3,00	-	-	1,00	-	-
DCF ES ENERG. MAD.	-	-	-	32,13	-	-	33,35	-	-
DCF ES SEM. FLOREST.	-	-	-	0,03	-	-	0,57	-	-

TABELA 4A, CONT.									
DCS ES FIS. SOLO	-	315	-	15	-	-	-	-	-
DCS ES GEOLOGIA	-	0,96	-	-	-	0,64	1,6	-	-
DCS ES MICROBIOL.	-	-	-	6,25	-	-	-	-	-
DCS PS NUTR. MIN. PLANT.	-	80	-	-	-	-	28,8	-	-
DEG ES AGUA	0,16	1,35	0,05	-	-	-	1	-	-
DEG ES HIDRAULICA	-	0,04	-	0,2	-	-	-	-	-
DEN ES BIODV	-	-	-	-	-	-	1,106	-	-
DEN ES PRAGAS	-	-	-	-	-	-	0,017	-	0,1
DEN ES PRAGAS E INSET.	-	-	10	-	-	-	-	-	-
DEN. ES BIO INSET.	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
DFP ES EPIDEMIOLOGIA	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83
DFP ES M. ELETRON.	-	-	-	1,00	-	-	1,92	-	-
DFP ES NEMATOLOGIA	-	-	-	0,35	-	-	-	-	0,33
DFP ES PATO. SEMENTES	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-
DMV ES NUTRIÇÃO	-	-	-	1000	-	-	10	-	-
DMV ES ANATO	-	433,33	-	2432,9	-	-	0,33	-	-
DMV ES BACT.	-	-	-	-	-	-	2	-	-
DMV ES FISIO/ FARMACO	-	-	0,02	2,49	-	-	0,15	-	-
DMV ES HOSP	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-
DMV ES PARASITO	-	-	-	504,83	-	-	-	-	-
DMV ES PATO/NECRO	-	0,23	-	17,99	-	-	0,06	-	-
DQI ES QANAL	-	871,36	0,08	43,61	0,05	0,01	1,6	-	-
DQI ES BIQ	-	-	-	2,61	-	-	0,02	0,01	-
DZO ES ZOOTEC	-	-	-	-	-	-	0,21	-	-
DAG PQ CAFEIC	0,2	0,4	-	12,96	6,4	-	0,24	-	-

TABELA 4A, CONT.									
DAG PQ CULT TEC.	-	1,8	-	-	1	-	24,6	-	-
DAG PQ ELETROFORESE	-	1045	2000	866,6	-	-	320	-	-
DBI PQ ANAT. VEG.	-	0,18	-	6,1	-	-	-	-	-
DBI PQ AQUATICO	-	-	-	70	-	-	-	-	-
DBI PQ AVES E MOLUC.	-	-	-	27	-	-	-	-	-
DBI PQ BESOUROS	-	-	-	12	-	-	-	-	-
DBI PQ CENTRAL BIO MOLEC	-	-	1,11	-	-	-	-	-	-
DBI PQ CITOGENETICA	-	0,5	0,32	66,18	-	-	0,2	-	-
DBI PQ ECO	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
DBI PQ FERM. COGUMELOS	-	-	-	6,52	-	-	-	-	-
DBI PQ FISIO VEG	-	-	1,92	2,5	-	-	9,18	-	-
DBI PQ GENET. MOLEC.	-	-	8,33	-	-	-	9	-	-
DBI PQ GENÉTICA	-	-	-	14,5	-	-	-	-	-
DBI PQ MELHOR. PLANTAS E GENET.	-	-	7,6	4,75	-	-	91,2	-	15,2
DBI PQ METAB. PLANTAS	-	-	3	1,08	-	-	2,45	-	-
DBI PQ TEC E PLANTAS	-	0,12	-	0,82	-	-	88,8	-	18,55
DBI PQ ZOOL	-	-	-	16,72	-	-	-	-	-
DCA PQ ANAL. SENSO.	-	-	-	0,83	-	-	-	-	-
DCA PQ BIQ NUTRIC.	-	-	-	0,8	-	-	0,21	-	-
DCA PQ CALDEIRA	-	8	-	56	-	-	-	-	-
DCA PQ CARNE PESC.	-	-	0,05	-	-	-	0,17	-	-

TABELA 4A, CONT.									
DCA PQ ENG. MICROEST. ALI.	-	-	0,72	-	-	-	-	-	-
DCA PQ GRAOS RAIZ TUB	-	2,44	-	0,12	0,04	-	0,23	-	-
DCA PQ MICROB	-	34,8	-	10,77	9,26	1,67	4,01	-	-
DCA PQ OPU	-	0,75	15,58	-	-	-	1,14	-	-
DCA PQ POS COLHEITA	-	6,67	-	53,33	-	-	-	-	-
DCF PQ ANATO. MAD.	-	-	9	18	-	-	18	-	-
DCF PQ ENERG. MAD.	-	-	-	32,33	-	-	83,38	-	-
DCF PQ GENET. MELHORAM. FLOREST.	-	-	-	-	20,5	-	-	-	-
DCF PQ MELHOR. GEN.	-	-	-	-	-	-	21,12	-	-
DCF PQ SEM. FLOREST.	-	-	0,13	-	-	-	2,28	-	-
DCS PQ CONSERV. AGUA E SOLO	-	-	0,17	34,17	-	-	-	-	-
DCS PQ FIS. SOLO	-	115	-	15	-	-	-	-	-
DCS PQ GEOLOGIA	-	5,76	-	-	-	3,84	9,93	-	-
DCS PQ GEOQUIM.	4	0,33	-	-	-	-	-	-	-
DCS PQ MAT. ORG.	-	12	-	-	-	-	-	-	-
DCS PQ MICROBIOL.	-	6	-	-	-	-	-	-	-
DCS PQ MICROBIOL.	-	8	0,42	17,33	-	-	1666,67	-	-
DCS PQ NUTR. MIN. PLANT.	-	805,8	-	216	-	-	172,8	-	-
DEG PQ AGUA	0,4	3,38	0,13	-	-	-	2,5	-	-
DEG PQ HIDRAULICA	-	0,25	-	0,83	-	-	-	-	-
DEN PQ BIODV	-	-	-	-	-	-	4,4	-	-
DEN PQ CONT. BIO	-	0,84	-	-	-	-	-	-	-

TABELA 4A, CONT.									
DEN PQ PRAGAS	-	-	-	-	-	-	0,07	-	0,4
DEN PQ PRAGAS E INSET.	-	-	24	-	-	-	-	-	-
DEN. PQ BIO INSET.	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8
DFP PQ BACT.	-	5,8	0,1	260,99	-	-	-	-	-
DFP PQ CLIN. SANIT.	-	2	-	183,09	-	-	-	-	-
DFP PQ EPIDEMIOLOGIA	-	-	-	-	-	-	-	-	400
DFP PQ NEMATOLOGIA	-	-	-	0,88	-	-	-	-	0,83
DFP PQ PATO. SEMENTES	-	-	0,04	-	-	-	-	-	-
DFP PQ VIRO. E BIO. MOLEC	-	-	4	-	-	-	-	-	-
DMV PQ ANATO	-	400	-	-	-	-	-	-	-
DMV PQ BACT.	-	1,67	-	1,81	-	-	9,88	-	-
DMV PQ CITOHIST	-	-	-	3	-	-	-	-	-
DMV PQ CITOL	-	-	-	1	-	-	-	-	-
DMV PQ FISIO/ FARMACO	-	20	-	255	-	-	-	-	-
DMV PQ HOSP	-	94,2	1,35	8,02	-	-	10	-	-
DMV PQ PARASITO	-	-	-	507,43	-	-	2,5	-	-
DMV PQ PATO/NECRO	-	0,23	-	17,83	-	-	0,06	-	-
DMV PQ REPROD	-	-	-	1,92	-	-	-	-	-
DMV PQ VIROL	-	-	-	0,59	-	-	20,17	-	-
DQI CAPQ	2	3,23	-	6,75	4,22	2,17	5,22	0,48	-
DQI PQ BIO Molec.	-	0,2	0,67	1,33	-	-	13	-	-
DQI PQ BIQ	0,07	2,06	0,23	17,6	0,12	-	45,46	-	-
DQI PQ CACHAÇA	-	-	2	1,2	-	-	-	-	-
DQI PQ PROd nat	-	-	-	10,8	-	-	-	-	-
DZO PQ ZOTC	-	69	-	27	-	-	120	-	-
DAG PS CULT TEC.	-	1,08	-	-	-	-	0,96	-	-

TABELA 4A, CONT.									
DAG PS LAB SERVIÇO	-	55	-	195	-	-	-	-	-
DCA PS MICROB	-	34,8	-	12,43	9,26	1,67	0,75	-	-
DCF PS ENERG. MAD.	-	-	-	32,2	-	-	50,03	-	-
DCS PS GEOLOGIA	-	2,88	-	-	-	1,92	4,8	-	-
DEG PS AGUA	0,24	2,03	0,08	-	-	-	1,5	-	-
DEN PS PRAGAS E INSET.	-	-	14	-	-	-	-	-	-
DFP PS CLIN. SANIT.	-	2	-	122,07	-	-	-	-	-
DFP PS NEMATOLOGIA	-	-	-	0,53	-	-	-	-	0,5
DFP PS PATO. SEMENTES	-	-	0,03	-	-	-	-	-	-
DMV PS HOSP	-	-	-	0,03	-	-	-	-	-
DMV PS PARASITO	-	-	-	88,17	-	-	2,5	-	-
DMV PS PATO/ NECRO	-	0,12	-	17,87	-	-	-	-	-
DQI PS Cachaça	0,7	9,63	-	6,33	-	0,63	8,6	-	-
DQI PS Fert. Calc.	110,27	4,61	-	48,65	-	6,3	0,41	-	-
DQI PS Foliar	-	197,6	-	72	-	-	43,2	-	-