



FRANCISCO DE ASSIS OLIVEIRA JÚNIOR

**IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS:
CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS**

**LAVRAS - MG
2012**

FRANCISCO DE ASSIS OLIVEIRA JÚNIOR

**IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS QUÍMICOS: CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS**

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

Orientadora

Dra. Adelir Aparecida Saczk

Coorientadora

Dra. Zuy Maria Magriotis

**LAVRAS - MG
2012**

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

Oliveira Júnior, Francisco de Assis.

Implantação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos : caso da Universidade Federal de Lavras / Francisco de Assis Oliveira Júnior. – Lavras : UFLA, 2012.

103 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Adelir Aparecida Saczk.

Bibliografia.

1. Gestão de resíduos químicos. 2. Logística reversa. 3. Análise multivariada. 4. Química ambiental. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 363.735

FRANCISCO DE ASSIS OLIVEIRA JÚNIOR

**IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE
RESÍDUOS QUÍMICOS: CASO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
LAVRAS**

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

APROVADA em 06 de julho de 2012

Dra. Zuy Maria Magriotis	UFLA
Dr. Matheus Puggina de Freitas	UFLA
Dra. Fabiane de Oliveira Cantão Fonseca	UFLA

Dra. Adelir Aparecida Saczk
Orientadora

**LAVRAS – MG
2012**

A Deus por ter me sustentado durante todo este tempo. A minha mãe pelas renúncias, ao meu pai, à Lurdinha pela alegria no rosto e a Gleice por estar sempre ao meu lado e me ensinado a ser uma pessoa melhor.

DEDICO

“O correr da vida embrulha tudo.
A vida é assim: esquenta e esfria,
aperta e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem”.

João Guimarães Rosa

“Ter fé é assinar uma folha em branco e
deixar que Deus nela escreva o que quiser”

Santo Agostinho

“Ninguém é suficientemente perfeito,
que não possa aprender com o outro e,
ninguém é totalmente destituído de valores
que não possa ensinar algo ao seu irmão”.

São Francisco de Assis

AGRADECIMENTOS

Certa vez alguém chegou ao céu e pediu para falar com Deus. Segundo seu ponto de vista, havia uma coisa na criação que não tinha sentido. Deus atendeu de imediato.

- Senhor, sua criação é muito bonita, muito funcional, cada coisa tem sua razão de ser, mas, no meu ponto de vista, tem uma coisa que não serve para nada

- E que coisa é essa? Perguntou Deus.

- É o horizonte. Para que serve o horizonte? Se eu caminho um passo em sua direção, ele se afasta um passo de mim. Se, caminho cem passos, ele se afasta outros cem passos. Isso não faz sentido! O horizonte não serve para nada.

Deus sorriu e disse:

- Mas é justamente para isso que serve o horizonte... para fazê-lo caminhar e nunca desistir do amanhã.

Minha sincera gratidão:

A Deus por sempre acreditar em mim e mesmo nos momentos em que não quis seu apoio Ele esteve sempre ao meu lado.

A Nossa Senhora pela proteção e cuidado de mãe.

A minha orientadora Adelir que acreditou em mim quando ninguém quis acreditar. Muito obrigado pela confiança, pelo carinho, pelo respeito, pelos ensinamentos e principalmente pela amizade.

A minha coorientadora Zuy, pela amizade e grande disposição em me ajudar.

Ao professor Matheus que gentilmente e pacientemente me ajudou nos resultados deste trabalho.

À professora Fabiane que participou da banca de defesa e contribuiu muito para a correção deste trabalho.

Ao meu pai que lá do céu está muito feliz com mais esta conquista. A minha mãe que sempre nos ensinou a lutar pelos objetivos, e hoje mamãe, sou o grande homem que a senhora sempre falou.

A minha noiva Gleice que foi muito atenciosa comigo, apoiando-me e ajudando-me nos pequenos gestos, mas que significaram muito para a conclusão deste trabalho, a minha irmã Lurdinha “Potranca” por conseguir no silêncio de suas palavras expressar um verdadeiro amor. A minha vovó Zita que também não está conosco mais se alegra no céu junto com meu pai. A minha madrinha Lúcia que orgulha a cada dia mais do pretinho dela. A todos meus familiares e primos em especial meu primo e irmão Gustavo Verdin.

A minha grande amiga Gisa pelo apoio e à Thaís que muitas vezes matou minha fome nos dias que tinha aula do mestrado.

Muito obrigado à Dona Ilma pelo carinho e à Sirlene, que tantas vezes me ouviu.

Aos meus amigos e irmãos do Grupo de Oração Luz e Vida: Christofer, Tia Lili, Bruno Bressani, Miúda e Nathan. Muito obrigado pelo carinho e zelo que vocês têm por mim.

Aos meus grandes amigos de longa data Alexandre e Alessandro um pouco distante, mas sempre presentes, muito obrigado.

A Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Química e ao Programa de Pós-Graduação em Agroquímica em especial à Shirley que esteve disponível para esclarecer as minhas inúmeras dúvidas.

A todos os professores do Departamento de Química que tive a honra de conviver e aprender, em especial ao professor Teodorico que me concedeu uma oportunidade de ser melhor, só concluí o mestrado graças ao seu voto de confiança, muito obrigado Téo por tudo e aos demais professores em especial, Walclée, Mario, Malu, Elaine, Bruno, Custódio, Angelita o meu muito obrigado.

Aos amigos e companheiros dos laboratórios de química, onde pude experimentar um bom café e um bom papo obrigado em especial Joalis, Wilssinho, Marcelo, Liege e Xulita.

Às amigas Elisângela M. Carvalho e Hélia Maria Vitor da prefeitura do Campus da UFLA muito obrigado pela disposição em me atender.

Aos meus grandes amigos do LGRQ: Robson e Felipe, sem vocês esse sonho não se cumpriria, ao Hugo que trouxe animo e dedicação ao LGRQ você é grande parceiro, à Elaíza que trouxe eficiência e presteza ao LGRQ muito obrigado pela sua dedicação em catalogar, pesquisar e organizar o entreposto, a Hélvia e o João Paulo pelo cuidado com o entreposto, ao Rafael pelas planilhas, a todos os estudantes do LGRQ que fazem deste laboratório um local de muita harmonia.

Muito obrigado a todos meus alunos que me ensinam com suas travessuras, e as diversas pessoas que passaram pela minha vida contribuindo para minha história. E as pedras do caminho? Foram tantas que estou recolhendo para construir um castelo. O nome do castelo? ESPERANÇA.

RESUMO

As instituições de ensino trabalham com uma grande variedade de produtos químicos e geram da mesma forma uma enorme diversidade de materiais residuais. Na grande maioria das universidades, a gestão dos resíduos gerados em suas atividades rotineiras é inexistente, e devido à falta de um órgão fiscalizador, o descarte inadequado continua a ser praticado. A Universidade Federal de Lavras (UFLA) implementou um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) no segundo semestre de 2009. Para o sucesso desse programa é importante que toda a comunidade acadêmica esteja engajada em suas propostas e objetivos. Assim, ações de conscientização ambiental como palestras, cursos e acompanhamento dos técnicos são necessárias para divulgar e consolidar o programa. Para dar prosseguimento ao gerenciamento adequado de resíduos químicos na UFLA, é necessário que se estabeleça rotinas operacionais de fluxo de resíduos dos laboratórios locais para o LGRQ, assim como um fluxo reverso. Reunir dados de coletas de entrada e saída de resíduos e uma destinação adequada destes será de fundamental importância para consolidar o PGRQ. Assim, tratar e analisar esses resultados, por análises multivariadas permitirá programar uma logística no decorrer de suas atividades com critérios e organização, propondo rotinas de coleta e tratamento de resíduo químico.

Palavras-chave: Resíduos químicos. Gerenciamento de resíduos. Logística reversa. Análise multivariada.

ABSTRACT

The educational institutions work with a wide variety of chemical products and generate the same way, a huge diversity of waste materials. In the vast majority of universities, the management of waste generated in their routine activities is non-existent, and due to the lack of a supervisory body, the inappropriate disposal continues to be practiced. The Federal University of Lavras (UFLA) implemented a Chemical Waste Management Program (CWMP) in the second semester of 2009. For the success of the program it is important that the entire academic community is engaged in its proposals and objectives. Thus, environmental awareness actions such as lectures, courses and technical monitoring are required to disseminate and consolidate the program. To continue to the proper management of chemical residues at UFLA, it is necessary to establish operational routines of the waste flow from the local laboratories for the Laboratory Chemical Waste Management, as well as a reverse flow. Gather data collections of waste input and output and a proper disposal of these will be fundamental importance to consolidate the Chemical Waste Management Program. So, treat and analyze these results by multivariate analyses allow to program a logistics throughout of their organization and activities with criteria and proposing routine collection and treatment of chemical waste.

Keyword: Waste chemical. Waste management. Reverse logistics. Multivariate analyses.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Resíduos gerados em uma Universidade.....	23
Figura 2	Resíduos de laboratórios químicos gerados nas Universidades	24
Figura 3	Códigos e campos de preenchimento do Diagrama de Hommel...	33
Figura 4	Rótulo Padronizado fornecido pelo LGRQ.....	34
Figura 5	A logística Integrada	39
Figura 6	Processo Logístico Reverso	40
Figura 7	Resíduos coletados pelo LGRQ de acordo com sua classificação a) 2010 b) 2011	53
Figura 8	Foto das prateleiras do entreposto	57
Figura 9	Entreposto do LGRQ.....	59
Figura 10	Resíduos Tratados pelo LGRQ. a) 2010 b) 2011	61
Figura 11	PCA dos Departamentos da UFLA no ano de 2010 e 2011 a) scores, b) <i>Loadings</i>	64
Figura 12	PCA dos Departamentos da UFLA, obtido pelo programa Pirouette 4.1. scores, b) <i>Loadings</i>	66
Figura 13	PCA dos Departamentos da UFLA, obtido pelo programa Pirouette 4.1. scores, b) <i>Loadings</i>	67
Figura 14	PCA do DAG a) scores, b) <i>Loadings</i>	69
Figura 15	PCA do DBI a) scores b) <i>Loadings</i>	70
Figura 16	PCA do DCA a) scores, b) <i>Loadings</i>	71
Figura 17	PCA do DCF a) scores b) <i>Loadings</i>	72
Figura 18	PCA para o DCS a) scores, b) <i>Loadings</i>	73
Figura 19	PCA do DEG a) scores, b) <i>Loadings</i>	75
Figura 20	PCA o DEN a) scores, b) <i>Loadings</i>	76
Figura 21	PCA do DFP a) scores, b) <i>Loadings</i>	77
Figura 22	PCA do DMV a) scores, b) <i>Loadings</i>	78

Figura 23	<i>PCA do DQI 4.1. a) scores, b) Loadings</i>	80
Figura 24	<i>PCA do DZO a) scores, b) Loadings</i>	81
Figura 25	<i>PCA do Inventário de 2009. a) scores, b) Loadings</i>	83
Figura 26	Cadeia de Suprimentos do Laboratório de Gerenciamento de Resíduos Químicos e fluxo reverso dos resíduos	87

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1	Atividades comuns da logística reversa	42
Quadro 2	Legenda dos gráficos.....	62
Tabela 1	Resíduos coletados pelo LGRQ em 2010 e 2011.....	52
Tabela 2	Ordem de Serviço Executado pelo LGRQ em 2010 e 2011.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
DAG	Departamento de Agricultura
DCA	Departamento de Ciências de Alimentos
DBI	Departamento de Ciências Biológicas
DCF	Departamento de Ciências Florestais
DCS	Departamento de Ciências dos Solos
DEG	Departamento de Engenharia
DEN	Departamento de Entomologia
DFP	Departamento de Fitopatologia
DMV	Departamento de Medicina Veterinária
DQI	Departamento de Química
DZO	Departamento de Zootecnia
ESAL	Escola Superior de Agricultura de Lavras
FISPQ	Ficha de Segurança de Produtos Químicos
IEF	Instituição de Ensino Federal
LGRQ	Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos
MSDS	<i>Material Safety Data Sheet</i>
MT	Ministério de Transporte
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
ODS	Ordem de Serviço
PC1	Primeira Componente Principal
PC2	Segunda Componente Principal
PCA	Análise dos Componentes Principais
PGRQ	Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos

PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
POA	Processos Oxidativos Avançados
UFLA	Universidade Federal de Lavras

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	20
2.1	Geral	20
2.2	Específicos	20
3	REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1	Resíduos químicos	21
3.1.1	Classificação	21
3.2	Resíduos gerados nas Instituições de Ensino Superior (IES)	22
3.3	Legislação brasileira	24
3.4	Programas de gerenciamento de resíduo químico nas IES	25
3.4.1	Implantação do programa de gerenciamento de resíduo químico na UFLA	27
3.5	Manejo dos resíduos químicos	30
3.5.1	Regras gerais para o acondicionamento	31
3.5.2	Rotulagem	32
3.5.3	Rótulo padrão do programa de gerenciamento de resíduos químicos	33
3.5.4	Coleta	34
3.5.5	Entrepasto e segregação	35
3.5.6	Tratamento dos resíduos químicos	36
3.6	Introdução definições em termos de Álgebra Linear	36
3.7	Logística	37
3.7.1	Logística reversa	39
3.7.1.1	Atividades da logística reversa	41
3.7.1.2	A logística reversa no Brasil	42
4	MATERIAIS E MÉTODOS	44

4.1	Recolhimento de resíduo químico	44
4.2	Segregação	44
4.2.1	Código de entrada	45
4.3	Formas de tratamento	46
4.3.1	Destilação	46
4.3.2	Metais	46
4.3.3	Neutralização	47
4.3.4	Processo Oxidativo Avançado (POA)	47
4.3.5	Destinação final	47
4.4	Análise multivariada	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5.1	Resíduos químicos gerados pela UFLA	49
5.2	Recolhimento de resíduos	50
5.2.1	Coleta durante os anos de 2010 e 2011	51
5.2.2	Solicitações de ODS em 2010 e 2011	54
5.3	Segregação de resíduos	55
5.3.1	A segregação	55
5.3.2	Zoneamento do entreposto	57
5.3.3	Saída de resíduos do entreposto	59
5.4	Tratamento de resíduos	60
5.5	Análise Multivariada dos resíduos químicos recolhidos no LGRQ	62
5.5.1	Análise multivariada da Entrada de Resíduos químicos por Departamento	63
5.5.2	Análise de entrada de resíduo químico para cada departamento	68
5.5.2.1	Departamento de Agricultura	68
5.5.2.2	Departamento de Biologia	70

5.5.2.3	Departamento Ciência dos Alimentos.....	71
5.5.2.4	Departamento de Ciências Florestais.....	72
5.5.2.5	Departamento Ciências do Solo.....	73
5.5.2.6	Departamento de Engenharia.....	74
5.5.2.7	Departamento de Entomologia.....	76
5.5.2.8	Departamento de Fitopatologia.....	77
5.5.2.9	Departamento de Medicina Veterinária.....	78
5.5.2.10	Departamento de Química.....	79
5.5.2.11	Departamento de Zootecnia.....	81
5.5.3	Perfil de geração de resíduos por departamento e para cada tipo de resíduo no ano de 2009.....	82
5.6	Logística integrada.....	83
5.6.1	Rotina de coleta por departamento.....	84
5.6.2	Rotina de tratamento.....	84
5.6.3	Custo do tratamento.....	85
5.6.3.1	Neutralização.....	85
5.6.3.2	POA.....	86
5.6.4	Logística reversa.....	86
6	CONCLUSÃO.....	88
	REFERÊNCIAS.....	89
	ANEXOS.....	95

1 INTRODUÇÃO

O crescente aumento da população mundial tem feito com que a miséria, poluição e escassez de recursos naturais se agravem cada vez mais.

Atualmente, cresce o interesse pela química verde, onde as indústrias estão trocando processos tradicionais por tecnologias ambientalmente corretas.

De acordo com a Constituição Federal de 1988, artigo 225, do Meio Ambiente: todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para os presentes e futuras gerações (BRASIL, 2000a).

Ao acolher tendências mundiais em busca da sustentabilidade ambiental e fazer cumprir a legislação vigente (principalmente a Lei de Crimes Ambientais, nº 9605/98), as instituições de ensino superior brasileiras (IEFs) vêm desenvolvendo, pouco a pouco, programas próprios de gerenciamentos de seus resíduos (BRASIL, 1998).

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 Universidade Federal de Lavras (UFLA) em 1994.

Em 2009, o Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos (LGRQ), iniciou suas atividades fazendo um levantamento dos resíduos passivos e ativos de todos os laboratórios da UFLA. Foi recolhido o total de 10 toneladas, sendo os passivos destinados a uma empresa especializada.

No segundo semestre de 2009 foi realizado um curso de capacitação para todos os técnicos de laboratórios da UFLA, com o intuito de conscientizar e orientar quanto ao armazenamento, rotulagem, transporte e segurança do laboratório. Dessa forma o LGRQ orientou a tratar e/ou destinar de forma correta, os resíduos químicos gerados por esta instituição.

Para dar prosseguimento ao gerenciamento adequado de resíduos químicos na UFLA é necessário que se estabeleça rotinas operacionais de fluxo de resíduos dos laboratórios locais para o LGRQ, assim como um fluxo reverso.

Reunir dados de coletas de entrada e saída de resíduos e uma destinação adequada destes será de fundamental importância para consolidar o PGRQ. Assim, tratar e analisar esses resultados por análises multivariadas permitirá a programação de uma logística no decorrer de suas atividades com critério e organização, propondo rotinas de coleta e tratamento de resíduo.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Propor instrumentos de gestão para o Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) sob a coordenação do LGRQ, junto aos laboratórios da UFLA, definindo procedimentos administrativos que tenham como foco os processos logísticos de coleta e tratamento de resíduos químicos.

2.2 Específicos

- Levantamento de dados durante os anos de 2010 e 2011.
- Controlar o estoque de entrada/saída de resíduos no entreposto.
- Organizar a logística de coleta e tratamento dos resíduos.
- Estimar um fluxo mensal de coleta, tratamento e destinação de resíduos do LGRQ.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Resíduos químicos

Em quaisquer processos de produção, transformação ou obtenção de materiais existem produtos que não apresentam valor comercial, utilidade ou benefício para o homem. Esses produtos são denominados resíduos.

Os resíduos podem ser considerados perigosos, não perigosos, ativos e passivos e dependendo da classificação, quando descartados de forma inadequada, podem contaminar o solo e os mananciais aquíferos (NOLASCO; TAVARES; BENDASSOLLI, 2006).

3.1.1 Classificação

A classificação dos resíduos permite estruturar, de forma adequada, as etapas do processo de implementação e execução do sistema de gerenciamento de resíduos (VILHENA, 1999). Pode ser classificado quanto:

- a) Origem: Podem ter origens domésticas, hospitalares, comerciais, agrícolas, 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 ainda em urbanos, industriais, radioativos, serviço de saúde e agrícolas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2004).

- b) Natureza: Podem ser seco ou molhado (natureza física) e orgânico ou inorgânico e grau de biodegradabilidade (composição química) (LEITE,1997).
- c) Classe: Classe I – resíduos perigosos, características inflamáveis, corrosivas, reativas, tóxicas e patogênicas. Exemplos: resíduos hospitalares, industriais e agrícolas, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, medicamentos e produtos químicos vencidos, embalagens de produtos químicos em geral (inclusive de limpeza pesada e inseticida), restos de tintas e solventes.
Classe II – resíduos não perigosos;
Classe II A – resíduos não inertes. Exemplos: a maioria dos resíduos domésticos, sucatas de materiais ferrosos e/ou não ferrosos e ainda embalagens de plástico.
Classe II B – resíduos inertes. Exemplos: entulhos de demolições como pedras, areias, além de concreto e vidro.
- d) Resíduo ativo e passivo: O resíduo ativo é gerado continuamente, fruto das atividades rotineiras. Nos laboratórios de pesquisa, a quantidade de resíduo gerada é pequena e de grande versatilidade, o que torna difícil a minimização da geração desse tipo de resíduos.

O resíduo passivo compreende todo resíduo estocado, não caracterizado, aguardando destinação adequada. Podem ser restos reacionais, resíduos sólidos, frascos de reagentes vencidos entre outros (JARDIM, 1998).

3.2 Resíduos gerados nas Instituições de Ensino Superior (IES)

As indústrias sempre foram preocupadas com a questão ambiental, devido à quantidade de resíduos gerados. Por outro lado, as Universidades não

são fiscalizadas, em grande parte delas o descarte de resíduo ainda ocorre de maneira indiscriminada.

As IES enquanto organizações formadoras de recursos humanos devem desempenhar um papel perante a sociedade e ao meio ambiente. Toda Universidade impulsionada pelo governo federal aumentou seu leque de cursos em todas as áreas do conhecimento, com isso espera-se que a quantidade de resíduos aumente. A Figura 1 representa diversas fontes geradoras de resíduos de uma Universidade.

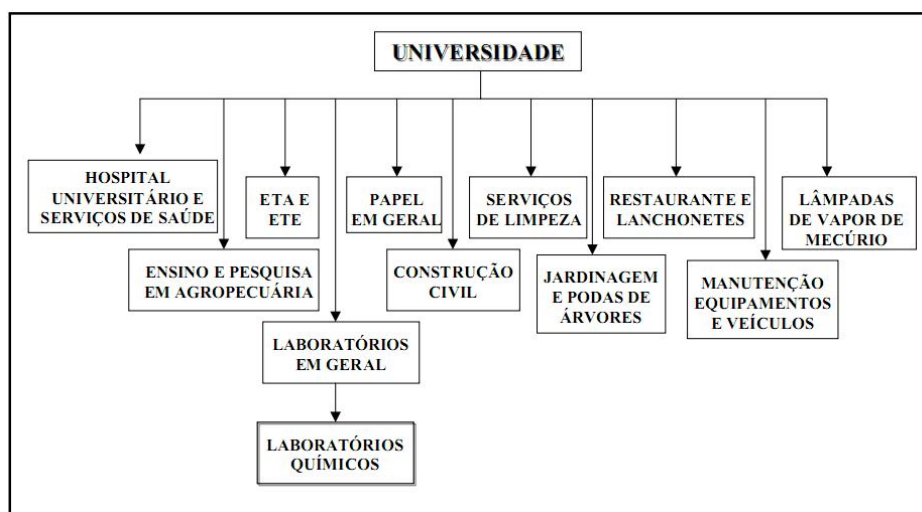


Figura 1 Resíduos gerados em uma Universidade
Fonte Sassioto, Salvador e Corneto (2004)

Os laboratórios acadêmicos são locais onde as atividades práticas associadas ao ensino, pesquisa e extensão são executadas e constituem fonte de geração de resíduos. A Figura 2 exemplifica as possíveis fontes geradoras de resíduos químicos de uma Universidade.

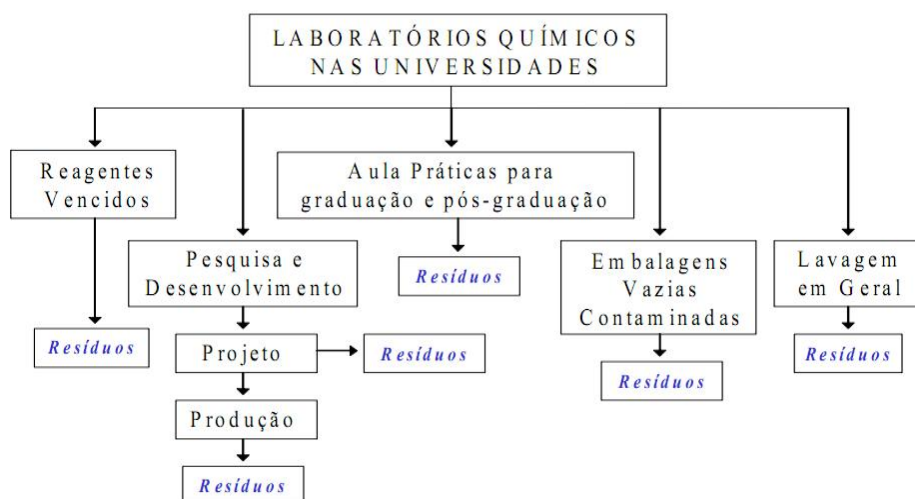


Figura 2 Resíduos de laboratórios químicos gerados nas Universidades
 Fonte: Sassioto, Salvador e Corneto (2004)

3.3 Legislação brasileira

O Brasil conta com uma legislação vigente e rigorosa, porém a falta de fiscalização torna-a não executável. Existem diversas leis que contemplam o tema meio ambiente. Algumas dessas merecem destaque:

- a) Constituição Federal: Título VIII, Capítulo VI, do Meio Ambiente de 1988: assegura o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (BRASIL, 2000a).
- b) Lei nº 6938 de 31 de agosto de 1981 – dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus afins e mecanismos de formulação e aplicação (BRASIL, 1981).
- c) Resolução do CONAMA nº 9605 de 12 de fevereiro de 1998 – dispõe sobre sanções penais e administrativas derivadas de

condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, 1998).

- d) Resolução do CONAMA nº 257 de 30 de junho de 1999 – estabelece que pilhas e baterias, que contenham em sua composição chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequado (CONAMA, 1999).
- e) Lei nº 9.966 de 28 de abril de 2000 – dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamentos de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional (BRASIL, 2000b).
- f) Resolução do CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 – dispõe sobre a classificação dos corpos de águas e diretrizes ambientais para o enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes (CONAMA, 2005).
- g) Resolução do CONAMA nº 397 de 03 de abril de 2008 – altera a resolução nº 357 de 17 de março de 2005 (CONAMA, 2008).
- h) Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 – institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9605 (BRASIL, 1010).

Ainda que o tema ambiental esteja presente em diversas leis é necessário integrá-lo às ações do nosso cotidiano, tanto no âmbito particular como acadêmico.

3.4 Programas de gerenciamento de resíduo químico nas IES

Nos anos sessenta as IES passaram a introduzir a temática ambiental. Os Estados Unidos foram pioneiros neste tema, com práticas que estimulavam as

promoções de profissionais nas ciências ambientais, que se expediu ao longo dos anos setenta. Algumas universidades começaram a implementar seus programas de gerenciamento a partir dessa década, entre elas cita-se a Universidade da Califórnia, a Universidade de Winsconsin, a Universidade do Estado do Novo México, a Universidade de Illinois e a Universidade de Minnesota (ASHBROOH, 1985).

Já nos anos oitenta, o destaque foi para políticas mais específicas a gestão de resíduos e eficiência energética. Durante a década de noventa se desenvolveram políticas ambientais de âmbito global, que congregaram todos os âmbitos das instituições (DELGADO; VÉLEZ, 2005).

No Brasil, diversas IFES desenvolvem programas de gerenciamento de resíduos químicos (PGRQ). Dentre as instituições federais, 44,6% têm programa ou estão com uma linha de pesquisa formada. Nas Universidades Estaduais 28,6% já possuem PGRQ implantado ou em desenvolvimento. Merecem destaque os seguintes Institutos/Universidades: IQ/USP - Instituto de Química da Universidade de São Paulo (DI VITTA et al., 2002); IQSC/USP - Instituto de Química da Universidade de São Paulo do Campus São Carlos (ALBERGUINI; SILVA; REZENDE, 2003); CENA/USP - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (TAVARES, 2004); UNICAMP - Universidade de Campinas (COELHO et al., 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, 2004); URI - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (DEMAMAN et al., 2004); UFRJ -

Universidade Federal do Rio de Janeiro (AFONSO et al., 2003); UNIVATES – Centro Universitário Univates (BERSCH; GONÇALVES; MACHADO, 2004).

Um programa de gerenciamento de resíduos contribui para diminuir riscos, reduzir ou eliminar a insalubridade e periculosidade de vários locais, e também para despertar nos discentes, técnicos e docentes a consciência de que são capazes de gerar conhecimento e descartar adequadamente aquilo que, na geração desse conhecimento, possa representar risco grave à saúde ou ao ambiente.

A Universidade tem como papel formar profissionais com visão holística para a temática ambiental, dessa forma cada aluno pode levar suas experiências nessa área para suas vidas profissionais e pessoais.

3.4.1 Implantação do programa de gerenciamento de resíduo químico na UFLA

A UFLA foi fundada em 1908 sob o lema do Instituto Gammon: “Dedicado à glória de Deus e ao Progresso Humano”, a Escola Agrícola de Lavras, depois Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) e, hoje, Universidade Federal de Lavras (UFLA), é um exemplo vivo da concretização dos ideais de seu fundador, Dr. Samuel Rhea Gammon, e de seu primeiro diretor, Dr. Benjamim Harris Hunnicutt.

Os três pilares de uma Universidade são: ensino, pesquisa e extensão. Para o desenvolvimento de suas atividades de ensino e pesquisa a UFLA possui diversos laboratórios que geram diferentes tipos de resíduos, dentre eles, o químico.

A implantação de um PGRQ requer mudanças de atitude, e por isso, é uma atividade com resultados a médio e longo prazos (AFONSO et al., 2003). Por esse motivo, dois pontos são primordiais para o sucesso do programa: a instituição deve estar realmente disposta a implementar e sustentar um programa

de gestão de resíduos; e o fator humano, pois o sucesso do programa está diretamente relacionado à mudança de atitudes de todas as pessoas envolvidas na geração dos resíduos (discentes, funcionários e docentes) (JARDIM, 1998).

O PGRQ da UFLA está integrado diretamente com diversos departamentos, por meio dos técnicos responsáveis pelos laboratórios de ensino e pesquisa e por discentes de Programa de Pós-Graduação. Em agosto de 2007 dois discentes do curso de Química Licenciatura da UFLA realizaram um estágio no Laboratório de Resíduos Químicos da USP - São Carlos com o intuito de conhecer o funcionamento de um programa de resíduos consolidado, além de realizar alguns tratamentos.

O PGRQ iniciou suas atividades em 2008, quando começaram as coletas semanais dos resíduos gerados em aulas práticas do DQI/UFLA e o levantamento dos resíduos passivos e ativos gerados por todos os departamentos. Também nesse ano iniciou-se a construção do Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos (LGRQ) com a finalidade de recolher, tratar e recuperar resíduos químicos gerados em toda instituição.

Em agosto de 2009 iniciaram as atividades do LGRQ com o recolhimento, tratamento e destinação final dos resíduos dos departamentos da UFLA, institucionalizando assim o PGRQ. Nesse ano, foi realizado um curso de capacitação com todos os técnicos de laboratórios químicos, possibilitando que fossem esclarecidas as dúvidas quanto ao gerenciamento de resíduos em seus laboratórios, integrando-os ao PGRQ.

Ainda, com a finalidade de capacitar foi realizado palestras nos Programas de Pós-Graduação dentro da disciplina Seminários, no sentido de orientar e reforçar a integração e o conhecimento do PGRQ junto a esses discentes, contribuindo para sua consolidação.

No primeiro semestre de 2010 foi realizada uma visita a todos os laboratórios para que fosse feita uma análise de sua adequação quanto à

segurança química e a gestão dos resíduos de acordo com as normas do PGRQ. Nesse mesmo ano o LGRQ começou a trabalhar mediante a ODS (Ordem de Serviço) que eram protocoladas na Prefeitura do Campus e executada de acordo com a logística mais apropriada.

O ano de 2011 foi decisivo para que pudesse comparar o impacto do PGRQ em todos os departamentos da UFLA, já que se têm dados para um estudo mais evidente do que se coleta, trata e destina, pode-se propor e implementar uma logística de suas atividades com mais critérios e organização.

Dos tratamentos propostos pelo LGRQ foram iniciados no DMV um estudo da quantificação e reutilização da água contendo solução de formaldeído. Nesse departamento são descartados aproximadamente 6000 litros de água contendo a solução de formaldeído e restos de tecidos animais no esgoto. Por esse motivo, espera-se que ao realizar o gerenciamento adequado desse resíduo, haja uma diminuição dos custos financeiros e ambiental para a Universidade. Os resíduos de ácido sulfúrico e línter de algodão provenientes do DAG também estão sendo estudados, para que seja utilizado na neutralização de outros resíduos.

Esses tratamentos realizados pelo PGRQ da UFLA estimulam o reaproveitamento do resíduo inevitavelmente gerado, podendo ser realizado por meio de reciclagem, recuperação ou reutilização. As definições sobre essa terminologia são variadas, mas Tavares et al. (2004) explicam que reciclar é refazer o ciclo completo, volta à origem, ou seja, é quando determinado material retorna como matéria-prima ao seu processo produtivo. Recuperar é retirar do resíduo um componente energético de interesse, seja por questões ambientais, financeiras ou ambas concomitantemente. Já a reutilização ou reuso é quando um resíduo é utilizado, tal qual foi gerado, em um processo qualquer, dentro ou fora da unidade geradora (NOLASCO; TAVARES; BENDASSOLLI, 2006).

Embora o LGRQ realize diversos tratamentos de metais pesados, compostos orgânicos diversos e solventes passíveis de destilação, alguns resíduos não podem ser tratados, recuperados ou reutilizados, uma vez que o custo/benefício desses não é viável.

Esses resíduos devem ser dispostos adequadamente em aterros ou outros locais apropriados. É comum a confusão de que incineração e coprocessamento são formas de disposição final. Em ambas os processos, há a queima do material residual e a produção de gases (que deverão sofrer tratamento) e da formação de cinzas.

Essas podem ser direcionadas a um aterro no caso da incineração, incorporadas à massa do cimento ou no clínquer, além da agregação em outras atividades da construção civil, como tijolos ou pavimentação (NOLASCO; TAVARES; BENDASSOLLI, 2006).

3.5 Manejo dos resíduos químicos

A gestão de resíduos é mais eficaz quando se detecta sua fonte geradora, normalmente localizada nos laboratórios de ensino, pesquisa e prestação de serviços, facilitando a prática de ações que busquem minimizar o volume de resíduos e a economia de reagentes.

Devido à necessidade de uma adequação no descarte dos resíduos produzidos pelos laboratórios da UFLA, foi elaborado o protocolo para o reconhecimento desses o qual tem a finalidade de normatizar o recebimento de resíduos químicos para o depósito e descarte adequado, procurando diminuir o impacto ambiental dentro do Campus.

Ao acondicionar os resíduos químicos, deve-se conferir a incompatibilidade entre o resíduo e o recipiente em que será acondicionado. Substâncias com caráter básico, por exemplo, dependendo de sua concentração,

podem corroer frascos de vidro; portanto o uso desses é evitado para essas substâncias.

Os frascos para acondicionamento dos resíduos líquidos muitas vezes são provenientes de reutilização de frascos de reagentes. Para ser reutilizado deve ser realizada a tríplice lavagem dos frascos, evitando assim, possíveis contaminações. A lavagem consiste em três etapas: na primeira, é realizada uma lavagem com uma solução diluída de uma base forte; na segunda etapa, a lavagem é realizada com ácido, que na maioria das vezes apresenta a mesma concentração da base e por último, uma lavagem normal, com água e detergente para retirada de possíveis partículas que não foram carregadas pelas outras lavagens.

3.5.1 Regras gerais para o acondicionamento

Os resíduos devem encontrar-se bem acondicionados, de tal forma que evite acidentes durante o transporte. É necessário respeitar o limite de 80% do seu volume total no preenchimento do frasco.

Após o tratamento, os resíduos líquidos e pastosos devem ser compatíveis e podem ser misturados. Os resíduos devem ser colocados em bombonas de polietileno de 5, 10, 20 ou 25 litros (com tampa batoque) conforme necessidade. É de vital importância que os resíduos químicos sejam armazenados em recipientes compatíveis. Se o material for colocado em um recipiente inadequado, esse pode se desintegrar ou romper-se. Ao misturar resíduos químicos deve-se consultar uma lista de incompatibilidade dos mesmos. Qualquer que seja o tipo de resíduo, esse deve estar devidamente identificado com o nome dos componentes da mistura e suas respectivas quantidades.

Os resíduos sólidos secos devem ser armazenados em baldes de plásticos com tampa com capacidade até 50 litros. Nunca acondicionar os resíduos químicos em caixa de ISOPOR.

Deverão ser armazenados nos laboratórios os resíduos de metais para recuperação e os resíduos passíveis de tratamento/destruição. Por questões de segurança, recomenda-se não acumular grandes quantidades de resíduos no laboratório. O ideal é que em cada local exista apenas um frasco em uso, para cada tipo.

3.5.2 Rotulagem

A rotulagem é feita nos frascos onde serão acondicionados os resíduos químicos. Uma vez que esses frascos tenham passado pela tríplice lavagem, é colocado um rótulo nesse frasco. É importante sempre realizar a rotulagem antes da disposição do resíduo, evitando assim que qualquer substância seja omitida no rótulo. Essa rotulagem deve ser adequada e padronizada pelo PGRQ, por isso será fornecido um rótulo padrão.

Na rotulagem, constará a simbologia de risco adotada pela *National Fire Protection Association (NFPA)*, dos EUA, também conhecida como Diagrama de Hommel. Nessa simbologia cada um dos losangos expressa um tipo de risco, aos quais serão atribuídos graus de risco variando entre 0 e 4.

Os códigos *NFPA* referem-se às substâncias puras. Eles podem ser encontrados em *sites* de indústrias químicas, nas fichas dos produtos químicos e até mesmo em alguns rótulos de reagentes que adotem tal simbologia.

Na rotulagem dos resíduos deverão ser utilizados os códigos das substâncias com características de: danos à saúde (azul), inflamabilidade (vermelho), reatividade (amarelo) e riscos específicos (branco). O diagrama de Hommel ou diamante do perigo possui sinais de fácil reconhecimento e

entendimento do grau de periculosidade das substâncias e está representado pela Figura 3.

Para o preenchimento do diagrama pode-se consultar *sites* de universidades internacionais ou livros que contenham as fichas do *Material Safety Data Sheet (MSDS)*, ou também as chamadas FISPQ's que estarão disponíveis no *site* do LGRQ.

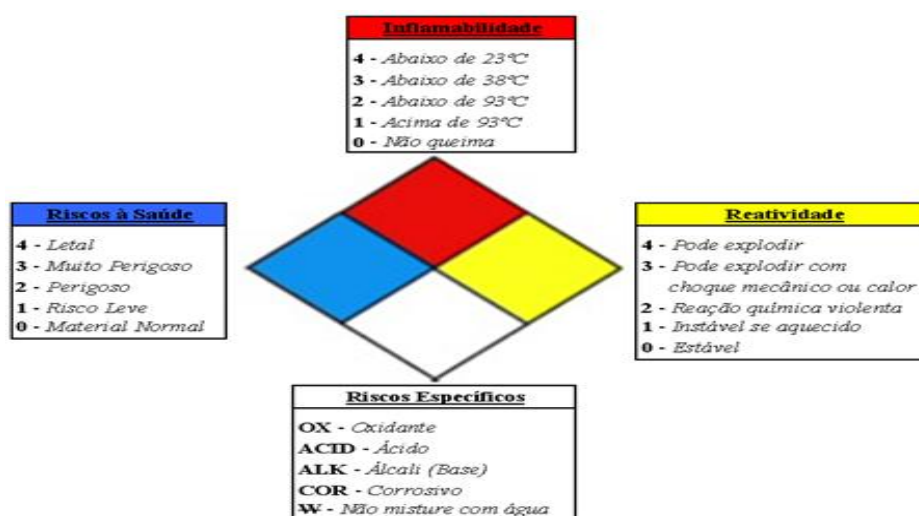


Figura 3 Códigos e campos de preenchimento do Diagrama de Hommel

3.5.3 Rótulo padrão do programa de gerenciamento de resíduos químicos

Além do diagrama de Hommel, o rótulo deve estar totalmente preenchido. Deve-se completar o rótulo com a composição do resíduo gerado (produto/ resíduo principal e secundário).

É importante descrever todas as substâncias presentes, mesmo as que apresentam concentrações muito baixas (traços de elementos), indicando todas as concentrações. Informações como o nome do responsável, procedência do material e data são de grande importância para uma precisa caracterização do material. A Figura 4 ilustra o rótulo utilizado pelo LGRQ.

		LABORATÓRIO DE GESTÃO DE RESÍDUOS QUÍMICOS 3829-1124 www.lgrq.ufpa.br			
DATA: ___/___/___		PROCEDÊNCIA:			
RESPONSÁVEL:					
RAMAL:		CONTEÚDO			
 DIAMANTE DE HOMMEL					

Figura 4 Rótulo Padronizado fornecido pelo LGRQ
Fonte: LGRQ

3.5.4 Coleta

No âmbito nacional o transporte rodoviário de produtos perigosos por vias públicas, é disciplinado pelo Decreto nº 96.044, de 18 de maio de 1988, e o transporte ferroviário de produtos perigosos, pelo Decreto 98.973, de 21 de fevereiro de 1990 e alterados pelo Decreto 4.097 de 23 de janeiro 2002 (BRASIL, 1988, 1990, 2002). Esses decretos são complementados pelas Instruções aprovadas pela Resolução ANTT nº 420, de 12 de fevereiro de 2004, e suas alterações (Resoluções ANTT nº 701/04, nº 1.644/06, nº 2.657/08 e nº 2.975/08), sem prejuízo do disposto em legislação e disciplina peculiares a cada produto (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - ANTT, 2004).

A Portaria MT nº 349/02 aprova as Instruções para a Fiscalização do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos no Âmbito Nacional (BRASIL, 2002).

O Decreto–Lei nº 2.063, de 6 de outubro de 1983, dispõe sobre multas a serem aplicadas por infrações à regulamentação para o transporte rodoviário de cargas ou produtos perigosos (BRASIL, 1983).

A Resolução ANTT nº 1.573, de 10 de agosto de 2006, institui o regime de infrações e penalidades do transporte ferroviário de produtos perigosos (ANTT, 2006).

O LGQR é responsável pela coleta dos resíduos químicos produzido pelos laboratórios da UFLA. A coleta é realizada mediante ao pedido de ODS junto à prefeitura do Campus. Normas de coleta serão propostas com a finalidade de criar procedimentos mais ambientalmente corretos para a coleta de resíduos químicos no Campus da UFLA.

3.5.5 Entrepasto e segregação

O entreposto tem como finalidade alocar temporalmente os resíduos e os reagentes vencidos que chegam a nosso laboratório. O qual foi construído obedecendo às normas padrões internacionais e dessa forma está apto a receber qualquer tipo de resíduo químico.

A segregação é uma etapa importante do gerenciamento dos resíduos em um laboratório. Nessa etapa evitam-se misturas que podem dificultar o tratamento posterior do resíduo. A segregação está para os resíduos químicos, assim como a coleta seletiva está para o lixo, ou seja, segregar é dividir em classes de compostos mais compatíveis possíveis e que facilitem o seu tratamento em outras etapas.

3.5.6 Tratamento dos resíduos químicos

Os produtos gerados nos laboratórios de pesquisa são de composição variada, o que dificulta o tratamento. Os resíduos que chegam ao LGRQ podem sofrer quatro tipos de tratamento: POA (processos oxidativos avançados), precipitação de metais, destilação e neutralização.

Valle e Teixeira (1996) afirmam que o resíduo gerado em uma prática de volta ao ciclo produtivo como reagente é uma ação corretiva. A extração de substâncias do resíduo e a sua posterior reutilização constituem uma forma comum de reaproveitamento. O produto de uma prática pode também ser utilizado diretamente como matéria-prima em outra reação.

Existem resíduos que não são tratados ou reaproveitados em nenhum processo, dessa forma o LGRQ destina esses resíduos a uma empresa que tem permissão do Órgão Ambiental Estadual para exercer tal função de destinação final de resíduos químicos.

3.6 Introdução em termos de Álgebra Linear

As ferramentas da tecnologia da informação tornaram mais fáceis as análises de dados químicos. Devido à grande quantidade de dados gerados em uma pesquisa houve a necessidade de ferramentas capazes de extrair e tratar tais dados. Originou-se então a quimiometria que é uma área destinada à análise de dados químicos de natureza multivariada.

Sistemas multivariados são aqueles que pode-se 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 (BARROS NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2010).

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*) (BEEBE; PELL; SEASHOLTZ, 1998).

A *PCA* utilizada neste trabalho para análise estatística dos dados investiga a relação entre as amostras. Esse tipo de análise é recomendado para se tratar grande número de variáveis que são agrupadas, 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 (PC1), um eixo, descreve a maior variância de dados; a segunda (PC2), 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 todos a PC são constituídas 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).

3.7 Logística

A denominação logística tem crescido exponencialmente nos últimos anos, pois é um fator essencial para a competitividade das empresas. O conceito surgiu nas décadas de 40 e 50 na Segunda Guerra Mundial, onde as forças armadas americanas foram às primeiras organizações a utilizar as atividades logísticas de forma abrangente.

Nas empresas o termo é utilizado para descrever as atividades relacionadas com os fluxos de entrada de materiais e de saída de produtos, e tende a ganhar uma visão integrada entre as organizações à medida que passam a planejar suas atividades de forma conjunta, para melhor servir ao mercado e ganhar eficiência e eficácia (BALLOU, 2001).

Dornier et al. (2000) definiram o termo como todas as formas de movimentos de produtos e informações. Essa colocação amplia o escopo de atuação da área, passando a incluir não só fluxos diretos tradicionalmente considerados, mas também os fluxos de retorno de peças a serem reparadas, de embalagens e seus acessórios, de produtos vendidos e devolvidos e de produtos usados/consumidos a serem reciclados.

Segundo Martins (2003) a logística é responsável pelo planejamento, operação e controle de todo o fluxo de mercadoria e informação, desde a fonte fornecedora até o consumidor final. Começa no instante que o cliente resolve transformar um desejo em realidade.

Já para Coronado (2007) a logística se apresenta como o processo de planejamento, implementando e controlando a eficiência, eficácia do fluxo dos estoques de produtos acabados, serviços e informações relacionados do ponto de origem para o ponto de concepção da proposta de conformidade da necessidade do cliente.

Assim, a logística é vista como a competência que vincula a empresa e seus clientes e fornecedores conforme demonstra o esquema da Figura 5 (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

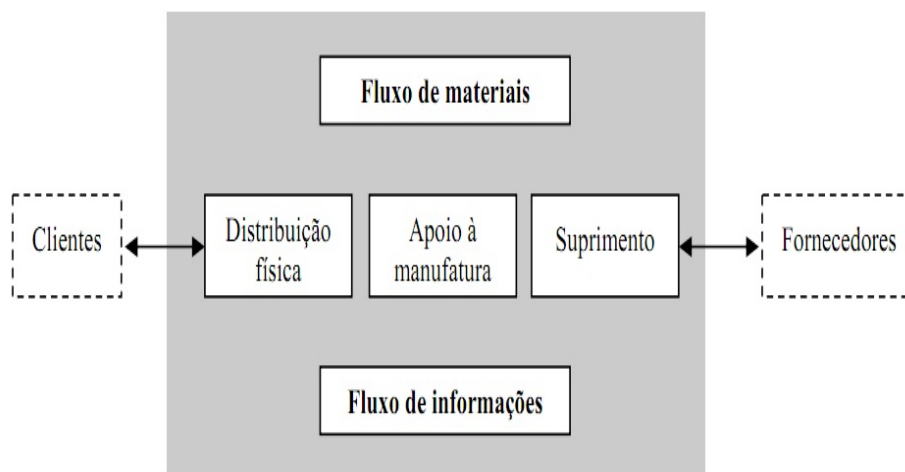


Figura 5 A logística Integrada
 Fonte: Bowersox e Closs (2001)

3.7.1 Logística reversa

No final da década de 90, o conceito de logística ampliou-se com o desenvolvimento da logística reversa. Dentre as várias definições, Leite (2003, p.16-17, define Logística Reversa como:

[...] a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno de bens de pós venda e pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhe valores de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

Para Rogers e Tibben-Lembke (1998) logística reversa é o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo de produtos acabados e as respectivas informações, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recapturar valor ou adequar o seu destino.

A logística reversa pode estar inserida no nível operacional, desde que com bom planejamento e controle. Suas operações estão relacionadas com a reutilização de produtos e materiais, e cujas atividades, são: coletar, desmontar e processar produtos e/ou materiais e peças usados para assegurar uma recuperação sustentável (amigável ao meio ambiente) (REVLOG INTERNATIONAL WORKING GROUP, 1998).

Gomes e Ribeiro (2004) afirmam que a logística de fluxos de retorno, ou logística reversa, visa à eficiente execução da recuperação de produtos. Tem como propósitos a redução, a disposição e o gerenciamento de resíduos tóxicos e não tóxicos como exemplificado na Figura 6.

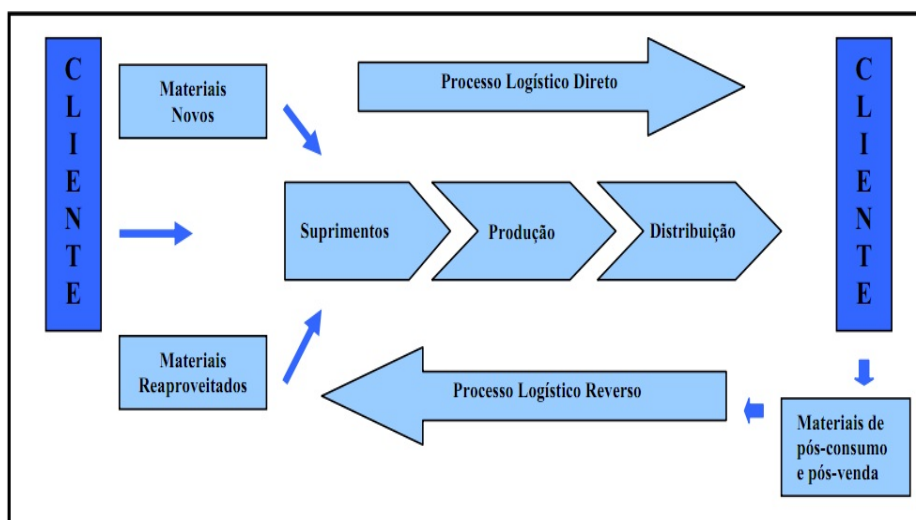


Figura 6 Processo Logístico Reverso

Fonte: Adaptado de Roggers e Tibben-Lembke (1999)

Lacerda (2005) afirma que é possível pensar em logística como um gerenciamento, planejamento e controle de materiais e informação do seu ponto de aquisição até seu ponto de consumo, devendo-se ainda incorporar os fluxos reversos de materiais e informações, que devem ser gerenciados.

As principais razões segundo Mueller (2005) que levam as empresas a atuarem em Logística Reversa são:

- a) legislação ambiental que força as empresas a retornarem seus produtos e cuidar do tratamento necessário;
- b) benefícios econômicos do uso de produtos que retornam ao processo de produção, ao invés dos altos custos do correto descarte de lixo;
- c) a crescente conscientização ambiental dos consumidores;
- d) razões competitivas – diferenciação por serviço;
- e) limpeza do canal de distribuição;
- f) proteção de margem de Lucro;
- g) recaptura de valor e recuperação de ativos.

Diante dos itens acima pode-se verificar o quanto a logística reversa tem um papel importante na criação de vantagem competitiva, que está ainda mais exigida por parte dos investidores ou pelos clientes finais.

3.7.1.1 Atividades da logística reversa

As atividades da logística reversa conforme elucidadas no Quadro 1 são consideradas o núcleo do processo logístico reverso (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998).

O que resta saber é como as empresas irão recolher de forma efetiva e eficiente esses produtos que não são mais utilizados e conduzi-los para onde eles possam ser repassados, reutilizados e armazenados de forma correta.

Quadro 1 Atividades comuns da logística reversa

Material	Atividades da Logística Reversa
Produtos	Retorno ao fornecedor Revenda Venda via <i>Outlet</i> Salvados Recondicionado Renovado Remanufaturado Recuperação de materiais Reciclado Aterro Sanitário
Embalagem	Reutilização Renovada Recuperação de materiais Reciclagem Salvados

Fonte: Rogers e Tibben-Lembke (1998)

3.7.1.2 A logística reversa no Brasil

Atualmente, muitas empresas estão atuando no gerenciamento de resíduos industriais, formando um canal logístico reverso, ou uma logística verde, que leva em consideração medidas para a preservação do meio ambiente (MOURA, 2000).

O problema de outrora é agora uma oportunidade de ganhos de diversas naturezas quando a logística reversa é adequadamente planejada e executada.

No Brasil com a publicação da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o mercado da logística reversa foi ampliado (BRASIL, 2010).

A inclusão da logística reversa em capítulos específicos nessa lei, mesmo que com definições próprias, demonstra a importância dada à operacionalização e equacionamento logístico desse retorno, revelando a sua complexidade e tornando-a parte integrante dos diversos planos de resíduos a

serem editados pela Federação, Estados, Municípios e pelas empresas envolvidas na geração dos mesmos.

Nos últimos anos observa-se que algumas empresas no Brasil têm buscado integrar novas atividades no campo da logística reversa, novas tecnologias de reaproveitamento de produtos e gerenciamento de resíduos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Recolhimento de resíduo químico

O trabalho foi desenvolvido no LGRQ da UFLA nos anos de 2010 e 2011 e foram adquiridos dados de coleta, segregação e tratamento de resíduos químicos. Os Departamentos que contribuíram para aquisição desses dados foram: DAG, DBI, DCA, DCS, DEG, DEN, DFP, DMV, DQI e DZO.

Os resíduos químicos gerados pelos Departamentos da UFLA foram destinados ao LGRQ. Para que houvesse controle do que seria coletado, foi necessário que a fonte geradora fizesse pedido de solicitação de recolhimento via ODS (ordem de serviço), que foi realizado pela secretaria de cada Departamento. As informações do tipo de resíduo a ser recolhido e a quantidade aproximada, em quilogramas (Kg) ou litros (L), deveriam ser informadas na ODS.

O LGRQ disponibilizou recipientes como: frascos (1L) e bombonas (10L, 25L, 50L e 100L) para o armazenamento dos resíduos químicos a serem descartados. Esses recipientes receberam o rótulo padrão do laboratório e foram corretamente preenchidos antes do recolhimento. Para a realização da coleta, a instituição, em contrapartida, forneceu um automóvel semanalmente.

4.2 Segregação

A segregação dos resíduos químicos deve ser uma atividade diária dos laboratórios, sendo, preferencialmente, realizada imediatamente após o término de um experimento ou procedimento de rotina. Um exemplo de segregação a ser feita por todos os laboratórios é a separação dos resíduos considerados perigosos

daqueles não perigosos, baseado na incompatibilidade entre os componentes. Esse procedimento deve ser realizado antes da solicitação de coleta.

No LGRQ, os resíduos passam por algumas etapas antes do armazenamento no entreposto. São organizados de acordo com o tipo de tratamento a ser realizado, identificados com um código específico que remete ao tipo de tratamento ou destinação e posteriormente são alocados no entreposto conforme as informações contidas nos rótulos. Esse entreposto foi construído segundo normas especializadas, como por exemplo: inexistência de instalação elétrica (para evitar incêndios) e o chão com furos milimétricos, permitindo que em caso de vazamento o resíduo não seja lançado diretamente para o esgoto, mas passe por algum processo de tratamento antes de ser descartado.

4.2.1 Código de entrada

O código é formado por uma sequência de nove números. Os dois primeiros representam o tipo de tratamento e pode ser: 21 para POA; 22 para metais; 23 para destilação; 24 para destinação final ou sem tratamento e 25 para neutralização. Os próximos quatro números indicam o mês e o ano de entrada e os três últimos a ordem de entrada de cada resíduo no entreposto.

Os dados fornecidos nos rótulos dos frascos foram anotados no caderno de entrada de resíduos: código, ramal, origem, peso e especificações. No caso em que os frascos não apresentavam essas informações, eles foram catalogados como resíduos sem origem (S/O). Após a etapa de inserção dos códigos, os resíduos foram pesados e os dados obtidos foram catalogados juntamente com os códigos de identificação.

4.3 Formas de tratamento

O LGRQ é responsável pelo tratamento dos resíduos químicos que são coletados, o laboratório executa as seguintes formas de tratamento: destilação, destinação final, metais, neutralização e POA.

4.3.1 Destilação

A destilação é uma forma de tratamento de solventes orgânicos em que esses são purificados e em seguida podem ser reutilizados. Para assegurar a pureza da substância recuperada é analisado o índice de refração e comparado com a literatura. Além disso, em algumas amostras é realizada a análise cromatográfica em fase gasosa acoplada ao espectrômetro de massas (GC/MS) permitindo obter informações sobre a estrutura do composto e pureza do composto.

4.3.2 Metais

Os resíduos químicos que contêm até quatro metais pesados em sua composição são tratados por meio do método de precipitação seletiva. No caso da concentração estar abaixo do limite para realizar por esse método, mas, acima do limite máximo estabelecido pela legislação para lançamento de efluentes, é realizado o processo de adsorção, a fim de removê-los e em seguida, dessorvê-los em menor volume de solução para que seja realizada a precipitação e a posterior recuperação. Para os resíduos contendo mais de cinco metais o método mais viável é a destinação final, pois a separação e recuperação tornam o processo mais oneroso.

4.3.3 Neutralização

Os resíduos aptos a serem tratados pelo processo de neutralização devem ser: resíduos que não apresentam metais pesados, compostos orgânicos de cadeia longa, compostos inorgânicos tóxicos e/ou que a concentração destes estiver abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação. Podem ser descartados na rede de esgoto desde que o pH esteja na faixa de 6 a 8.

4.3.4 Processo Oxidativo Avançado (POA)

O tratamento por POA consiste na degradação de resíduos orgânicos de cadeias longas sem a presença de compostos halogenados e/ou fosforado. Dentre a variedade de processos de degradação, o mais utilizado no LGRQ é via processo Foto-Fenton, em que são utilizados como catalisadores H_2O_2 e Fe^{2+} na presença de radiação ultravioleta (UV).

O processo é monitorado periodicamente analisando-se o teor de carbono orgânico total (TOC) e demanda química de oxigênio (DQO) a fim de adequar o descarte conforme a legislação vigente. Após certificar todas as normas legais de lançamento, o resíduo é neutralizado e descartado na rede de esgoto.

4.3.5 Destinação final

Os resíduos químicos que ainda não possuem tratamento estabelecido e/ou o custo da sua recuperação não é viável, é necessário enviar para uma empresa especializada para que sejam descartados em aterro sanitário de classe 1.

4.4 Análise multivariada

As análises multivariadas dos dados foram feitas com auxílio do programa PIROUETTE versão 4.1, o pré-processamento dos dados realizados foi o centrado na média.

Para tratamento dos dados foi utilizada a análise dos componentes principais (*PCA*). Esses componentes são fatores que auxiliam na separação dos laboratórios de acordo com os tipos de resíduos gerados durante os anos de 2010 e 2011, podendo então aperfeiçoar a coleta e o tratamento dos resíduos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todo programa de gestão de resíduos deve passar pelas etapas de avaliação, planejamento, implementação, destino e monitoramento dos resíduos, as quais são indispensáveis para o bom funcionamento do programa.

Neste trabalho foram avaliados os diversos processos de gerenciamento de resíduos químicos dentro do PGRQ da UFLA. A solicitação e coleta de resíduos pela comunidade acadêmica, segregação e estocagem, o tratamento e a disposição final realizada pelo LGRQ.

5.1 Resíduos químicos gerados pela UFLA

Como parte da etapa de avaliação para implementação do PGRQ da UFLA foi realizado, no ano de 2009, um levantamento dos resíduos gerados em todos os departamentos da UFLA.

Nesse procedimento foi estimado um volume total de 2438,72 L de resíduos químicos passivos estocados. A distribuição em porcentagem por departamento desse resíduo foi: DCF – 27%, DBI – 24%, DZO – 18%, DQI – 10%, DAG – 7%, DFP – 6%, DCA – 4%, DMV – 3%, DCS – 1% e DEG praticamente inexistente.

Os resíduos químicos passivos sólidos totalizaram 961,53 kg e sua distribuição em porcentagem por departamento foi de: DQI - 74%, DFP – 8%, DBI – 8%, DAG – 5, DEG – 3%, DCF – 2%, DMV, DCA e DZO praticamente nulos.

Por esses dados pode-se verificar que o DQI, apesar de sua pequena contribuição para resíduos líquidos, teve maior contribuição na quantidade de resíduos sólidos. Esse valor se deve a grande quantidade de reagentes químicos

deixada em estoque, e que conforme o passar do tempo perderam sua validade, transformando-os em resíduo químico sólido passivo.

Os departamentos DAG, DFP, DEG, DCF, DMV, DEN e DCS apresentaram baixas ou nulas porcentagens de resíduos líquidos e sólidos passivos. Nesses departamentos, a ausência de laboratórios de aulas práticas que utilizam reagentes químicos, aliadas ao fato de que grande parte das pesquisas é realizada em campo, com máquinas ou animais, justificam a pequena contribuição nessa classe de resíduos. No entanto, é importante ressaltar que no DMV a maioria dos resíduos, tanto ativos como passivos, é recolhida pela empresa Pró-Ambiental.

O volume de resíduos provenientes do DZO, no ano de 2009, é correspondente a um único laboratório, pois as análises que envolvem produtos químicos eram centralizadas em apenas um lugar. Apesar disso, o levantamento mostrou que o DZO contribui com grandes volumes, e a maioria de seus resíduos passivos são reagentes vencidos.

5.2 Recolhimento de resíduos

Em agosto de 2009 iniciaram as atividades do LGRQ com o recolhimento, tratamento e destinação final dos resíduos dos departamentos da UFLA, institucionalizando assim o PGRQ.

O recolhimento de resíduos químicos foi monitorado e quantificado utilizando a origem e o código dos resíduos. Com esses dados foi possível avaliar a coleta durante os anos de 2010 e 2011 com a finalidade de otimizar a gestão dos resíduos químicos gerados na instituição.

5.2.1 Coleta durante os anos de 2010 e 2011

Em 2009 foi ministrado aos técnicos da UFLA um curso de capacitação que teve por finalidade orientar os técnicos a respeito de como proceder ao gerar um resíduo químico.

A realização desse curso foi uma ferramenta importante para a consolidação do PGRQ, pois além de capacitar os técnicos, promoveram uma maior divulgação do programa no âmbito institucional e influenciou diretamente no volume de coleta de resíduos ativos e passivos no ano seguinte.

Ao longo do ano de 2010 foram coletados e segregados um total de mais de seis toneladas de resíduos químicos, entre ativos e passivos. Além disso, algumas palestras e cursos durante a semana acadêmica foram realizados.

Os programas de pós-graduação de todos os departamentos receberam a palestra de “Gerenciamento de Resíduos de Laboratórios” dentro da disciplina de Seminários, reforçando a integração e o conhecimento do PGRQ perante a comunidade acadêmica.

O resultado desse curso foi comprovado pelo aumento da quantidade de resíduos coletado durante os anos de 2010 e 2011, passando de seis para quase dezenove toneladas em 2011. A Tabela 1 demonstra a quantidade de resíduo coletado nos dois anos em cada departamento da UFLA, incluindo o próprio LGRQ e a EPAMIG.

Apenas o DAG apresentou um decréscimo de resíduos coletados, fato que pode ser explicado pelo tipo de resíduo. Possivelmente, no ano de 2010 foram coletados resíduos passivos estocados há muito tempo, já em 2011, embora o número total tenha sido menor que o ano anterior, esse valor corresponde a resíduos ativos. Todos os outros departamentos apresentaram aumento na quantidade de resíduos coletados.

Tabela 1 Resíduos coletados pelo LGRQ em 2010 e 2011

2010		2011	
Departamento	Peso (kg)	Departamento	Peso (kg)
DAG	320	DAG	123
DBI	679	DBI	781
DCA	409	DCA	844
DCF	19	DCF	240
DCS	685	DCS	4208
DEG	374	DEG	762
DEN	53	DEN	93
DEX	0	DEX	5
DFP	198	DFP	149
DMV	1472	DMV	6317
DQI	1146	DQI	835
DZO	24	DZO	1076
LGRQ	30	LGRQ	124
EPAMIG	0	EPAMIG	60
SEM ORIGEM	647	SEM ORIGEM	3274
TOTAL	6054	TOTAL	18891

Os resíduos coletados pelo LGRQ eram segregados e alocados no entreposto, respeitando as regras de incompatibilidade. Além disso, os resíduos foram estocados de acordo com seu tratamento, facilitando o seu gerenciamento no momento da disposição final.

A Figura 7 ilustra o que foi coletado em 2010 e 2011 de acordo com a classificação proposta pelo LGRQ.

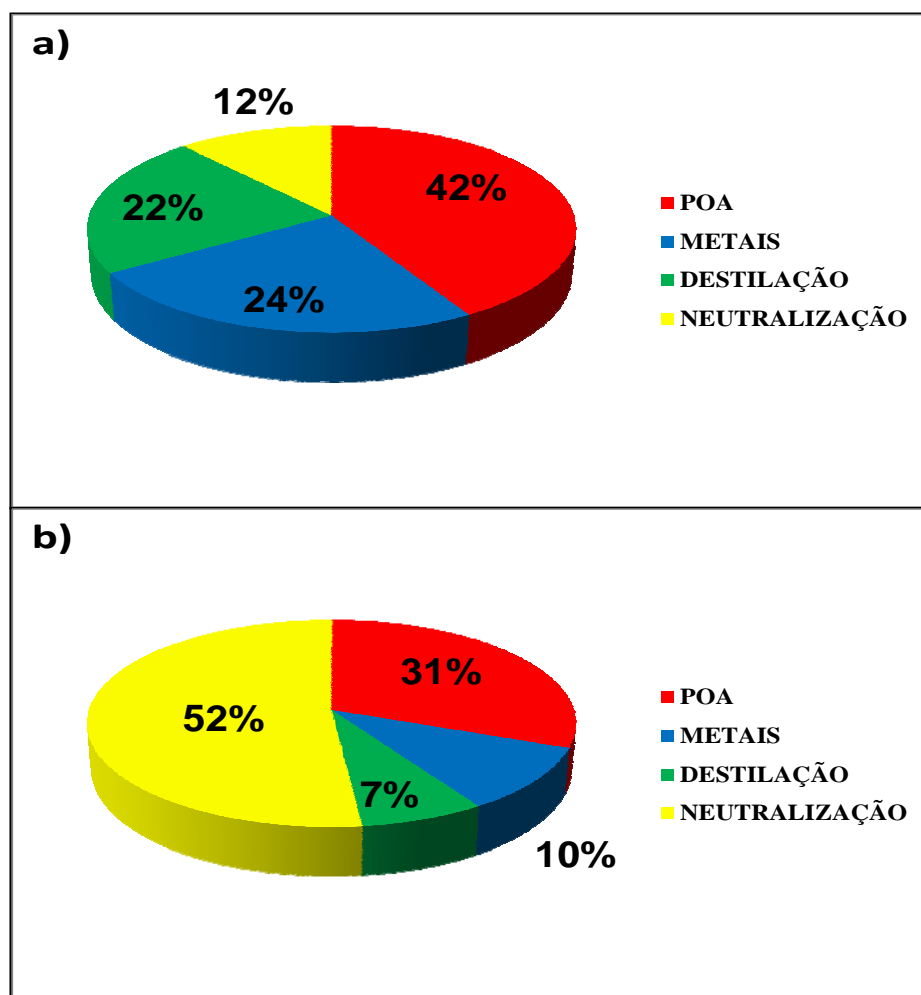


Figura 7 Resíduos coletados pelo LGRQ de acordo com sua classificação
a) 2010 b) 2011

Em 2010, o tipo de resíduo mais coletado foi o de resíduo submetido a POA, seguido de metais, destilação e neutralização.

É importante salientar que entre o final de 2010 e o início de 2011, foram estabelecidas algumas parcerias entre o LGRQ e alguns laboratórios, por exemplo, o de Física do Solo do DCS, que gerou 50 litros de resíduos de

neutralização por semana. Essas parcerias contribuíram para o aumento em 2011 da classe de resíduo cujo tratamento era neutralização.

Em 2011, a neutralização foi o resíduo coletado de maior volume, seguido de POA, metais e destilação.

5.2.2 Solicitações de ODS em 2010 e 2011

O LGRQ trabalha por meio de requisições e solicitação feita pela comunidade acadêmica via Prefeitura do Campus. Quando um laboratório gera algum tipo de resíduo químico, deseja destinar um reagente vencido, vidraria quebrada ou solicitar um recolhimento, o técnico responsável deve encaminhar-se a secretária de seu Departamento para solicitar uma ODS de coleta de resíduos.

Nessas solicitações o laboratório informa o tipo de serviço solicitado, no caso de reagente vencido o peso, a quantidade e frascos para acondicionamento dos resíduos são informações importantes. Assim, no dia em que são realizadas as coletas são também atendidos outros tipos de solicitações, porém em muitos casos as solicitações são levadas pessoalmente ao LGRQ pelos técnicos responsáveis pelos laboratórios.

O vínculo do LGRQ com a prefeitura do Campus da UFLA possibilitou a realização de um levantamento do número de ODS executadas durante os anos de 2010 e 2011. No entanto, é importante ressaltar que diversos serviços são realizados sem o registro na Prefeitura. A Tabela 2 representa o levantamento de ODS dos anos 2010 e 2011.

Tabela 2 Ordem de Serviço Executado pelo LGRQ em 2010 e 2011

2010		2011	
Departamento	ODS	Departamento	ODS
DAG	4	DAG	22
DBI	28	DBI	85
DCA	28	DCA	50
DCF	11	DCF	19
DCS	25	DCS	49
DEG	25	DEG	14
DEN	10	DEN	15
DFP	18	DFP	22
DMV	10	DMV	15
DQI	59	DQI	68
DZO	7	DZO	8
PREFEITURA	1	PREFEITURA	4
EPAMIG	3	EPAMIG	1
TOTAL	229	TOTAL	372

Ao analisar a Tabela 2 foi possível observar um aumento de mais de 60% do número total de ODS executados pelo LGRQ. Além disso, a grande maioria dos departamentos e setores aumentou as solicitações, esse fato reafirma a importância do curso realizado com os técnicos, possibilitando que os departamentos passassem a destinar seus resíduos de forma mais adequada. Com o aumento da destinação dos resíduos por parte dos laboratórios da UFLA uma etapa importante é a segregação dos resíduos que deve ser realizada seguindo normas adequadas.

5.3 Segregação de resíduos

5.3.1 A segregação

A segregação é uma etapa importante em programa de gerenciamento de resíduos. No Brasil os resíduos são classificados de acordo com a NBR 10.004/04, porém essa classificação não condiz com a realidade de um PGRQ, tratando sobre resíduos de forma geral. Assim, foi instituída uma classificação

local, condizente com o tipo de tratamento que o resíduo será submetido. A classificação mais adequada para os tipos de resíduos coletados nos departamentos da UFLA foi feita de acordo com o tipo de seu tratamento: destilação, metais, neutralização, POA e sem origem (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2004).

O resíduo classificado como sem origem é todo resíduo que chega ao entreposto sem identificação quanto à origem do departamento. Embora, em muitos casos não seja possível identificar sua origem pode-se realizar sua classificação de acordo com o tratamento.

O LGRQ desenvolveu um rótulo padrão que é utilizado em todos os recipientes para o acondicionamento de resíduos. Mesmo com a existência desse rótulo, no ano de 2011 mais de 15% de todo resíduo coletado veio sem identificação quanto a sua origem.

Para atender casos específicos foram definidas algumas regras simples quanto à segregação:

- a) Caso haja uma grande quantidade de resíduos em frascos pequenos, ele deve ser alocado em recipientes maiores, a fim de ocupar um espaço menor no entreposto.
- b) O rótulo deve ser colado na parte de traz da tampa de escoamento, buscando uma melhor visualização dos responsáveis pelo entreposto.
- c) Ao receber reagente vencido que atente pelas necessidades do entreposto, evite o acúmulo de reagentes. Procure manter no máximo cinco quilos de cada reagente vencido no entreposto.

5.3.2 Zoneamento do entreposto

Para facilitar a alocação de resíduos no entreposto definiram-se alguns procedimentos e formas de disposição dos resíduos no entreposto.

O entreposto possui quatro prateleiras (Figura 8) que serão citadas de cima para baixo, essas serão classificadas como prateleira do fundo, lado direito e lado esquerdo, porta direita e porta esquerda.



Figura 8 Foto das prateleiras do entreposto
Fonte: LGRQ

FUNDO ENTREPOSTO

- a) 1ª Prateleira – Sulfato, Nitratos;
- b) 2ª Prateleira – Amido, Agar, Açúcares, vitaminas, Sílica;
- c) 3ª Prateleira – Tetróxido de Ósmio, cocodilato;

- d) 4ª Prateleira – Metodologia para ser desenvolvida.

LADO DIREITO

- a) 1ª Prateleira – Cloretos, metais, carbonatos, Base (líquida e sólida);
- b) 2ª Prateleira – Cianetos, EDTA, óxidos, resíduos de Base, fosfato, diversos;
- c) 3ª – Aulas práticas e metais;
- d) 4ª – Metais.

LADO ESQUERDO

- a) 1ª Prateleira – Reagentes novos para pesquisa;
- b) 2ª Prateleira - ácido acético, oxalato, brometo e naftaleno;
- c) 3ª Prateleira – Solventes para destilação;
- d) 4ª Prateleira – Solventes para destilação.

PORTA DIREITA

- a) Reagentes vencidos: Formaldeído, alcoóis, acetato de etila, xilol e solventes em geral.

PORTA ESQUERDA

- a) Reagentes vencidos: ácidos diversos, indicadores de pH.

CENTRO

A parte central do entreposto serve como alocação das bombonas de diversos tipos de resíduos. A Figura 9 ilustra como é a disposição comum dessas bombonas no entreposto.



Figura 9 Entreposto do LGRQ
Fonte: LGRQ

5.3.3 Saída de resíduos do entreposto

A retirada de resíduos no entreposto do LGRQ pode ser: por tratamento de acordo com sua especificidade, doação a terceiros com finalidades apresentadas e destinação final como passivo encaminhado a uma empresa especializada.

Para facilitar a visualização do tipo de tratamento de cada resíduo alocado no entreposto é afixado em uma parte visível do frasco ou bombona uma fita adesiva de cores diferentes que representa seu tratamento. A padronização foi a seguinte:

- a) Fita vermelha – resíduo tratado por POA;
- b) Fita azul – resíduo tratado por precipitação de metais;
- c) Fita verde – resíduo tratado por destilação;
- d) Fita amarela – resíduo tratado por neutralização.

5.4 Tratamento de resíduos

O LGRQ trata os resíduos químicos oriundos de diversos laboratórios da UFLA. Dentre esses tratamentos, destacam-se o POA, metais, destilação e neutralização.

No ano de 2010 o LGRQ tratou um total de mais de três toneladas de resíduos químicos. Uma tonelada foi destinada corretamente como passivo ambiental e cinquenta e cinco quilos de reagentes vencidos foram doados aos laboratórios que solicitaram reagentes junto ao laboratório. A Figura 10(a) representa a quantidade de resíduo tratado no ano de 2010. Nesse ano, trataram-se mais resíduos via POA e neutralização.

No ano de 2011 o LGRQ tratou mais de doze toneladas de resíduos, um aumento de 300% no volume de resíduos tratados. A Figura 10 (b) representa a quantidade de resíduo tratado no ano de 2011. Pela análise da Figura 11 fica evidente que os tratamentos mais executados no ano de 2010 e 2011 também foram POA e a neutralização.

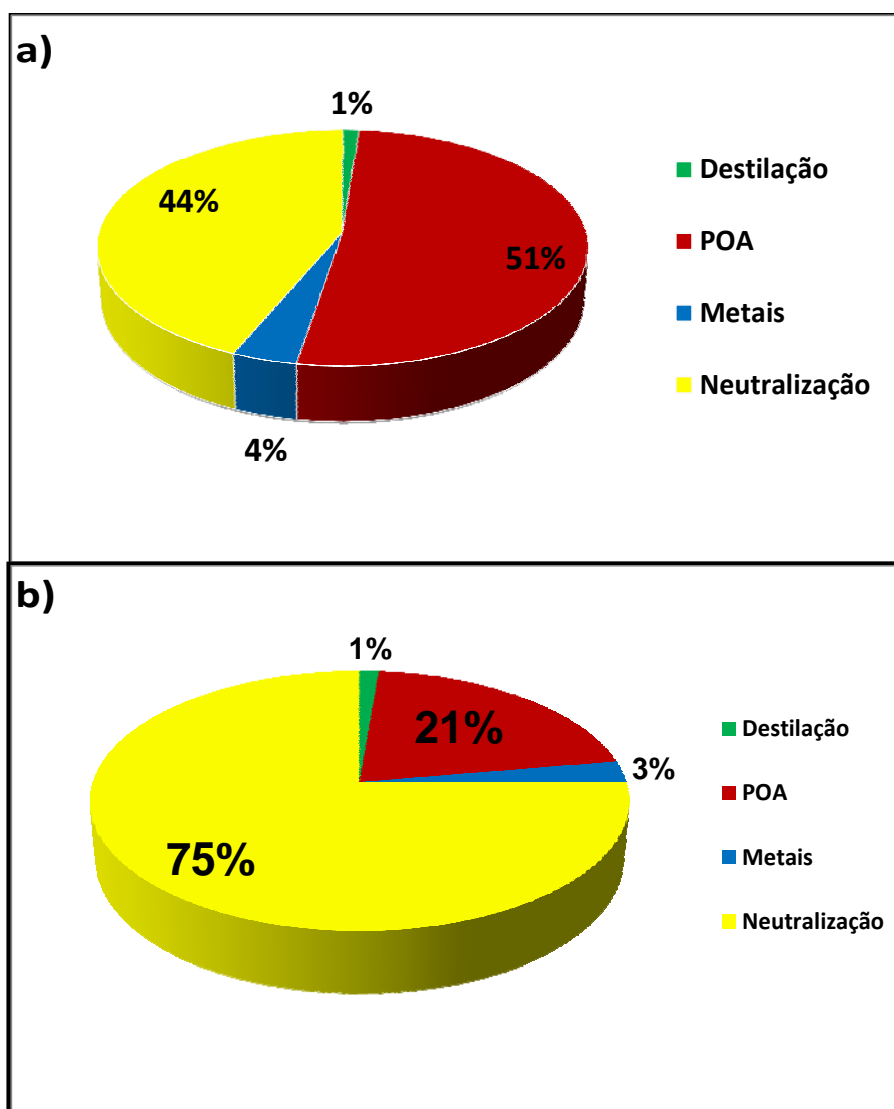


Figura 10 Resíduos Tratados pelo LGRQ. a) 2010 b) 2011

A maior quantidade de resíduos tratados via POA se deve principalmente a maior capacidade por batelada da unidade (1000L), o processo ser simples, rápido e bastante estudado. O tratamento por neutralização também tem um montante considerável, uma vez que os reagentes mais comuns em

laboratórios são ácidos e bases. O tratamento através da neutralização é simples e confere uma boa dinâmica entre a entrada de resíduos e o seu tratamento.

O tratamento de metais e a destilação exigem um trabalho mais minucioso e em volumes menores por batelada. Entretanto, apesar de mais caros em um primeiro momento, praticamente não apresentam ônus ambiental, pois seus constituintes são recuperados e voltam para a cadeia produtiva.

Devido à infraestrutura em aprimoramento, o LGRQ ainda não supre a demanda por destilação de solventes, no entanto esse problema vem sendo rapidamente contornado no sentido de um tratamento desses resíduos de forma mais rápida e efetiva do processo.

5.5 Análise Multivariada dos resíduos químicos recolhidos no LGRQ

Um experimento pode fornecer um grande número de variáveis que podem dificultar a análise. A redução da dimensionalidade dos dados pode ser feita levando em consideração critérios e objetivos que permitam a construção de gráficos, que contenham a maior parte da informação estatística. Essa redução pode ser obtida por meio da descrição dessas inúmeras variáveis em componentes principais (*PCA*). A *PCA* é uma técnica de estatística multivariada complementar que tem grande aceitação na análise de dados químicos. Nos próximos itens serão apresentados gráficos referentes às análises de *PCA* dos dados obtidos. As legendas dos gráficos encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2 Legenda dos gráficos

Tratamento	Legenda	Meses	Legenda	Departamentos	Legenda
POA	T1	Janeiro	jan	DAG	A
Metais	T2	Fevereiro	fev	DCA	B
Destilação	T3	Março	mar	DBI	C
Disposição Final	T4	Abril	abr	DCF	D
Neutralização	T5	Mai	mai	DCS	E

“continua”

Quadro 2 “conclusão”

Tratamento	Legenda	Meses	Legenda	Departamentos	Legenda
		Junho	jun	DEG	F
		Julho	jul	DEN	G
		Agosto	ago	DFP	H
		Setembro	set	DMV	J
		Outubro	out	DQI	L
		Novembro	nov	DZO	M
		Dezembro	dez	S/O	N

5.5.1 Análise multivariada da Entrada de Resíduos químicos por Departamento

Para se analisar a flutuabilidade da entrada e a origem desses resíduos (departamento onde foi gerado) foi realizada *PCA's* das Tabelas do Anexo A no final deste trabalho.

O objetivo da presente análise de componentes principais é tornar mais evidente as informações mais importantes contidas no conjunto de dados, o que não é trivial de se realizar da forma tradicional devido à sua natureza multivariada.

Dessa forma, pode-se traçar um perfil de geração de resíduos na UFLA, por departamento, por tipo de tratamento e/ou por período. Nesta seção a análise será descrita por departamento/tratamento.

Os dados foram inseridos nas planilhas de cálculo na forma de somatório do montante gerado por departamento no ano de 2010 e 2011 e os resultados são demonstrados nas Figuras 11a e 11b.

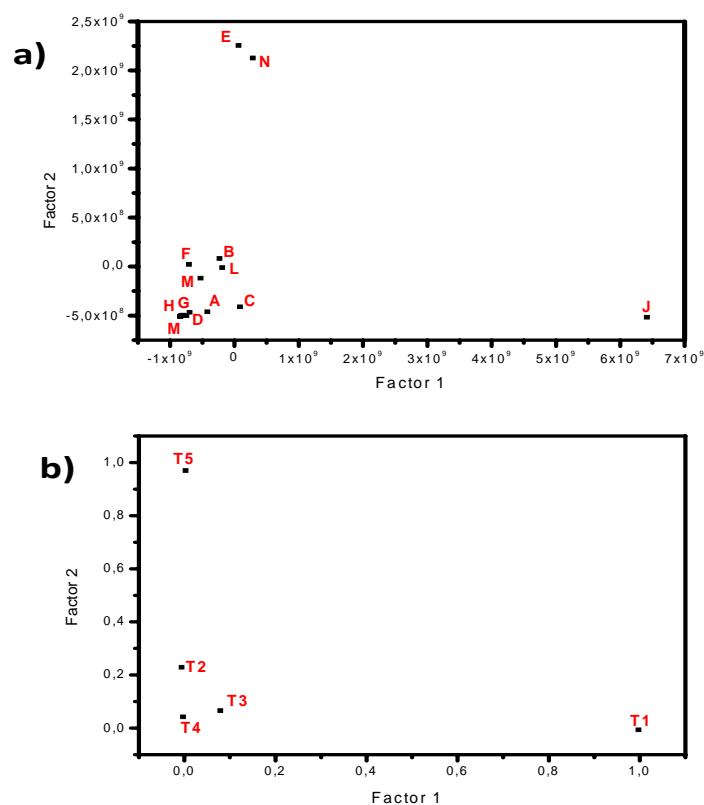


Figura 11 *PCA* dos Departamentos da UFLA no ano de 2010 e 2011 a) *scores*, b) *Loadings*

A componente principal 1 (PC1) explica 78,8% da variância dos dados e a componente principal 2 (PC2) explica 20,1 % dos dados; juntas PC1 e PC2 explicam 98,9% da variância dos dados.

Os *scores*, na Figura 11a, são referentes às amostras (departamento/tratamento) e indicam agrupamentos (semelhanças entre as amostras) ou o quanto e como as amostras diferem entre si. O motivo dessa diferença é dado pelos *loadings* (Figura 11b), isto é, os pesos que cada variável (tipos de

tratamentos) exerce para diferenciar amostras da maneira mostrada no gráfico de *scores*.

Pela análise da Figura 11a observa-se que os dados mais discrepantes foram os DMV com elevado *score* em PC1 e DCS. Verifica-se que para o DMV, o tratamento mais adequado para os seus resíduos foi o POA (PC1), enquanto que para o DCS e S/O o tratamento mais adequado foi a neutralização. Apesar da grande quantidade de resíduos tratados por meio do POA e da neutralização, grande parte desses resíduos vem de uma única fonte (DMV no caso do POA e DCS no caso da neutralização), mostrando que deve ser realizada uma logística estratégica para esses dois departamentos e seus resíduos.

Os resíduos S/O são geralmente constituídos por resíduos de aulas práticas contendo apenas sais, tampões, ácidos e bases diluídas, onde o tratamento é simples e realizado por meio da neutralização. A conscientização quanto ao preenchimento do rótulo de resíduos ainda é ineficiente e muitas vezes menos prezado. Dessa forma, o LGRQ, tem atuado na conscientização desse público ingressante na UFLA por meio de palestras e cursos.

Para uma análise mais detalhada dos dados de entrada dos resíduos químicos foram excluídos DMV, DCS e a classificação S/O que foram bem descritos e agrupados na Figura 11a e 11b. Os resultados de *PCA* para os resíduos dos departamentos com exceção do DMV, DCS e S/O são demonstrados nas Figuras 12a e 12b.

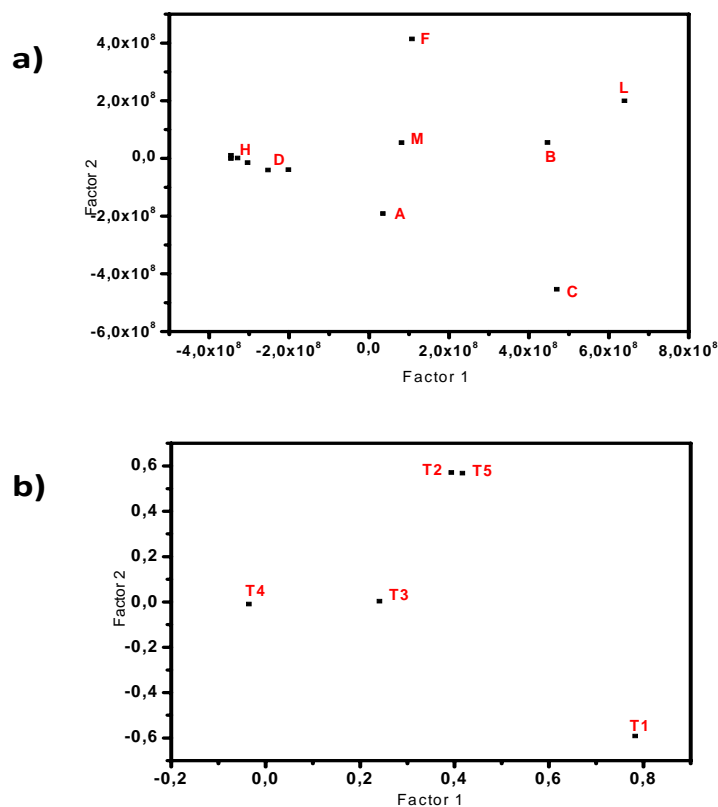


Figura 12 *PCA* dos Departamentos da UFLA, obtido pelo programa Pirouette 4.1. scores, b) Loadings

A Figura 12 PC1 explica 64,4% dos dados e a PC2 21,5% dos dados, juntas explicam 85,9% da variância dos dados.

Com a exclusão do DMV, DCS e da classificação S/O foi possível analisar os demais departamentos. Dessa forma, o DQI, DCA e DBI geraram resíduos químicos cujo POA foi o tratamento mais eficiente, o DEG gerou resíduos cujo tratamento aplicado foi principalmente a recuperação de metais e neutralização. O DZO e o DAG, que têm tradição no uso de reagentes orgânicos, tiveram seus resíduos tratados por meio da destilação. Os demais departamentos

não geraram quantidades de resíduos relevantes e a destinação dada aos seus resíduos se deu principalmente pela disposição final.

Uma vez que os resíduos de POA e neutralização se destacaram na Figura 11b, os mesmos foram excluídos numa *PCA* adicional, que visa avaliar se os demais tratamentos também têm alguma significância por departamentos. Os resultados são ilustrados na Figura 13.

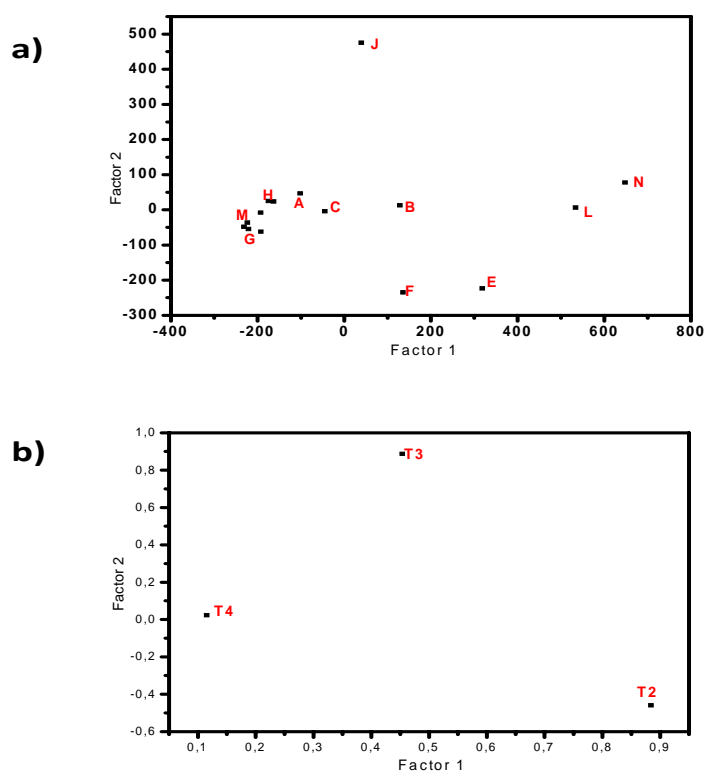


Figura 13 *PCA* dos Departamentos da UFLA, obtido pelo programa Pirouette 4.1. scores, b) Loadings

A Figura 13 demonstra os resultados onde a PC1 explica 73,3% dos dados e a PC2 explica 22,6% e juntas explicam 95,9% da variância dos dados. O DCS e DQI tiveram seus resíduos tratados por recuperação de metais, e isso já

era esperado por esses departamentos terem tradição em gerar resíduos com essas características, pois são suas vertentes principais de pesquisa.

Após se destacar como um gerador de resíduos para POA (Figura 13) o DMV, apresenta também uma grande geração de resíduos para destilação, uma vez que muitos dos procedimentos de pesquisa realizados nesse departamento visam fazer a extração de componentes de matriz animal por meio de solventes. Ao analisar a geração de resíduos ao longo desses dois anos observa-se comportamentos comuns dentro dos departamentos:

- a) Metais: DQI, DEG e DCS
- b) POA: DMV, DQI, DBI e DCA
- c) Neutralização: DEG e DCS
- d) Destilação: DMV, DCA e DCF

Com os resultados obtidos será possível propor uma logística de coleta levando em consideração a produção de cada departamento.

5.5.2 Análise de entrada de resíduo químico para cada departamento

Para se entender a flutuabilidade da geração de resíduos em cada departamento ao longo dos meses, foi realizada uma análise de *PCA* com dados dos anos de 2010 e 2011.

5.5.2.1 Departamento de Agricultura

Foram analisados os dados de entrada de resíduos dos meses referentes aos anos de 2010 e 2011 do DAG e os resultados são representados na Figura 14.

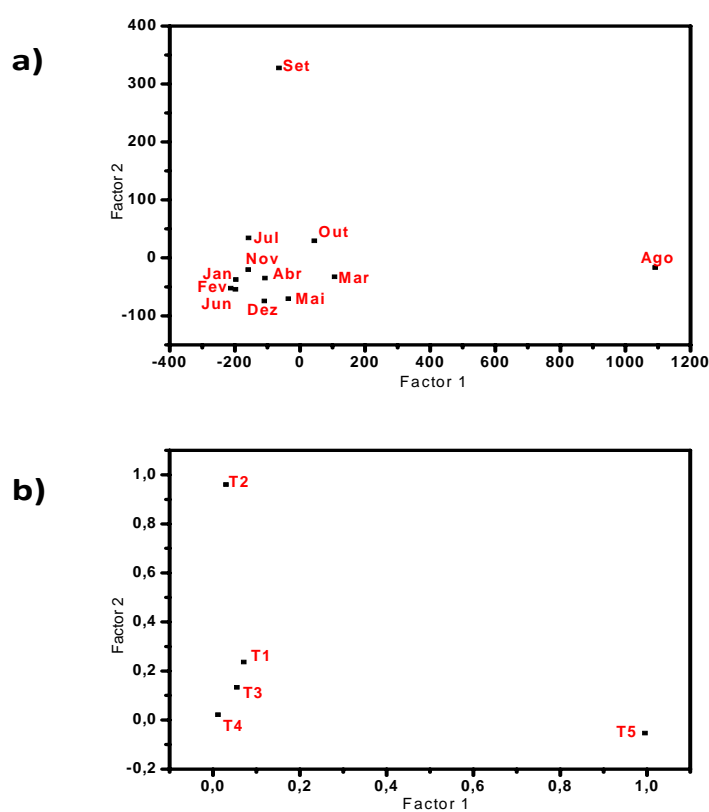


Figura 14 PCA do DAG a) scores, b) Loadings

Na PCA para o departamento de agricultura a PC1 explicou 81,7% da variância dos dados, enquanto que a PC2 explicou 10,4%. A análise conjunta das duas componentes explicou 92,1% da informação.

A partir da análise da Figura 14 foi possível averiguar que o DAG enviou durante os anos de 2010 e 2011 grandes quantidades de resíduos para o

tratamento via neutralização no mês de agosto. Nos meses de setembro foram recebidos resíduos para precipitação de metais, enquanto que nos demais meses os resíduos enviados foram principalmente de destilação, POA e disposição final.

5.5.2.2 Departamento de Biologia

Foram analisados os dados de entrada de resíduos dos meses referentes aos anos de 2010 e 2011 do DBI e os resultados são demonstrados na Figura 15.

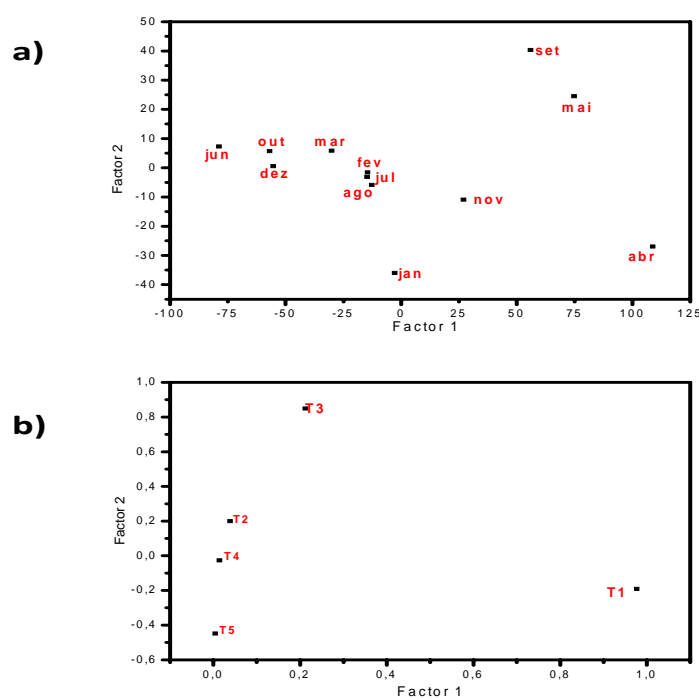


Figura 15 *PCA* do DBI a) *scores* b) *Loadings*

Na *PCA* para o Departamento de Biologia a PC1 explica 81,0% dos dados e a PC2 explica 10,4% e juntas explicam 91,4% da variância dos dados.

Analisando a Figura 15, verifica-se que o DBI enviou resíduo de POA nos meses: abril, maio e setembro; resíduo de destilação em maio e setembro e resíduo de neutralização no mês de janeiro. Os demais tipos tiveram contribuições maiores para a recuperação de metais e a disposição final.

5.5.2.3 Departamento Ciência dos Alimentos

Foram analisados os dados de entrada de resíduos dos meses referentes aos anos de 2010 e 2011 do DCA e os resultados são representados na Figura 16.

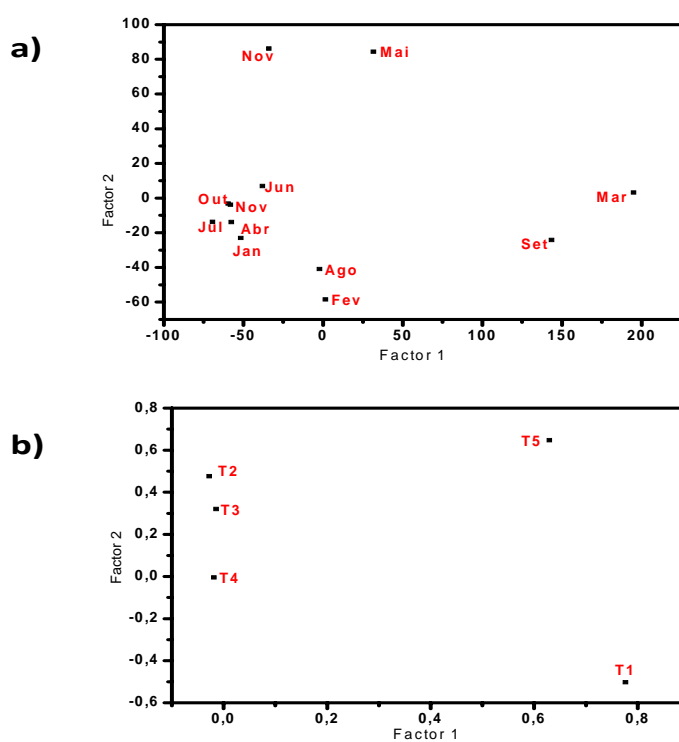


Figura 16 PCA do DCA a) scores, b) Loadings

Na PCA para o DCA a PC1 explica 73,8% dos dados e a PC2 explica 19,6% dos dados e juntas 93,4% da variância dos dados.

Pela análise da Figura 16 o DCA enviou em nível considerável de resíduo de POA nos meses de março e setembro. Resíduos contendo metais foram gerados principalmente nos meses novembro e maio. A disposição final e a destilação concentraram a maior parte dos resíduos gerados nos demais meses.

5.5.2.4 Departamento de Ciências Florestais

Foram analisados os dados de entrada de resíduos dos meses referentes aos anos de 2010 e 2011 do DCF e os resultados são representados na Figura 17.

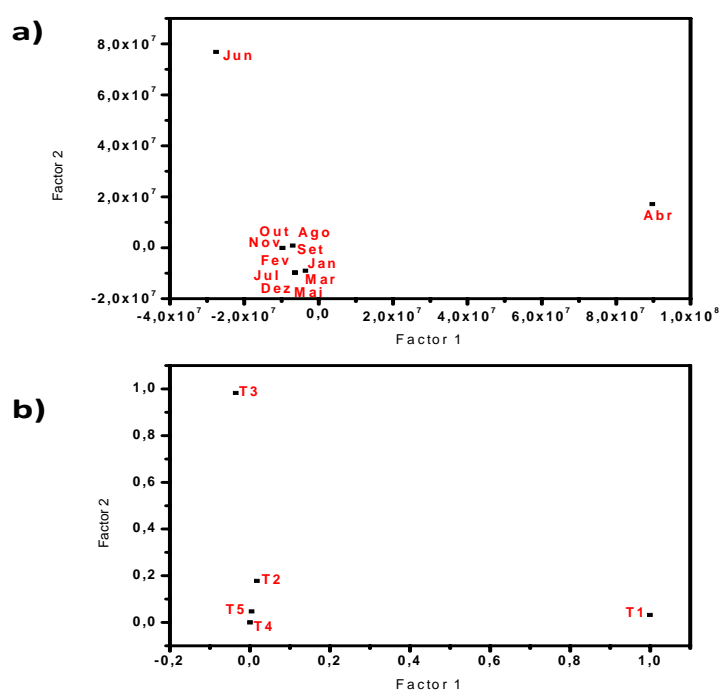


Figura 17 PCA do DCF a) scores b) Loadings

No PCA para o DCF a PC1 explica 56,5% dos dados e a PC2 explica 43,5% dos dados e juntas 100% da variância dos dados.

A análise da Figura 17 demonstra claramente um perfil de geração de resíduos consideravelmente simples, onde no mês de abril foram enviados resíduos para o tratamento POA, no mês de junho para o tratamento destilação, e os demais meses para os tratamentos de metais, neutralização e disposição final.

5.5.2.5 Departamento Ciências do Solo

Foram analisados os dados de entrada de resíduos dos meses referentes aos anos de 2010 e 2011 do DCS e os resultados são representados na Figura 18.

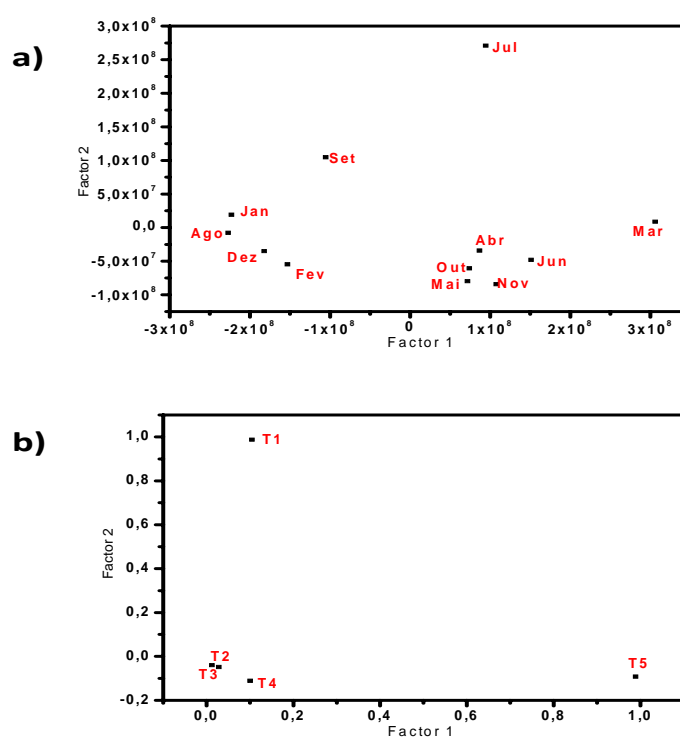


Figura 18 PCA para o DCS a) scores, b) Loadings

Na PCA para o DCS a PC1 explica 70,9% dos dados e a PC2 explica 24,0% dos dados e juntas explicam 94,9% da variância dos dados.

Pela análise da Figura 18 o DCS enviou para o entreposto, resíduos de neutralização no mês de março e de POA no mês de julho. Os demais meses ficaram agrupados em dois blocos, onde janeiro, agosto, dezembro e fevereiro foram mais bem representados pela disposição final e a destilação. O outro grupo com os meses do bloco da direita inferior do gráfico foi melhor descrito pela neutralização.

5.5.2.6 Departamento de Engenharia

Foram analisados os dados de entrada de resíduos dos meses referentes aos anos de 2010 e 2011 do DEG e os resultados são representados na Figura 19.

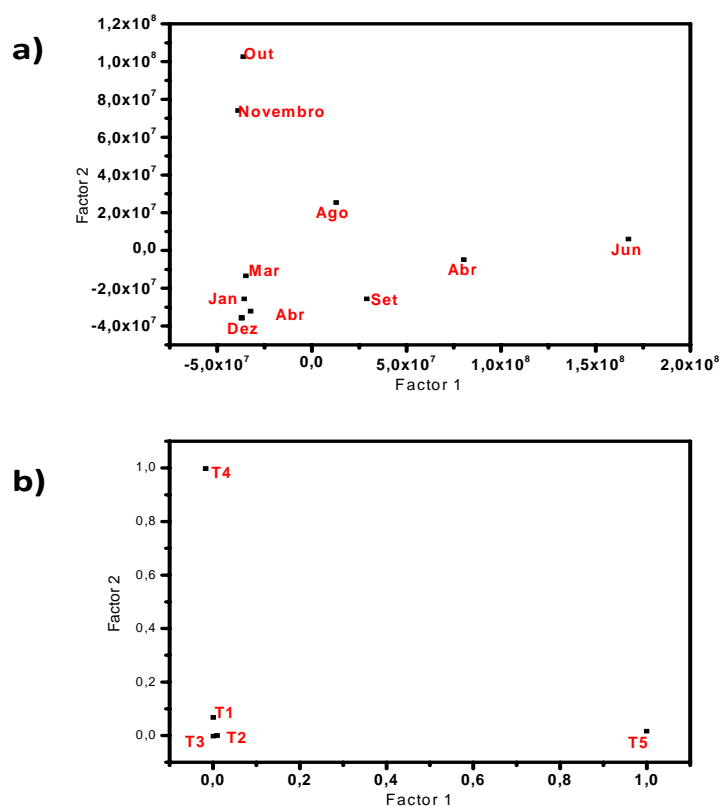


Figura 19 *PCA* do DEG a) *scores*, b) *Loadings*

Na *PCA* para o DEG a PC1 explica 64,9% dos dados e a PC2 explica 32,6% dos dados e juntas explicam 97,5% da variância dos dados.

O DEG enviou para o entreposto os resíduos de recuperação de metais nos meses de outubro, novembro e agosto. Enquanto que os outros meses não têm padrões de geração bem estabelecidos. Dessa forma pode-se observar que o DEG gera resíduos variados ao longo dos meses.

5.5.2.7 Departamento de Entomologia

Foram analisados os dados de entrada de resíduos dos meses referentes aos anos de 2010 e 2011 do DEN e os resultados são demonstrados na Figura 20.

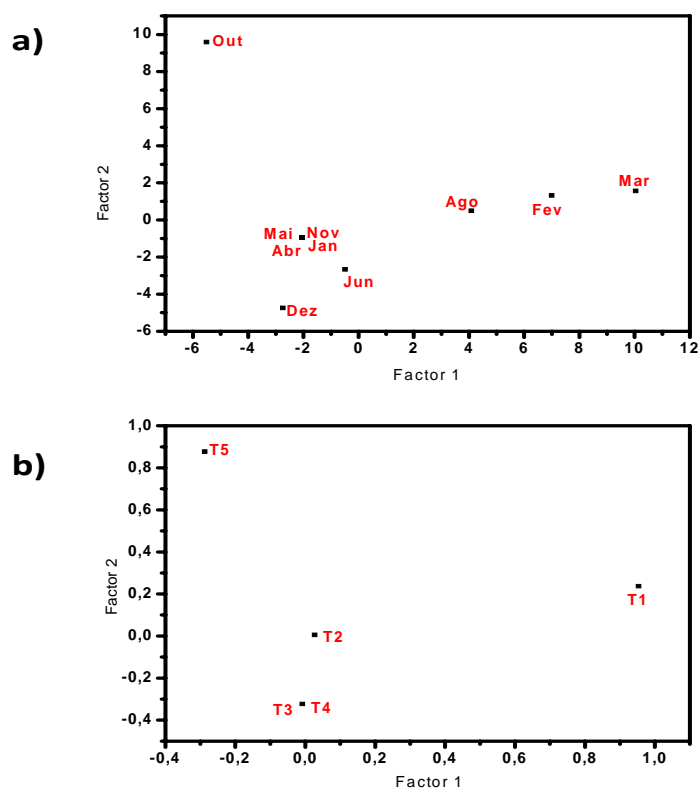


Figura 20 PCA o DEN a) scores, b) Loadings

Para o DEN a PC1 explicou 49,4% dos dados e a PC2 explicou 28,2% e juntas 77,6% da variância dos dados.

Pela análise da Figura 20 o DEN enviou principalmente resíduos de POA nos meses de fevereiro, março e agosto e resíduo de neutralização no mês

de outubro e, os demais meses foram melhores descritos por tratamento de metais, destilação e disposição final.

5.5.2.8 Departamento de Fitopatologia

Foram analisados os dados de entrada de resíduos dos meses referentes aos anos de 2010 e 2011 do DFP e os resultados são demonstrados na Figura 21.

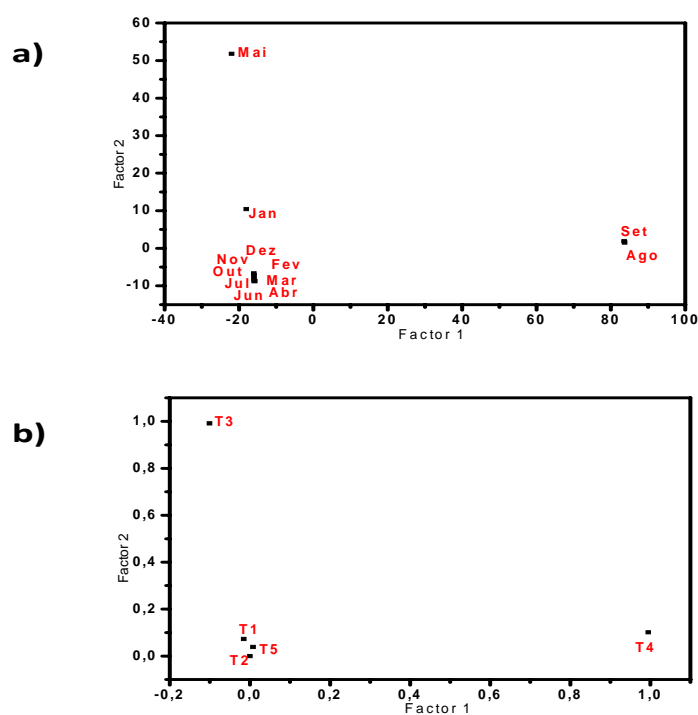


Figura 21 PCA do DFP a) scores, b) Loadings

Na PCA para o DFP a PC1 explica 79,6% dos dados e a PC2 explica 15,8% dos dados e juntas 95,4% da variância dos dados.

O DFP enviou poucos resíduos, mas os que chegaram são principalmente resíduos de destilação no mês de maio. Nos meses de agosto e setembro os resíduos devem ser destinados a uma empresa responsável pela sua destinação correta. A pouca geração de resíduos químicos por esse departamento ocorre por sua linha de pesquisa envolver plantas e animais, não estando na abrangência de atuação do LGRQ.

5.5.2.9 Departamento de Medicina Veterinária

Foram analisados os dados de entrada de resíduos dos meses referentes aos anos de 2010 e 2011 do DMV e os resultados são demonstrados na Figura 22.

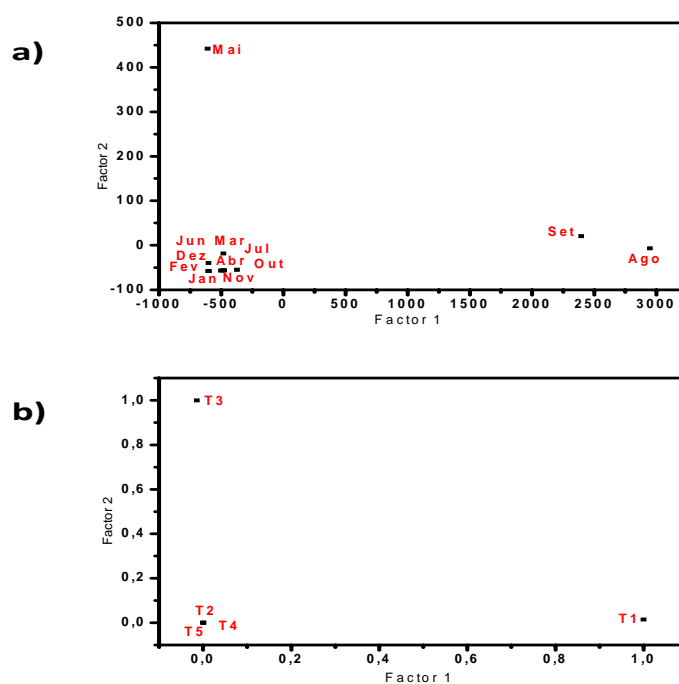


Figura 22 PCA do DMV a) scores, b) Loadings

Na *PCA* para o DMV a PC1 explica 98,7% dos dados e a PC2 explica 1,2% dos dados e juntas explicam 99,9% da variância dos dados.

Analisando a Figura 22 percebe-se que o DMV, enviou para o entreposto resíduo de POA nos meses de agosto e setembro. No mês de maio foram enviados resíduos que foram destinados para destilação. Os demais meses tiveram um comportamento bastante similar. Dessa forma o DMV se constitui em um departamento onde se pode criar uma logística de coleta, onde a maior parte dos resíduos gerados deve ir para POA ou destilação, e esse envio acontece em períodos distantes.

5.5.2.10 Departamento de Química

Foram analisados os dados de entrada de resíduos dos meses referentes aos anos de 2010 e 2011 do DQI e os resultados são demonstrados na Figura 23.

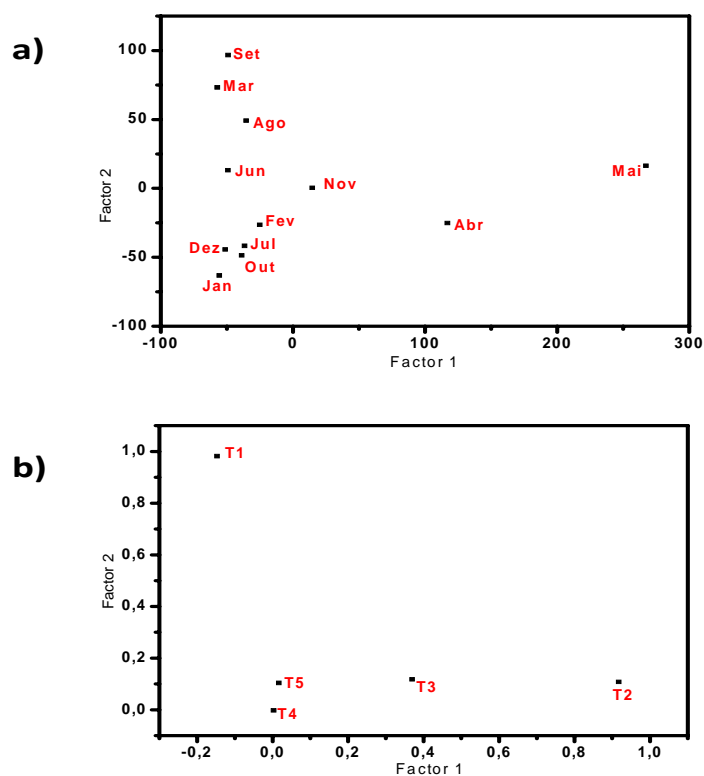


Figura 23 PCA do DQI 4.1. a) scores, b) Loadings

Na PCA para o DQI a PC1 explica 74,0% dos dados e a PC2 explica 20,6% e juntas explicam 94,6% da variância dos dados.

Pela análise da Figura 23 fica evidente que a maior parte dos resíduos de metais é gerada nos meses de maio e abril. A destilação é expressiva no mês de abril e setembro. Os meses de março e agosto geraram principalmente resíduos de POA.

5.5.2.11 Departamento de Zootecnia

Foram analisados os dados de entrada de resíduos dos meses referentes aos anos de 2010 e 2011 do DZO e os resultados são representados na Figura 24.

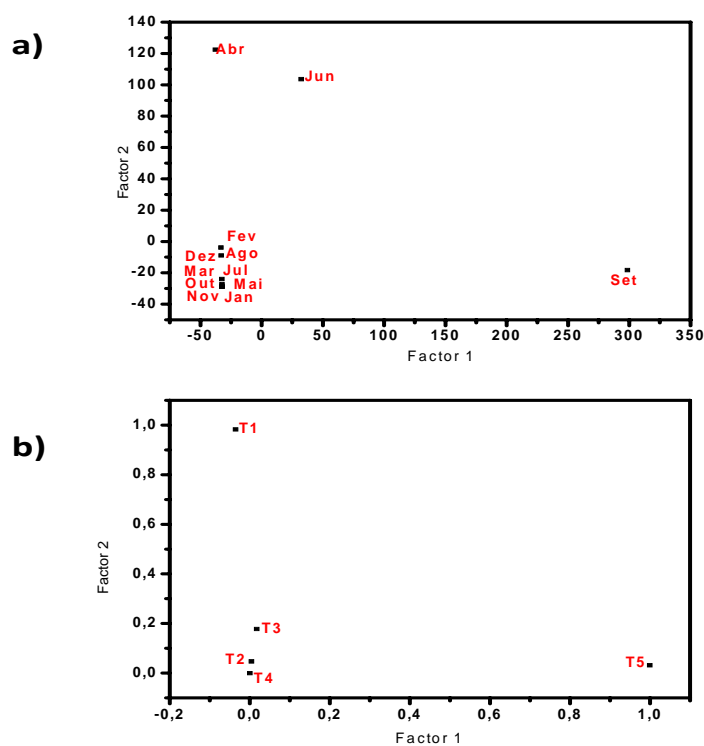


Figura 24 PCA do DZO a) scores, b) Loadings

Para o DZO a PC1 explica 75,1% dos dados e a PC2 explica 23,5% dos dados e juntas explicam 98,6% da variância dos dados.

Pela análise da Figura 24 é possível constatar que DZO enviou para o entreposto resíduo de neutralização no mês de setembro e resíduo de POA nos meses de abril e junho. Os demais tipos de resíduos flutuam de forma parecida ao longo dos meses.

5.5.3 Perfil de geração de resíduos por departamento e para cada tipo de resíduo no ano de 2009

Durante o ano de 2009 foi realizado pelo LGRQ da UFLA um levantamento de todo resíduo passivo e ativo químico existente nessa instituição. De posse desses dados foi possível fazer um perfil do estudo de quais resíduos eram gerados pelos departamentos e foram levados em consideração apenas os resíduos ativos.

Para este estudo a PC1 explica 55,5% dos dados e PC2 explica 31,2% dos dados e juntas explicam 86,7% da variância dos dados.

A Figura 25 permitiu analisar que de forma geral o DMV, seguido pelo DBI e pelo DAG, se destacou pela elevada geração de resíduos de POA; os DFP e DCA geraram resíduos de disposição final e o DCS é o principal setor responsável pela geração de resíduos de metais e neutralização.

Os resíduos coletados nos anos de 2010 e 2011 vieram apenas a confirmar o inventário feito no ano de 2009. Os departamentos que mais possuíam resíduos no ano de 2009 continuaram sendo os departamentos que mais enviaram resíduos para o LGRQ nos anos de 2010 e 2011.

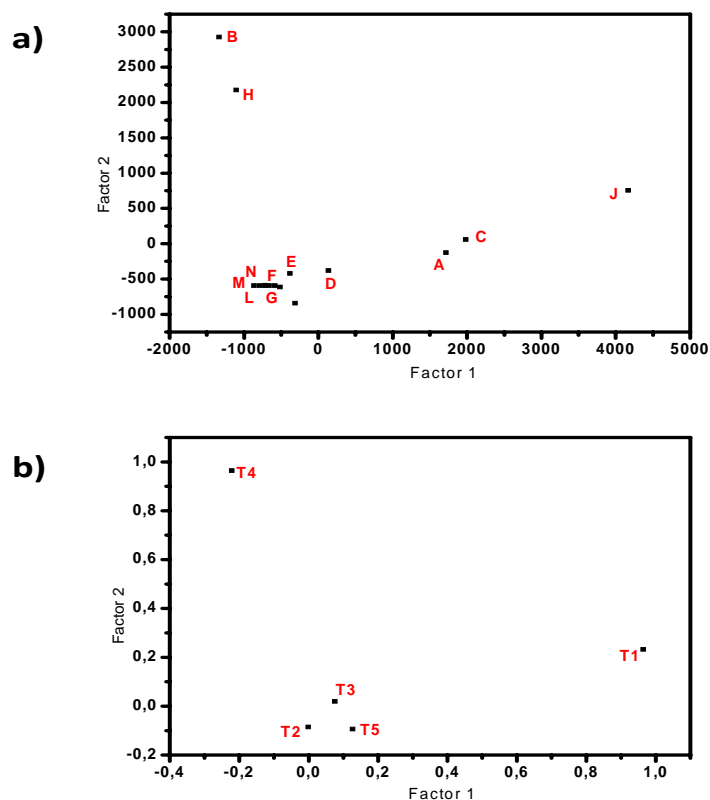


Figura 25 PCA do Inventário de 2009. a) scores, b) Loadings

5.6 Logística integrada

Considerando o LGRQ como uma empresa que presta serviços à comunidade acadêmica, os clientes e fornecedores são todos os departamentos da UFLA que enviam resíduos e que também solicitam algum reagente, seja ele vencido ou tratado. De acordo com Bowersox e Closs (2001) a logística é vista como a competência que vincula a empresa e seus clientes e fornecedores. Assim, uma rotina de coleta mensal é necessária, pois o LGRQ poderá se

articular todo mês para o tratamento específico. Com a análise multivariada foi possível realizar uma rotina de coleta por meio das respostas de dados de qual laboratório e que tipo de resíduo chegou ao LGRQ em cada mês.

5.6.1 Rotina de coleta por departamento

- a) Janeiro – DBI e DCS
- b) Fevereiro – DBI, DCA e DCS
- c) Março – DCA e DCS
- d) Abril – DBI, DMV e DZO
- e) Maio – DCS – DMV e DQI
- f) Junho – DAG, DEG e DCS
- g) Julho – DCS
- h) Agosto – DMV
- i) Setembro – DMV
- j) Outubro – DCS e DEG
- k) Novembro – DCA, DEG e DQI
- l) Dezembro – DMV

5.6.2 Rotina de tratamento

- a) Destilação – maio.
- b) Metais – janeiro, maio, novembro e dezembro.
- c) Neutralização – janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, setembro, outubro, novembro e dezembro.
- d) POA - janeiro, fevereiro, março, abril, julho, agosto, setembro, outubro e dezembro.

Com uma rotina de tratamento padronizada se torna mais fácil a requisição da compra de reagente do LGRQ para o tratamento. O tratamento mais utilizado pelo LGRQ observado foi à neutralização. Nesse tratamento são utilizados os próprios resíduos ácidos e bases, oriundos de todos os departamentos, ou seja, resíduo para tratar resíduo, porém às vezes, verifica-se a necessidade de comprar ácido e base comercial para esse processo. Assim, no mês de março o tratamento por meio da neutralização é o mais utilizado.

Para o tratamento POA é aconselhável fazer um tratamento a cada três meses e de preferência em pequenas quantidades, evitando misturas complexas, em vez de fazer um POA de 1000L, deve-se fazer quatro vezes o tratamento por POA com caixas de 250L.

5.6.3 Custo do tratamento

O custo de tratamento será uma ferramenta que dará ao LGRQ base para subsidiar uma decisão gerencial de curto prazo, para medir a sustentabilidade do laboratório em longo prazo, definir a viabilidade econômica de cada tratamento executado pelo LGRQ (CANZIANI, 1999). O custo de tratamento é mais uma ferramenta de auxílio que tentou exprimir de forma grosseira o que foi gasto com reagentes no ano de 2011.

5.6.3.1 Neutralização

Os reagentes químicos comprados pelo LGRQ no ano de 2011 foram 100 kg de hidróxido de sódio que teve um custo de R\$1270,00 e 100 L ácido sulfúrico que teve um custo de R\$2400,00, somando um total de R\$3670,00.

Ainda em 2011 foram tratados 7248 Kg de resíduos por Neutralização, então o custo para tratar um quilo de resíduos ficou por volta de R\$0,50, levando

em consideração que para destinar esse tipo de resíduo em aterro específico o custo gira em torno de R\$2,00 a R\$3,00 por quilo, constata-se a eficiência desse tratamento em relação ao baixo custo.

5.6.3.2 POA

Para esse tipo de tratamentos os reagentes químicos comprados foram 100 litros de peróxido de hidrogênio no valor de R\$2.690,00 e um quilo de Sulfato ferroso heptahidratado no valor de R\$20,85, totalizando um custo de R\$2.710,85, o que foi suficiente para tratar 2031 Kg de resíduos. O custo para o tratamento de um quilo de resíduo por POA ficou por volta de R\$1,33, sendo ainda abaixo do valor que deveria ser pago para destinar o mesmo resíduo a uma empresa específica, mostrando novamente uma boa disponibilidade para o uso.

5.6.4 Logística reversa

Muitos resíduos coletados possuem algum valor agregado, como por exemplo, os solventes depois purificados, os reagentes vencidos e alguns metais precipitados. Por isso, a logística reversa tornar-se uma ferramenta muito útil do LGRQ para retornar tais produtos aos laboratórios requisitantes.

A logística reversa visa à eficiente execução da recuperação de produtos e tem como propósitos a redução, a disposição e o gerenciamento de resíduos tóxicos e não tóxicos.

O LGRQ recolhe reagentes vencidos que podem ser utilizados por outros departamentos, além de solventes passíveis de purificação, possibilitando o seu retorno aos laboratórios onde foram gerados. A Figura 26 ilustra um possível escopo da cadeia produtiva do LGRQ.

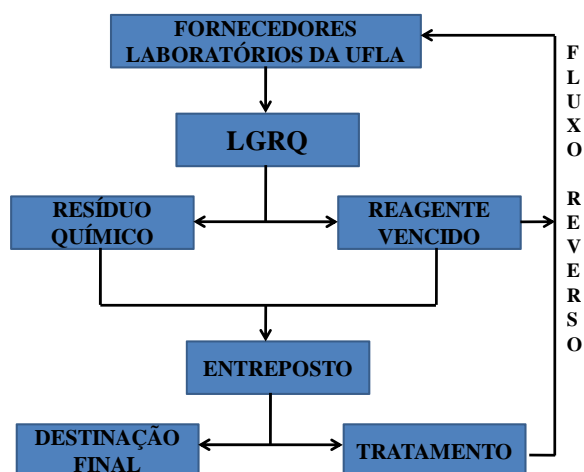


Figura 26 Cadeia de Suprimentos do Laboratório de Gerenciamento de Resíduos Químicos e fluxo reverso dos resíduos

Os departamentos são os fornecedores de suprimentos para o LGRQ por meio de um resíduo químico ou de um reagente vencido. O reagente vencido deve ser devidamente catalogado, registrado e visível "on-line" para a comunidade acadêmica por meio de um banco de reagentes.

Os tratamentos realizados pelo LGRQ, como por metais e destilação podem gerar um subproduto e pelo fluxo reverso retornarem aos fornecedores (comunidade acadêmica) e com isso pode-se realizar uma diminuição do impacto ambiental e custos para a Instituição.

6 CONCLUSÃO

A implantação do PGRQ - UFLA visa minimizar impactos ao meio ambiente buscando tratar e destinar corretamente os resíduos químicos oriundos de todos os departamentos da Instituição.

A conscientização da comunidade acadêmica foi o reflexo de um trabalho realizado por meio de palestras e cursos de capacitação, pois no ano de 2010 recolheu-se mais de seis toneladas de resíduos químicos e em contrapartida, no ano de 2011 dezenove toneladas de resíduos foram recolhidos tendo um aumento de 300%.

O controle de estoque de entrada/saída de resíduos no entreposto foi realizado de maneira adequada, sendo que o mesmo poderá ser aperfeiçoado com a criação de um *software* de controle de estoque que tornará o trabalho mais ágil.

Os métodos multivariados utilizados para análise dos dados foi de grande importância, visto que a análise dos componentes principais (PCA) propôs uma rotina de coleta mensal para cada laboratório e ainda uma rotina de tratamento mensal levando em consideração o tipo de resíduo que foi coletado em cada mês.

Os tratamentos por neutralização e POA mostraram-se mais eficientes e com menor custo, quando comparado ao envio dos resíduos para uma empresa especializada. O tratamento por destilação precisa ainda ser estruturado, pois a quantidade tratada neste estudo foi pequena. O tratamento por metais mostrou-se eficiente, precisando de uma divulgação desse resíduo tratado por meio de um banco de reagentes para deixar disponível para toda comunidade.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J. C. et. al. Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 602-611, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Resolução nº 420 de 12 de fevereiro de 2004**. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Disponível em: <<http://www.diariodasleis.com.br/busca/exibmlink.php?numlink=1-8-34-2004-02-12-420>>. Acesso em: 22 maio 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Resolução nº 1573, de 10 de agosto de 2006**. Institui o regime de infrações e penalidades do transporte ferroviário de produtos perigosos no âmbito nacional. Disponível em: <http://appweb2.antt.gov.br/resolucoes/02000/resolucao1573_2006.htm>. Acesso em: 21 jan. 2012.

ALBERGUINI, L. B. A.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O. O. Resultados de uma experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos químicos em uma instituição de nível superior. In: FÓRUM DAS UNIVERSIDADES PAULISTAS, 1., 2003, São Pedro. **Anais...** São Paulo: ICTR, 2003. 1 CD ROM.

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, p. 419-423, 2001.

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: 21 maio 2012.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: planejamento, organização e logística empresarial. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

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.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **“Como fazer experimentos”**. 4. ed. Campinas: Unicamp, 2010.

BEEBE, R. K.; PELL, R. J.; SEASHOLTZ, M. B. **Chemometrics: a practical guide**. New York: J. Wiley, 1998. p. 81-110.

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

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2001.

BRASIL. Constituição. (1988). **Constituição Federal da República do Brasil**. Brasília: Subsecretaria de Edições Técnicas, 2000a. 393 p.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 2.063, de 6 de outubro de 1983**. Dispõe sobre multas a serem aplicadas por infrações à regulamentação para o transporte rodoviário de cargas ou produtos perigosos e dá outras providências. Disponível em: <http://ppp.prefeitura.sp.gov.br/arquivos/legislacao/federal/decreto_lei_2063-1983.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2012.

BRASIL. **Decreto nº 96.044, de 18 de maio de 1988**. Aprova o regulamento para o transporte rodoviário de produtos perigosos e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d96044.htm>. Acesso em: 21 fev. 2012.

BRASIL. **Decreto nº 98.973, de 21 de fevereiro de 1990**. Aprova o regulamento do transporte ferroviário de produtos perigosos, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d98973.htm>. Acesso em: 21 jan. 2012.

BRASIL. **Decreto nº 4.097, de 23 de janeiro de 2002**. Altera a redação dos arts. 7º e 19 dos regulamentos para os transportes rodoviário e ferroviário de produtos perigosos, aprovados pelos Decretos nºs 96.044, de 18 de maio de 1988, e 98.973, de 21 de fevereiro de 1990, respectivamente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4097.htm>. Acesso em: 22 jan. 2012.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e

dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 21 jan. 2012.

BRASIL. **Lei nº 9.966 de 28 de abril de 2000**. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. 2000b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9966.htm>. Acesso em: 21 jan. 2012.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 22 jan. 2012.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Portaria nº 349 de 4 de junho de 2002**. Aprova as instruções para a fiscalização do transporte rodoviário de produtos perigosos no âmbito nacional. Disponível em: <http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=141&Itemid=190>. Acesso em: 21 fev. 2012.

CANZIANI, J. R. F. Uma abordagem sobre as diferenças de metodologia utilizada no cálculo do custo total de produção da atividade leiteira a nível individual (produtor) e a nível regional. In: SEMINÁRIO SOBRE METODOLOGIAS DE CÁLCULO DE CUSTO DE PRODUÇÃO DE LEITE, 1., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: USP, 1999.

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: UFRS, 2002. 1 CD ROM.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 257, de 30 de junho de 1999**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25799.html>>. Acesso em: 21 maio 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 314, de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o registro de produtos destinados à remediação e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31402.html>>. Acesso em: 21 jan. 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008**. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA no 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=563>>. Acesso em: 22 jan. 2012.

CORONADO, O. **Logística integrada**. São Paulo: Atlas, 2007.

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, 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: Univates, 2004.1 CD ROM.

DELGADO, C. C. J.; VÉLEZ, C. Q. **Sistema de gestión ambiental universitária**: caso Politécnico Gran Colombiano. Disponível em: <<http://ecnam.udistrital.edu.co/pdf/r/edge02/node03.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2012.

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, 2004.

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

DORNIER, P. P. et al. **Logística e operações globais**. São Paulo: Atlas, 2000.

GOMES, C. F. S.; RIBEIRO, P. C. C. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

JARDIM, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova**, São Paulo, v. 21, n. 5, p. 671-673, 1998.

LACERDA, L. **Logística reversa**: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. 2005. Disponível em: <www.cel.coppead.ufrj.br/fr-ver.htm>. Acesso em: 23 fev. 2012.

LEITE, P. R. **Logística reversa**: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LEITE, W. C. A. L. **Estudo da gestão de resíduos sólidos**: uma proposta de modelo tomando a unidade de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI-5) como referencia. 1997. p. 32-35 Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 2003 .

MOURA, R. A. Reduzir, reutilizar, reciclar e substituir. **Revista Banas Ambiental**, São Paulo, n. 7, p. 30-43, ago. 2000.

MUELLER, C. F. **Logística reversa meio-ambiente e produtividade**. 2005. Disponível em: <http://pessoal.facensa.com.br/girotto/files/Logistica_de_Distribuicao/logistica_reversa.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2012.

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

REVLOG INTERNATIONAL WORKING GROUP. **Reverse logistics**. 1998. Disponível em: <www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/Introduction.htm>. Acesso em: 20 maio 2012.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards**: reverse logistics trends and practices. Nevada: Reverse Logistics Executive Council, 1998.

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: Univvates, 2004. 1 CD ROM.

TAVARES, G. A. et al. Recuperação de bromo em soluções aquosas residuais. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 320-324, 2004.

VALLE, S.; TEIXEIRA, P. **Biossegurança**: uma abordagem multidisciplinar. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1996.

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

ZANELLA, G. Gerenciamento de resíduos perigosos na FURB em conformidade com a NBR ISSO 14001. In: ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 2., 2004, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRS, 2004. 1 CD ROM.

ANEXOS

ANEXO A

Tabela 1A Resíduos coletado no Departamento de Agricultura da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	0	0	0	0	0
Fevereiro	1,5	0	0	0	0
Março	75	0	0	0	0
Abril	85,1	2	78	1	0
Mai	0	48	0	1,6	0
Junho	202,1	0	0	11,4	0
Julho	0	0	0	0	0
Agosto	6,2	7,9	8	0	0
Setembro	0	0	0	1,6	0
Outubro	9,8	0	0	0	0,8
Novembro	51,64	2,86	13,42	14,58	44,72
Dezembro	0	0	0	0	0

Tabela 2A Resíduos coletado no Departamento de Biologia da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	77,8	0	0	61,7	0
Fevereiro	65,2	22	0	0	0
Março	48	2,5	9,5	0	0
Abril	191,4	4,3	3,7	1,9	4,4
Mai	145,3	2,7	55,8	5	0
Junho	0	0	1	0	0
Julho	65,3	14,5	0	0	0
Agosto	67,7	0	1,2	1	0
Setembro	123,5	25	63,2	2,9	0
Outubro	21,4	1,7	5,4	3,6	0
Novembro	107,6	0	4,56	1,6	0
Dezembro	24,01	0	0,79	4,48	0

Tabela 3A Resíduos coletado no Departamento de Ciências dos Alimentos da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	20,8	0	0	2,5	0
Fevereiro	90,2	0	0	1,5	0
Março	196,6	0	3,2	177,6	0
Abril	10,5	1,2	3,7	5,9	0
Mai	25,1	25,1	43,5	131,8	0
Junho	8,6	0	0	39,3	0
Julho	0,1	0	1,6	0	0
Agosto	79,44	12,6	3,2	9,36	0
Setembro	178	4,1	1,3	118,9	0
Outubro	6,84	1,72	25,26	8,56	23,8
Novembro	0	100	40	61,7	0
Dezembro	1,62		2,7	15,92	1,6

Tabela 4A Resíduos coletado no Departamento de Ciências Florestais da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	0	0	0	0	0
Fevereiro	0	0	0	0	0
Março	3	0	0	0	0
Abril	98,1	0	0	0	18,6
Mai	0	0	0	0	0
Junho	3	14,2	88	0	0
Julho	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0
Setembro	0	1,4	2,7	0	0
Outubro	0	0	0	0	0
Novembro	0	0	0	0	0
Dezembro	0	0	0	0	0

Tabela 5A Resíduos coletado no Departamento de Ciências dos Solos da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	73,2	33,5	0	2,5	0
Fevereiro	2,2	1,4	0	84	0
Março	111,7	31,6	3,5	533,5	0
Abril	55	100	2,8	310,7	0
Maiο	9,6	125	4,5	334,1	0
Junho	50	120	19	374	0
Julho	353,5	19	0	295,4	0
Agosto	47	44,5	1	0	0
Setembro	171	45,6	0	110	0
Outubro	24,9	46,5	64,2	304,6	0
Novembro	0	0	0	311	54,58
Dezembro	19,2	0	0	52,94	0

Tabela 6A Resíduos coletado no Departamento de Engenharia da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	22,3	8,6	1	1,5	0
Fevereiro	6,5	0	0	0	0
Março	30	20,3	0	2,6	0
Abril	1,5	28,9	1,1	117,8	0
Maiο	0	0	0	0	0
Junho	13,6	37,6	0	205	0
Julho	0	3,6	0,5	4,8	0
Agosto	31	58,3	0	50,8	10
Setembro	16,6	7,9	0	66,2	10
Outubro	3,38	138,36	0	3,2	0
Novembro	26,8	108,3	0	0	0
Dezembro	0	0	0	0	0

Tabela 7A Resíduos coletado no Departamento de Entomologia da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	0	0	0	0	0
Fevereiro	9,5	0	0	0	0
Março	12,7	0	1,6	0	0
Abril	0	0	0	0	0
Maiο	0	0	0	0	0
Junho	1,7	0	6,6	0	0
Julho	0	0	0	0	0
Agosto	6,4	1,5	0,3	0	0
Setembro	0	0	0	0	0
Outubro	0	0	0	12	0
Novembro	0	0	0	0	0
Dezembro	0	0	5,8	0	7,32

Tabela 8A Resíduos coletado no Departamento de Ciências Exatas da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	4,5	0	0	0	0
Fevereiro	0	0	0	0	0
Março	4,5	0	0	0	0
Abril	0	0,5	0	0	0
Maiο	0	0	0	0	0
Junho	0	0	0	0	0
Julho	0	0	0	0	0
Agosto	11	0	0	0	0
Setembro	0	0	0	0	0
Outubro	0	0	0,82	0	0
Novembro	0	0	0	0	0
Dezembro	0	0	0	0	0

Tabela 9A Resíduos coletado no Departamento de Fitopatologia da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	32,5	0	17	0	0
Fevereiro	0	0	0	0	0
Março	0	0,8	2,1	0	0
Abril	3	3,3	1,2	0	0
Maiο	0	3	61	0	0
Junho	1,7	0	0	0	0
Julho	8,9	0	0	0	0
Agosto	6,5	0	0	0	100
Setembro	0	3,1	0	0	100
Outubro	0	0	0	0	0
Novembro	0	0	0	0	0
Dezembro	0	0	0	0	0

Tabela 10A Resíduos coletado no Departamento de Medicina Veterinária da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	1,5	0	0	0	0
Fevereiro	0	0	18,5	0	0
Março	120,5	1	38	0	0
Abril	228,8	0	0	0	0
Maiο	0	0	500	0	0
Junho	125,5	0	0	0	0
Julho	0	0	0	0	0
Agosto	3550	0	0	0	0
Setembro	3000	2	35,45	0	1,8
Outubro	120,5	0	0	0	0
Novembro	0	0	0	0	0
Dezembro	100	0	0	0	0

Tabela 11A Resíduos coletado no Departamento de Química da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	2,4	0	0	0	0
Fevereiro	29,5	18,2	47,2	25	0
Março	132,7	7,7	26,6	43,9	0
Abril	13,3	176	32,8	42,5	2,4
Maio	29,9	293,7	154,8	23,5	0
Junho	76,9	16,8	5	7,9	0
Julho	14,2	4	44,4	41,4	0
Agosto	110,44	37,9	3,2	17,2	0
Setembro	154,45	16,35	36,2	44,7	0
Outubro	10,8	14,44	11,62	32,9	0
Novembro	51,4	70,4	33,3	37,9	0
Dezembro	18,38	3,9	7,46	18,8	0

Tabela 12A Resíduos coletado no Departamento de Zootecnia da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	0	0	0	0	0
Fevereiro	25,4	1,8	0	0	0
Março	1,6	0	0	0	0
Abril	154	0	0	0	0
Maio	0	0	0	0	0
Junho	122,1	14,5	54,4	68	0
Julho	5	0	0	0	0
Agosto	20,3	0	0	0	0
Setembro	0	0	0	331,1	0
Outubro	0	0	0	0	0
Novembro	0	0	0	0	0
Dezembro	0	0	0	0	0

Tabela 13A Resíduos coletado no LGRQ da UFLA, valores tabelados em quilos
– UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	17,7	0	0	0	0
Fevereiro	10	1,6	0	0	0
Março	14,6	0	0	0	0
Abril	1,7	8,3	1,4	0	0
Mai	1,4	1,2	0	0	0
Junho	0	1,2	0	0	0
Julho	3,1	0	0	0	0
Agosto	20,6	10	0	3,2	0
Setembro	16,3	6,3	0	24	0
Outubro	23,9	11,54	5,26	9,36	1,5
Novembro	3,8	1,4	0	0	0
Dezembro	48,59	0	0	0	0

Tabela 14A Resíduos coletado na EPAMIG da UFLA, valores tabelados em
quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	0	0	0	0	0
Fevereiro	4,8	1,6	0	0	0
Março	9,6	0	0	0	0
Abril	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0
Junho	0	0	0	0	0
Julho	0	3,5	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0
Setembro	0	0	0	0	0
Outubro	0	7,2	0	0	0
Novembro	0	0	0	0	0
Dezembro	0	0	0	0	0

Tabela 15A Resíduos coletado sem origem da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2010/2011

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	110,3	10,8	2,4	14,1	0
Fevereiro	78,8	1	12,6	0	0
Março	161,3	11,6	60,1	311,9	0
Abril	81,1	17,3	60,4	102,8	5
Maiο	35,1	0	31,7	180,2	0
Junho	35,1	11,7	6,4	18	0
Julho	176,5	68,9	17,05	45,6	0
Agosto	167,7	76,3	88,05	1297	34,7
Setembro	147,1	377,55	74,4	129,55	25,67
Outubro	48,26	96,74	86,74	253,39	24,32
Novembro	62,82	32,39	59,65	51,1	101,27
Dezembro	3,4	3,1	2,36	109,4	47,5

Tabela 16A Resíduos coletado nos Departamento da UFLA, valores tabelados em quilos – UFLA – 2009

Tratamento / Mês	POA	METAIS	DESTILAÇÃO	NEUTRALIZAÇÃO	DISP. FINAL
Janeiro	2346	312,6	1080,6	793,4	0
Fevereiro	2804	7,2	60,75	1,3	0
Março	180,2	37,4	166,2	27,4	3607
Abril	877,8	200	136	96	33
Maiο	138	1127	31	2233	21,5
Junho	7,7	5,1	1	0,5	0
Julho	7,34	0	48,1	0	0,5
Agosto	0	0	0	0	0
Setembro	251	1,7	15	9,8	2810
Outubro	5014	66,7	160,8	868	275,7
Novembro	280	130	100	873	204
Dezembro	216	845	18	0	0