UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
MARCELA RODRIGUES SICILIANO

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO PARA A CRIAÇÃO DE UMA CENTRAL DE RECUPERAÇÃO DE SOLVENTES ORGÂNICOS. DOPOLAB/RESOLVE – EQ/UFRJ

Rio de Janeiro
2017

MARCELA RODRIGUES SICILIANO

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO PARA A CRIAÇÃO DE UMA CENTRAL DE RECUPERAÇÃO DE SOLVENTES ORGÂNICOS. DOPOLAB/RESOLVE – EQ/UFRJ

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora:

Erika Christina Ashton N. Chrisman, D. Sc.

Rio de Janeiro
2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Siciliano, Marcela Rodrigues.

Desenvolvimento de um sistema de gestão integrado para a criação de uma central de recuperação de solventes orgânicos. DOPOLAB/ReSolve – EQ/UFRJ. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2017.

xvi, 157 p., il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola de Química, 2017.

Orientadora: Erika Christina Ashton N. Chrisman

1. Gerenciamento de Resíduos. 2. Central de Recuperação. 3. Solventes Orgânicos. 4. Procedimentos de Gestão I. Chrisman, Erika Christina Ashton N. (Orient.). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. III. Título.

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO PARA A CRIAÇÃO DE UMA CENTRAL DE RECUPERAÇÃO DE SOLVENTES ORGÂNICOS. DOPOLAB/RESOLVE – EQ/UFRJ

MARCELA RODRIGUES SICILIANO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE PROCESSOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS DA ESCOLA DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS.

Aprovada por:

Erika Christina Ashton N. Chrisman, D. Sc.
(Orientadora)

Andrea Medeiros Salgado, D. Sc.
(EQ/UFRJ)

Denise Celeste Godoy de Andrade Rodrigues, D. Sc.
(UERJ)

Julio Carlos Afonso, D. Sc.
(IQ/UFRJ)

Rio de Janeiro, RJ - Brasil
2017

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo

começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”

(Chico Xavier)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por cuidar da minha vida e iluminar meus caminhos.

Aos meus pais, Paulo e Marise, pelo amor incondicional, pela realização dos meus sonhos, pela dedicação, incentivo, carinho e por me mostrarem como ser uma pessoa melhor, me conduzindo sempre para o melhor caminho.

As minhas irmãs, Fernanda e Beatriz, pelo companheirismo, pelo respeito e por saber que sempre posso contar com elas, independente das circunstâncias.

A minha orientadora, Prof. Dra. Erika, pelo apoio, paciência e atenção na realização deste trabalho e por todo carinho e simpatia com que me acolhe sempre.

As minha amigas da Escola de Química, Ana, Gabriela, Natália e Thaís, pela amizade, incentivo, apoio e por sempre me proporcionarem momentos inesquecíveis.

Aos familiares e amigos, por sempre me incentivarem a nunca desistir e de ir atrás dos meus sonhos. Em especial, cito minha amiga Evelyn, pela amizade, incentivo e apoio durante esta etapa da minha vida.

À UFRJ e ao Programa TPQB da Escola de Química pela infraestrutura e aos seus docentes pelos ensinamentos adquiridos.

RESUMO

Siciliano, Marcela Rodrigues. **Desenvolvimento de um sistema de gestão integrado para a criação de uma central de recuperação de solventes orgânicos. DOPOLAB/Resolve – EQ/UFRJ.** Orientadora: Erika Christina Ashton N. Chrisman. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2017, Dissertação (Mestrado).

Em virtude do crescimento populacional e do desenvolvimento da indústria ao longo dos anos, a geração de resíduos aumentou consideravelmente, sendo atualmente uma das maiores preocupações ambientais. Tendo em vista a importância das Instituições de Ensino Superior (IES) na formação do cidadão, é necessário que algum plano de gerenciamento de resíduos seja ensinado e aplicado durante a fase acadêmica. Logo, o objetivo principal deste trabalho foi elaborar um Sistema de Gestão de Resíduos adaptado a realidade da universidade, mas semelhante ao exigido pela Indústria Química, para a criação de uma Central de recuperação de solventes orgânicos, denominada DOPOLAB/ReSolve, que irá funcionar dentro do laboratório DOPOLAB (Laboratório de Desenvolvimento e Otimização de Processos Orgânicos), já existente na Escola de Química (EQ). Num primeiro momento foram avaliadas as etapas de um programa de gerenciamento, identificando as exigências legais e o destino destes resíduos, tanto nas IES como nas indústrias. Após estas análises, foi feito um diagnóstico da situação dos resíduos de solventes orgânicos dos laboratórios da EQ, através da elaboração e aplicação de um questionário. Foram contabilizados doze laboratórios com potencialidade em se tornarem parceiros da Central, representando quase 50% dos laboratórios geradores de resíduos da EQ. Outro resultado obtido neste levantamento é que apenas 25% dos laboratórios visitados possuem um programa para gerenciar seus resíduos, mostrando a importância da aplicação deste tipo de projeto. Baseado neste diagnóstico foram propostos documentos e procedimentos exigidos para o gerenciamento destes resíduos pela Indústria Química, sendo possível concluir que os mesmos podem ser adaptados e aplicados nas IES, auxiliando assim no sucesso deste programa e na sustentabilidade da EQ, comprovado por resultados de recuperação de solventes de laboratórios testados com minimizações superiores a 70% e com solventes de grau de pureza superiores a 99%.

Palavras-chave: Gerenciamento de Resíduos. Central de Recuperação. Solventes Orgânicos. Procedimentos de Gestão.

ABSTRACT

SICILIANO, Marcela Rodrigues. **Development of an integrated management system for the foundation of an organic solvents recovery center. DOPOLAB/Resolve – EQ/UFRJ.** Advisor: Erika Christina Ashton N. Chrisman. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2017, Dissertation (Masters).

Due to population growth and industry development over the years, generation of waste has increased considerably and is currently one of the major environmental concerns. Given the importance of Higher Education Institutions (HEI) in the training of citizens, it is necessary that some waste management plan be taught and applied during the academic phase. Therefore, the main objective of this work was to elaborate a Waste Management System adapted to the reality of the university, but similar to that required by the Chemical Industry, for the creation of an organic solvent recovery center, called DOPOLAB/ReSolve, which will work within the laboratory DOPOLAB (Laboratory of Development and Optimization of Organic Processes), already existing in the School of Chemistry (EQ). In the first instance the steps of a management program were evaluated, identifying the legal requirements and the destination of these wastes, both in HEIs and in industries. After these analyzes, was made a diagnosis of the status of organic solvent residues from EQ laboratories, through the elaboration and application of a questionnaire. It was recorded twelve laboratories with the potential to become partners of the Central, accounting for almost 50% of waste generator laboratories in EQ. Another result obtained in this survey is that only 25% of the laboratories visited have a program to manage their waste, showing the importance of the application of this type of project. Based on this diagnosis were proposed documents and procedures required for the management of this waste by the Chemical Industry, and it is possible to conclude that they can be adapted and applied in HEI, thus helping the success of this program and the sustainability of the EQ, proven by results of solvent recovery from laboratories tested with minimizations of more than 70% and solvent purity of more than 99%.

Keywords: Waste Management. Recovery Center. Organic Solvents. Management Procedures

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1

2. OBJETIVO 3

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4

3.1 Histórico 4

3.1.1 Gerenciamento de Resíduos nas IES - Brasil 7

3.2 Resíduos 11

3.3 Solventes Orgânicos 18

3.4 Produtos Controlados 19

3.5 Gerenciamento de Resíduos 26

3.6 Etapas de um PGR 29

3.6.1 *Levantamento dos Passivos e Ativos* 29

3.6.2 *Segregação* 32

3.6.3 *Identificação (Rotulagem)* 34

3.6.4 *Acondicionamento/Armazenamento* 38

3.6.5 *Reaproveitamento* 40

3.6.6 *Tratamento* 41

3.6.7 *Disposição Final* 42

3.6.8 *Divulgação do Programa* 43

3.7 Legislação Ambiental 45

3.7.1 *Licenciamento Ambiental* 46

3.7.2 *Resíduos* 52

3.7.3 *Resíduos Perigosos* 55

3.7.4 *Controle de Resíduos – Rio de Janeiro* 57

3.8 Destino dos Solventes Orgâncos 60

3.8.1 *Experiência nas Universidades* 60

3.8.2 *Experiência nas Indústrias* 66

3.8.2.1 *Codições e Restrições* 67

3.8.2.2 *Etapas Gerador versus Empresas* 71

4. METODOLOGIA 73

4.1 Política de Gestão 75

4.2 Diagnóstico da Situação 75

4.2.1 *Questionário* 76

4.3 Planejamento 76
4.4 Implementação e Operação 78
4.5 Monitoramento 78
4.6 Revisão da Gestão e Divulgação 79
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 80
5.1 Política de Gestão – DOPOLAB/ReSolve 81
5.2 Diagnóstico da Situação 83
5.2.1 *Sistematização dos Dados* *83*
5.2.2 *Resíduos* 84
5.2.3 *Gerenciamento de Resíduos* *86*
5.3 Planejamento 89
5.3.1 Restrições e Condições para a Central DOPOLAB/ReSolve 92
5.4 Implementação e Operação do PGR - DOPOLAB/ReSolve 93
5.4.1 *Etapas* 93
5.5 Monitoramento 105
5.6. Revisão da Gestão e Divulgação 107
5.6.1 Exemplos de estudo de caso com p*orcentagens já recuperadas pela Central* 109
5.6.2 *Vantagens e Desvantagen do Processo de Reaproveitamento* 113
6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES 116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 118
ANEXO A – QUESTIONÁRIO 126
ANEXO B – PROCEDIMENTOS 131
ANEXO C – EXEMPLOS DE FISPQs 138
ANEXO D – MAPA DE RISCO DO DOPOLAB/ReSolve 152

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução do CGTRQ.....9

Figura 2: Caracterização e Classificação de Resíduos.....14

Figura 3: Órgãos Controladores.....20

Figura 4: Modelo de Certificado de Funcionamento.....21

Figura 5: Mapa de Controle Geral de Produtos Químicos.....22

Figura 6: Modelo de Certificado de Registro.....24

Figura 7: Modelo de Requisição de Produtos Controlados.....25

Figura 8: Porcentagem dos Resíduos Industriais Gerenciados no Brasil.....26

Figura 9: Exemplos de Equipamentos de Proteção.....27

Figura 10: Pictogramas de Perigo, Palavras de Advertência e Frases de Perigo - Líquidos Inflamáveis.....35

Figura 11: Diagrama de *Hommel*.....37

Figura 12: Modelo de Rótulo Padronizado - UFSCar.....38

Figura 13: Código de Cores para Resíduos - CONAMA 275/2001.....39

Figura 14: Destino dos Resíduos – USP São Carlos.....44

Figura 15: Modelo de Manifesto de Resíduos.....59

Figura 16: Empresas especializadas em Recuperação de Solventes.....66

Figura 17: Instalações do Laboratório DOPOLAB.....74

Figura 18: Fluxograma para implementação de um SGI.....74

Figura 19: Ferramenta de Análise SWOT ou FOFA.....77

Figura 20: Documentos/ano publicados sobre o Gerenciamento de Resíduos Químicos.....80

Figura 21: Documentos publicados por país.....81

Figura 22: Política de Gestão DOPOLAB/ReSolve.....82

Figura 23: Organograma Simplificado da Escola de Química – UFRJ, ressaltando o posicionamento da Central no contexto geral.....83

Figura 24: Porcentagem dos Laboratórios da EQ que trabalham com solventes orgânicos....84

Figura 25: Porcentagem dos Laboratórios da EQ que possuem um PGR, além do método de gestão dos que não possuem.....86

Figura 26: Rótulos Incompletos de Resíduos Laboratoriais.....86

Figura 27: Acondicionamento dos Resíduos..... 87

Figura 28: Destino Final dos Resíduos de Solventes.....88

Figura 29: Formulário para coleta de Resíduos - DOPOLAB/ReSolve.....94

Figura 30: Rótulo de Resíduos - DOPOLAB/ReSolve.....95

Figura 31: Termo de Ciência - DOPOLAB/ReSolve.....97

Figura 32: Manifesto de Resíduos - DOPOLAB/ReSolve.....98

Figura 33: Destilação de Solventes Orgânicos.....100

Figura 34: Documento de Devolução - DOPOLAB/ReSolve.....101

Figura 35: Rótulo dos Solventes Orgânicos Recuperados.....102

Figura 36: Certificado de Destinação - DOPOLAB/ReSolve.....103

Figura 37: IQAE - DOPOLAB/ReSolve.....108

Figura 38: Coluna de Destilação com recheio em vidro.....110

Figura 39: Resíduo Inicial *versus* n-Heptano recuperado.....111

Figura 40: Processo de Incineração e Coprocessamento..... 114

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplos de Resíduos do Programa da Universidade de Virgínea.....17

Tabela 2: Substituição de Solventes por outros menos perigosos.....29

Tabela 3: Protocolo para a Caracterização Preliminar de Resíduos Químicos não Identificados.....30

Tabela 4: Classificação em Função do Grau dos Riscos Químicos.....36

Tabela 5: Atividades ou Empreendimentos da Indústria Química sujeitos ao Licenciamento Ambiental.....48

Tabela 6: Grupos dos Solventes Orgânicos com seus respectivos Destinos 61

Tabela 7: Resíduos que podem e não ser Coprocessados... 62

Tabela 8: Tratamentos efetuados para Recuperar Solventes – STRES.....63

Tabela 9: Impactos positivos e negativos para Destilação *versus* Incineração.....65

Tabela 10: Aceitabilidade para solventes residuais – MultiSolv.....67

Tabela 11: Resíduos: Solventes Orgânicos.....85

Tabela 12: Análise SWOT – DOPOLAB/ReSolve..... 90

Tabela 13: Aceitabilidade para solventes residuais – DOPOLAB/ReSolve 92

Tabela 14: Responsáveis por cada etapa do PGR.....104

Tabela 15: Planilha de Controle Administrativa da Central DOPOLAB/Resolve 106

Tabela 16: Planilha de Controle Técnica da Central DOPOLAB/Resolve 106

Tabela 17: Documentos da Central DOPOLAB/ReSolve 109

Tabela 18: Resultados consolidados pela Central para recuperação de n-Heptano.....110

Tabela 19: Resultado consolidado pela Central para recuperação de Acetona..... 112

Tabela 20: Preço pelo Transporte, Processamento e Destinação Final de Resíduos Químicos Laboratoriais.....113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABETRE	Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADN	Ácido Desoxirribonucleico
AIDA	Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental
APP	Atividades Potencialmente Poluidoras
APPCI	Alvará de Prevenção e Proteção contra Incêndio
ARN	Ácido Ribonucleico
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CADRI	Certificado de Aprovação da Destinação de Resíduos Industriais
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCS	Centro de Ciência e Saúde
CEMA	Coordenadoria Especial para o Meio Ambiente
CENA	Centro de Energia Nuclear na Agricultura
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CGTRQ	Centro de Gestão de Tratamento de Resíduos Químicos
CNORP	Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CR	Certificado de Registro
CTF	Cadastro Técnico Federal
DEB	Departamento de Engenharia Bioquímica
DEQ	Departamento de Engenharia Química
DGA	Diretoria Geral da Administração

DOPOLAB	Laboratório de Desenvolvimento e Otimização de Processos Orgânicos
DPI	Departamento de Processos Inorgânicos
DPO	Departamento de Processos Orgânicos
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
ENSEQUI	Encontro Nacional de Segurança Química
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EQ	Escola de Química
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
EUA	Estados Unidos da América
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FISPQ	Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico
HC	Hidrocarboneto
HSWA	Harzardous and Solid Amendments (Emenda para Resíduos Sólidos Perigos)
IC	Iniciação Científica
IA	Impactos Ambientais
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IEP	Instituições de Ensino e Pesquisa
IES	Instituições de Ensino Superior
ILAI	Informação para Licenciamento de Atividades Industriais
IN	Instrução Normativa
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IQ	Instituto de Química

IQSC	Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo
IQAE	Índice de Qualidade das Atividades Executadas
ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional de Padronização)
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
LRQ	Laboratório de Resíduos Químicos
MEC	Ministério da Educação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MR	Manifesto de Resíduos
NBR	Norma Brasileira
NFPA	National Fire Protection Association (Associação Nacional de Proteção contra Incêndio)
NR	Norma Regulamentadora
OIUDSMA	Organização Internacional de Universidades para o Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessments Series (Série de Avaliações de Saúde e Segurança Ocupacional)
PAE	Plano de Ação de Emergências
PBA	Plano Básico Ambiental
PGR	Programa de Gerenciamento de Resíduos
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PIEA	Programa Internacional de Educação Ambiental
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
POA	Processos Oxidativos Avançados
RAPP	Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras

RCRA	Resource Conservation and Recovery Act (Lei de Conservação e Recuperação de Recursos)
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RQL	Resíduos Químicos Laboratoriais
SFPC	Serviço de Fiscalização de Produtos Controlados
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SGI	Sistema de Gestão Integrado
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
STRES	Setor Técnico de Tratamento de Resíduos e Solventes
SUASA	Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
UFF	Universidade Federal Fluminense
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio De Janeiro
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UGR	Unidade de Gestão de Resíduos
UnB	Universidade de Brasília
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIVATES	Centro Universitário Univates
USEPA	U.S. Environmetal Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental dos EUA)
USP	Universidade de São Paulo

1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia, uma das maiores preocupações ambientais tange a respeito da quantidade de resíduos gerados pelas atividades do homem e como isso pode afetar o futuro do planeta. Neste contexto, e pela crescente busca pela sustentabilidade ambiental, é fundamental que qualquer atividade se preocupe com os possíveis impactos ambientais, reduzindo sempre que possível o consumo dos recursos naturais, além de buscar algum plano de gerenciamento para os resíduos gerados. E para que este seja eficaz, o mesmo deve seguir as disposições legais vigentes que determinam um conjunto de ações nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada.

Além disso, neste processo deve-se seguir a seguinte ordem de prioridade: não geração→redução→reutilização→reciclagem→tratamento dos resíduos e disposição dos rejeitos (BRASIL, 2010). No entanto, esta hierarquia normalmente é observada no sentido inverso, já que na maioria das vezes, a grande preocupação do gerador é encontrar uma alternativa para a disposição final do resíduo (NOLASCO, F.R. *et al*., 2006), ao invés de produzir cada vez menos e reaproveitar mais, contribuindo assim para uma sociedade mais consciente.

Como exemplo de resíduos pode-se citar os solventes orgânicos, que quando corretamente segregados no ato da geração são passíveis de recuperação e, frequentemente, atingem a qualidade de um solvente novo. De acordo com a Resolução CONAMA 237 de 1997, a recuperação desses solventes pela Indústria Química está sujeita ao Licenciamento Ambiental.

As universidades e institutos de pesquisa, devido a sua atividade fim (ensino/pesquisa/extensão), estão isentas de licenciamento, fazendo com que não haja um incentivo de práticas corretas de gerenciamento e de ações preventivas de minimização (Redução, Reuso e Reciclagem) (TEIXEIRA, C.E. et al., 2012). Desta forma, os resíduos são descartados de uma forma pouco responsável, sendo muitas vezes dispostos através das pias dos laboratórios ou no lixo comum, ou ainda resultando na geração de passivos ambientais (LIMA, I.C., 2012).

Isto gera uma incoerência, já que as IES possuem um papel muito importante na formação do cidadão, e muitas vezes avaliam e ensinam aos seus alunos o quão é errado os impactos causados por outras unidades geradoras (JARDIM, W.F., 1998).

Neste contexto, a criação de uma central de recuperação de solventes orgânicos é de todo interessante para que a Escola de Química/EQ desenvolva uma consciência ambiental para seus alunos, construindo assim um campus mais sustentável na EQ/UFRJ. Tal central, denominada DOPOLAB/ReSolve, irá atuar dentro do Laboratório de Desenvolvimento e Otimização de Processos Orgânicos (DOPOLAB) já existente no Departamento de Processos Orgânicos (DPO) da EQ.

Os principais objetivos do trabalho estão descritos no capítulo dois. O capítulo três, de Revisão Bibliográfica, apresenta uma revisão da literatura sobre: o histórico de gerenciamento nas universidades, a estrutura de um programa de gerenciamento de resíduos, a legislação ambiental aplicada para os mesmos, além de apresentar o destino dos solventes orgânicos tanto para a indústria como para as universidades. Em seguida, o capítulo quatro, de Metodologia, descreve a estrutura que foi utilizada para o desenvolvimento de um sistema de gestão, com ênfase no gerenciamento de resíduos contendo solventes orgânicos. O capítulo cinco, de Resultados e Discussões, apresenta a aplicação do sistema, especificando as etapas que a central DOPOLAB/ReSolve deve seguir, a fim de implementar um programa de gerenciamento para recuperar os solventes orgânicos dos resíduos dos laboratórios da Escola de Química/EQ. E, finalmente, o capítulo seis consiste na Conclusão do trabalho, destacando os resultados obtidos e algumas sugestões.

2. OBJETIVO

Objetivo Geral: O presente trabalho tem como objetivo elaborar um Sistema de Gestão de Resíduos adaptado a realidade da universidade, mas semelhante ao exigido pela Indústria Química, para a criação de uma Central de recuperação de solventes orgânicos na Escola de Química a fim de que a Central DOPOLAB/ReSolve possa recuperar solventes orgânicos dos laboratórios da Escola de Química/EQ da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

Os objetivos específicos abrangem:

- Avaliar as etapas de gerenciamento dos resíduos químicos;
- Identificar as exigências legais para executar um programa de gerenciamento de resíduos perigosos;
- Identificar o destino dos solventes orgânicos nas IES e nas empresas especializadas em recuperação, além das condições e restrições exigidas para as mesmas durante sua operação;
- Propor um Sistema de Gestão Integrado (SGI), que servirá como suporte para que a central DOPOLAB/ReSolve possa efetuar suas atividades.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Histórico

Ao longo dos anos, o desenvolvimento industrial trouxe grandes avanços tecnológicos, facilitando a vida do homem moderno, além de maximizar os níveis de produção e fabricar produtos mais baratos. Porém, apesar destas vantagens, houve um grande aumento da poluição e da geração de resíduos, já que quanto mais produzimos, mais consumimos e, assim, mais resíduos geramos. Por isso, nas últimas décadas, diversas conferências foram realizadas a fim de discutir a questão ambiental e propor soluções, principalmente em relação à gestão dos resíduos gerados nas atividades.

A princípio, durante os anos 60 e 70, a atenção em relação ao gerenciamento destes resíduos era voltada apenas para o setor industrial, já que o mesmo era responsável pela geração de uma grande quantidade de poluentes ambientais (ARAÚJO, V.S., 2002). Enquanto que as pequenas fontes geradoras, como as IES, adotavam como prática de disposição final de seus resíduos a "diluição e dispersão", isto é, despejavam os mesmos na pia e, por conseguinte, aos corpos d´água, ou lançava-os no solo ou em coletores de resíduos domiciliares (THOMPSON, D.; BAKAL, S.V., 1995 *apud* ARAÚJO, V.S., 2002).

Até a década de 80, estes pequenos geradores eram considerados pela legislação ambiental como fontes não impactantes do meio ambiente, embora vários pesquisadores já reconhecessem o potencial poluidor destes estabelecimentos (THOMPSON, D.; BAKAL, S.V., 1995 *apud* ARAÚJO, V.S., 2002).

O início da preocupação ambiental em relação a estes geradores teve início nos Estados Unidos (EUA), através de discussões e fóruns sobre a questão de resíduos perigosos nas universidades, e pela publicação, em 1979, pela Agência de Proteção Ambiental (*U.S.Environmetal Protection Agency* – USEPA) da primeira estimativa de contribuição das IES enquanto fontes geradoras de resíduos químicos. O resultado mostrou que as mesmas eram responsáveis pela geração de menos de 1% do total de resíduos perigosos produzidos nos EUA. Apesar da insignificância deste valor em relação aos outros geradores, estes resíduos eram de difícil gerenciamento, já que a composição dos mesmos nestes locais é mais

heterogênea do que na maioria dos outros centros industriais (ASHBROOK, P.C.; REINHARDT, P.A.,1985).

Depois de quatro anos desta publicação, o Congresso americano, reconhecendo os riscos e impactos ambientais resultantes das atividades de ensino e pesquisa, promulgou em 1984 a emenda *Harzardous and Solid Amendments* (HSWA) da Lei *Resource Conservation and Recovery Act* (RCRA) de 1976, definindo primeiramente como pequenos geradores aqueles que produzissem entre 100 e 1000 kg de resíduos perigosos por mês e os grandes geradores aqueles que produzissem mais de 1000 kg por mês. Depois passou-se a considerar também como pequenos geradores aqueles que gerassem menos de 100 kg/mês de resíduos perigosos ou menos de 1 kg/mês de resíduos altamente perigosos (USEPA, 2016).

Este Decreto, além de classificar os geradores em relação à quantidade de resíduos gerados em suas atividades, estabeleceu também exigências legais, a fim de garantir o gerenciamento adequado dos resíduos.

Logo, com a regulamentação dos pequenos geradores, os mesmos passaram a adotar como prática de disposição final a teoria de contenção e destinação em aterros industriais, ao invés da prática de “diluição e dispersão”. No entanto, com o aumento do custo de transporte de resíduos, as IES, tais como a Universidade da Califórnia, Universidade de Wisconsin, Universidade do Estado do Novo México, Universidade de Illinois, Universidade de Minnesota, Universidade de Kentucky, Universidade de Harvard e a Universidade de Princeton, passaram a adotar como alternativa de gerenciamento de resíduos perigosos: a minimização da geração, a segregação na fonte geradora, o tratamento químico e o estimulo, por exemplo, de práticas como a reciclagem (ASHBROOK, P.C.; REINHARDT, P.A.,1985).

Além desta regulamentação dos pequenos geradores nos EUA, tais como as IES, diversas conferências realizadas neste período acabaram também mudando a postura das universidades do mundo todo em relação ao meio ambiente e a seus resíduos, fazendo com que as mesmas passassem a reconhecer a responsabilidade que elas possuem na formação de profissionais e cidadãos conscientes com seu papel no mundo e responsáveis ambientalmente (SANTOS, V.M.L. *et al.*, 2012).

Em 1972 ocorreu em Estocolmo, na Suécia, a primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (CNUMAD), onde foi discutida questões a fim de proteger o meio ambiente para as gerações presentes e futuras (LANFREDI, 2000 *apud* ARAÚJO, V.S., 2002). Como resultado desta houve um aumento dos debates sobre os problemas ambientais no campo acadêmico, através do lançamento, em 1975, do Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA) pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (GASPARINI, R. A., 2007 *apud* SANTOS, V.M.L. *et al*., 2012).

A segunda Conferência, conhecida como ECO/92, aconteceu no Rio de Janeiro. Neste evento foi criada a Agenda 21, que aborda no seu capítulo 36 - Promoção do Ensino, da Conscientização e do Treinamento - o papel da educação para promover o desenvolvimento sustentável, além de adotar para cada indivíduo, entidade ou instituição o lema: "Pensar Globalmente e Agir Localmente" (NOLASCO, F.R. *et al*., 2006).

Além disso, a Assembleia Geral da CNUMAD colocou a temática "resíduos" como sendo uma das 15 questões ambientais mais importantes para a manutenção da qualidade ambiental e principalmente para alcançar o desenvolvimento sustentável, sendo a comunidade científica e tecnológica uma das responsáveis para este desenvolvimento (CNUMAD, 1992)

Ademais no Brasil, é realizado desde 2000, um Encontro Nacional de Segurança Química (ENSEQUI), sendo o primeiro realizado na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), no qual o foco principal foi a implementação de uma política de segurança nos laboratórios e o tratamento de resíduos químicos nas universidades. No segundo, realizado em 2002 na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), o enfoque foi na interação entre as indústrias, universidades e o poder público na área de segurança e gerenciamento de resíduos. Em 2004, o encontro aconteceu na Universidade Federal Fluminense (UFF) em Niterói, onde diversas instituições de todo país participaram, e cujo foco foi a implementação de políticas de segurança e gestão ambiental, merecerendo destaque as discussões referentes aos resíduos perigosos. Neste escontro, as IES presentes mostraram interesse pelo tema, porém relataram problemas de ordem orçamentária. Então foi elaborado um documento, denominado "Carta de Niterói", onde foram propostas as seguintes ações aos órgãos de financiamento e regulamentação de ensino e pesquisa (GERBASE, A.E. *et al*., 2005):

- Que sejam alocados fundos e lançados editais específicos para gestão ambiental e gerenciamento de resíduos perigosos nas Instituições de Ensino e Pesquisa (IEP). Entendem-se como resíduos perigosos, os resíduos químicos, biológicos e radioativos gerados nas atividades de ensino e pesquisa;
- Que se crie um grupo de trabalho de especialistas para propor normas de segurança em química para as IEP;
- Que se crie um grupo de trabalho de especialistas para estruturar o gerenciamento dos resíduos perigosos visando o futuro licenciamento ambiental nas IEP;
- Que se inclua como critério de qualidade para fins de avaliação por parte do MEC e da CAPES, a existência, ou projeto em implantação, de programa de gestão de resíduos perigosos em cursos de graduação e pós-graduação das IEP.

Neste contexto, percebe-se que as universidades não podem mais omitir suas responsabilidades referentes ao meio ambiente, principalmente quanto à geração e destino de seus resíduos.

No entanto, ainda são poucas as IES brasileiras que se preocupam e executam um programa de gerenciamento adequado, devido à ausência de legislação nacional específica para pequenos geradores, e partindo do princípio que o volume de resíduos gerados nas universidades não é significativo, e que por este motivo não causariam danos significativos ao meio ambiente.

Apesar destes fatores, o interesse pela Química Verde, no qual as indústrias estão progressivamente substituindo seus métodos tradicionais por técnicas ambientalmente corretas, deve também estimular as IES a pensarem da mesma forma, a fim de preservar a segurança e saúde da população em geral e do meio ambiente, além de harmonizar a formação de seus alunos com as práticas do setor produtivo.

3.1.1 Gerenciamento de Resíduos nas IES - Brasil

A grande preocupação em relação aos resíduos laboratoriais no Brasil teve como experiências pioneiras de gerenciamento as seguintes universidades:

- Instituto de Química (IQ) de São Carlos (IQSC) da Universidade de São Paulo (USP);
- Universidade de Brasília (UnB);
- Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Em relação ao campus de São Carlos da USP, o tratamento de resíduos sempre foi uma necessidade, devido ao grande volume e variedade de resíduos gerados nesta instituição. Então, em 1990 foi criada uma comissão, com objetivo de apresentar propostas de gerenciamento de resíduos perigosos. Tal comissão propôs na época a construção de um abrigo provisório para estocar tais resíduos, uma vez que os mesmos eram armazenados irregularmente, sem as devidas normas de segurança. Em 1991 este abrigo provisório foi substituído por um definitivo, sendo a capacidade do mesmo de 3.000 litros. De 1992 a 1996, alunos do IQSC desenvolveram um trabalho a fim de identificar e quantificar os resíduos gerados pelas atividades de ensino e pesquisa, sendo o mesmo denominado de "Programa de Tratamento de Resíduos Químicos do Campus de São Carlos". Após este levantamento, em 1997 foi inaugurado o Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ). O mesmo iniciou suas atividades em 1998, e teve como objetivo o tratamento dos resíduos gerados no campus de São Carlos (LRQ - USP, 2017).

Vale ressaltar que nesta instituição e em outras do Estado de São Paulo, a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) oferece como instrumentos de fomento um auxílio adicional para o tratamento de resíduos, além das bolsas dos programas (FAPESP, 2017), estimulando assim as práticas corretas de gerenciamento.

Em relação à Universidade de Brasília (UnB), durante muito tempo a questão dos resíduos foi tratada com relativo descaso, devido à falta de informação, fiscalização ou até pela ausência de interesse geral da comunidade, uma vez que a mesma muitas vezes desconhecia os riscos e os possíveis impactos que as substâncias utilizadas nos laboratórios poderiam ocasionar. A fim de reverter esse diagnóstico, em 1994 iniciou-se um trabalho nesta instituição com o objetivo de diagnosticar os resíduos perigosos, sendo que o mesmo indicou a necessidade de um órgão dentro da UnB que seria o responsável pelo gerenciamento (UnB, 2017a). No entanto, apenas em 2002 é que foi nomeada nova comissão com a missão de implementar um sistema de gerenciamento de resíduos químicos e de implantar uma unidade de tratamento, a fim de reduzir/eliminar o impacto ambiental causado pelo descarte inapropriado dos resíduos gerados pela universidade (IMBROISI, D. *et al*., 2006), sendo a

mesma denominada, em 2008, de Comissão de Gerenciamento, Tratamento e Destinação de Resíduos Perigos da Universidade de Brasília. Em 2015, esta comissão coletou quase 45 toneladas de resíduos biológicos e outras cinco toneladas de resíduos químicos. Além disso, a mesma também coletou e destinou corretamente 18.443 lâmpadas fluorescentes (UnB, 2017b).

Já o IQ da UFRGS preocupado com os danos ambientais e com os riscos à saúde humana que suas atividades geram, vem desde 1994 realizando coletas seletivas e buscando o tratamento de rejeitos dos seus laboratórios de pesquisa e graduação (AMARAL, S.T. *et al*., 2001). No entanto, essas ações tinham caráter pontual, uma vez que eram realizadas por um departamento/setor. A fim de reverter essa situação, em 1998 foi apresentado um projeto onde foi criado um "Programa em Química Limpa", destacando-se a atividade "Fluxo de Resíduos e Produtos", a fim de minimizar a quantidade de resíduos produzidos. Este programa foi divulgado, facilitando assim a visualização das informações sobre os diferentes resíduos gerados pelos laboratórios da instituição, tornando possível a troca de produtos e o reaproveitamento dos resíduos. Além disso, nesta IES foi criado um Centro de Gestão de Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ), que atende mais de 220 laboratórios na UFRGS e outros externos. Este centro recebeu em 2002 uma faixa de 5 toneladas de resíduos por ano, passando para 60t/ano em 2014 (OLIVEIRA, G.V., 2015), conforme demostrado na Figura 1.

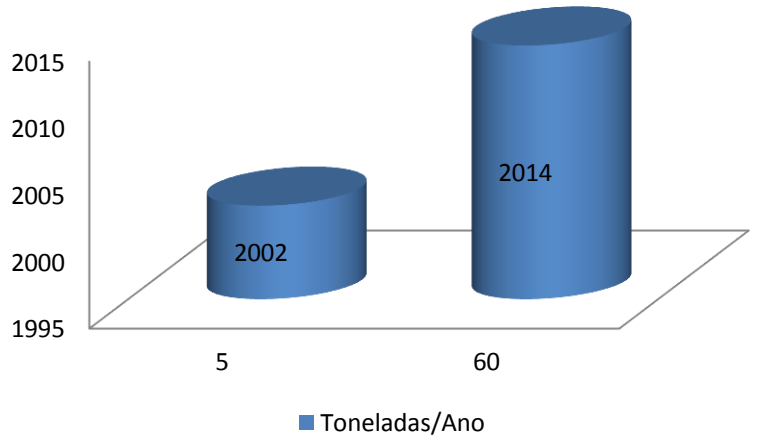


Figura 1 – Evolução do CGTRQ (Elaboração Própria).

Além dessas, pode-se citar, por exemplo, as seguintes universidades públicas brasileiras encontradas na literatura, que também realizam estudos e possuem algum programa de gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais (RQL):

- **Região Norte:**
  - Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
- **Região Nordeste:**
  - Universidade Federal da Bahia (UFBA)
  - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
  - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
- **Região Centro-Oeste**
  - Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
  - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
  - Universidade Católica de Brasília (UCB)
- **Região Sudeste:**
  - Universidade de São Paulo (USP)
  - Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
  - Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)
  - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
  - Universidade do Estado do Rio de Janeiro/IQ (UERJ)
  - Universidade Estadual Paulista (UNESP)
  - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
  - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP)
- **Região Sul:**
  - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
  - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)
  - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
  - Universidade Estadual de Londrina (UEL)
  - Universidade Estadual de Maringá (UEM)
  - Universidade do Planalto Catarinense (UNIPLAC)
  - Universidade Regional de Blumenau (FURB)
  - Centro Universitário Univates (UNIVATES)

Em relação a UFRJ, vale ressaltar que o IQ preocupado não apenas em formar profissionais capacitados para lidar com os resíduos, mas também em colaborar na formação do cidadão em geral, instituiu em 1998, na grade curricular do curso a disciplina eletiva

“Tratamento de Resíduos Químicos de Laboratórios” (LEITE, Z.T.C. *et al*., 2008). Além disso, neste instituto há um Laboratório especializado em Reciclagem e Resíduos e outro de Análises (LAB RES). Já no Centro de Ciência e Saúde (CCS), desta mesma instituição, há uma Coordenação de Biossegurança que tem com uma das missões o gerenciamento de resíduos no local (CCS, 2017).

Entretanto, considerando todo cenário de universidades e faculdades no Brasil, ainda é muito pequeno o número de instituições que possuem um programa para gerenciar seus resíduos, sendo os mesmos predominantes nas regiões Sul e Sudeste.

Este pequeno número pode ser justificado pelas dificuldades que as universidades têm em administrar seus resíduos, devido aos seguintes fatores (IZZO, R.M., 2000):

- Descentralização dos departamentos acadêmicos;
- Mão-de-obra com elevada rotatividade, já que a maioria dos estudantes de graduação e de pós estão na universidade por tempo limitado;
- Os processos e os resíduos gerados frequentemente são alterados com a mudança de prática/pesquisa;
- Os resíduos gerados possuem baixo volume e grande diversidade na composição;
- Falta de planejamento no estoque e na compra de produtos químicos, o que leva ao desperdício;
- Ausência de responsabilidade profissional pela parte do aluno/técnicos.

Ao longo do texto foram citadas peculiaridades importantes destes e de outros programas, a fim de exemplificar cada etapa do processo de gerenciamento de resíduos.

3.2 Resíduos

Culturalmente os resíduos são definidos como coisas velhas, sem valor e cujo único destino é o lixo. Porém, ao tratarmos os mesmos desta maneira estamos cometendo um erro comum que ocorre na área ambiental, que é de associar resíduo a rejeito.

Por definição:

> Rejeitos são resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (Lei 12.305/2010).

Logo, por esta definição observa-se que o destino dos resíduos não necessariamente deve ser o descarte, já que se o mesmo for gerenciado corretamente e houver algum tipo de tratamento disponível, podemos recuperá-lo ou transformá-lo em matéria-prima novamente.

Os resíduos podem ter diversas origens, tais como industrial, comercial, domiciliar, de serviços de saúde, além de universidades e centros de pesquisas, sendo a norma ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 10.004/2004 criada para classificar os resíduos sólidos quanto a seus potenciais riscos ao meio ambiente e à saúde pública, a fim de que os mesmos sejam gerenciados adequadamente.

Por definição:

> Resíduos Sólidos são "Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível" (ABNT NBR 10.004/04).

Vale ressaltar que nem todos os resíduos sólidos se encontram neste estado, já que alguns líquidos, devido suas características, não podem ser lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, como por exemplo, os óleos, solventes, borras de tinta, entre outros (FIESP, 2012). Já os líquidos que podem ser lançados nestes meios sem que haja impacto ambiental significativo, não são denominados de resíduos sólidos, e sim de efluentes líquidos. Pode-se citar, por exemplo, os efluentes domésticos, que após passarem por uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) são encaminhados aos corpos d´água (MONTAÑO, J., 2016a).

Conforme esta mesma norma, a classificação do resíduo envolve a identificação do processo/atividade que lhe deu origem e de seus constituintes, além da comparação destes com resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente já são conhecidos.

Após estas análises, os resíduos podem ser classificados nas seguintes classes, sendo demonstrado no fluxograma da Figura 2, como é feita, de uma forma geral, esta caracterização e classificação.

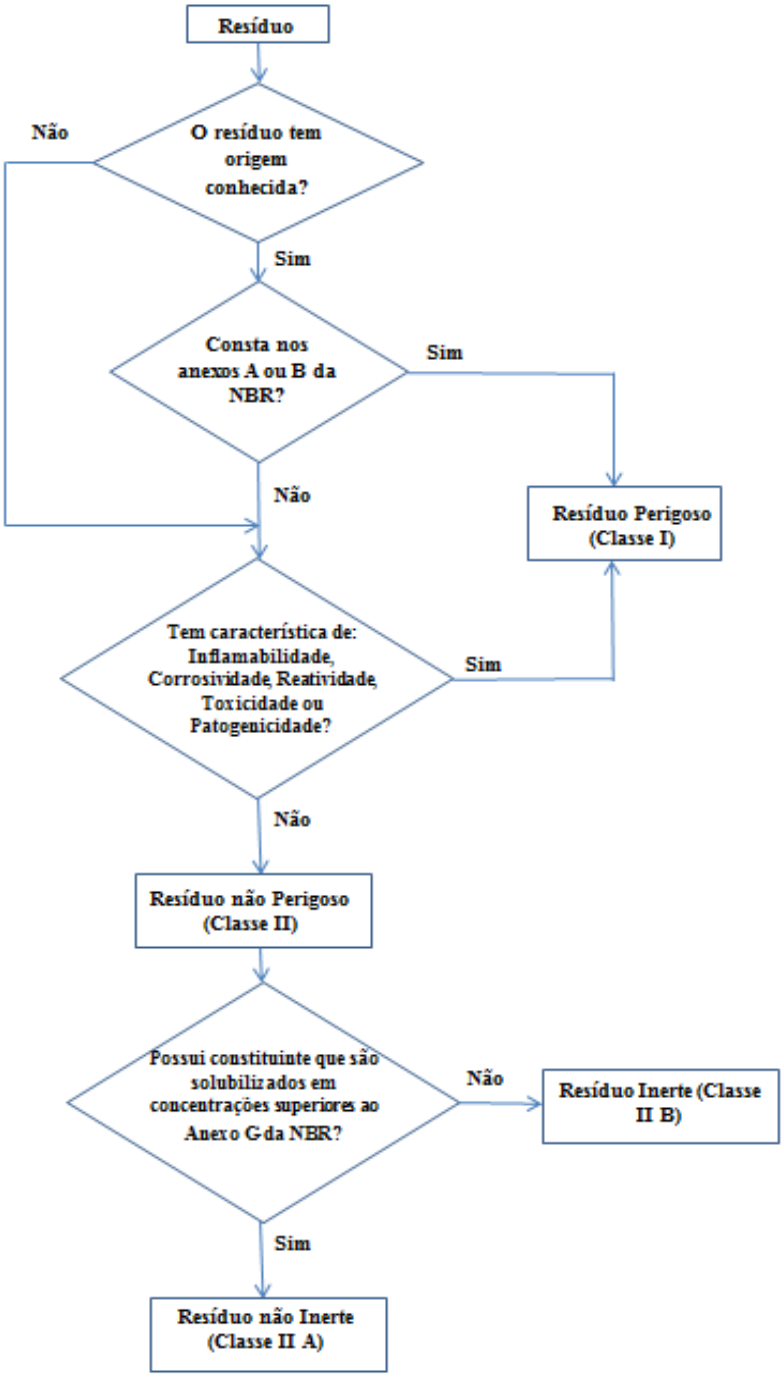


Figura 2 – Caracterização e Classificação de Resíduos (Adaptado da NBR 10.004/2004).

- Perigosos (Classe I)

> Resíduos sólidos que, em função de sua periculosidade ou de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices, ou ainda riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada, além dos que constam nos Anexos A (resíduos perigosos de fontes não específicas) ou B (resíduos perigosos de fontes específicas) desta norma (ABNT NBR 10.004/04).

- Não Perigosos e Inertes (Classe II B)

> Quaisquer resíduos que não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme Anexo G desta norma (ABNT NBR 10.004/04).

- Não Perigosos e Não Inertes (Classe II A)

> Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I ou de resíduos Classe II B, nos termos desta norma, sendo que os mesmos podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água (ABNT NBR 10.004/04).

Devido ao fato dos resíduos perigosos (Classe I) apresentarem uma ou mais das seguintes características: Inflamabilidade, Corrosividade, Reatividade, Toxicidade e Patogenicidade, os mesmos requerem, conforme mencionado na norma ABNT NBR 10.004/2004, cuidados especiais durante o seu gerenciamento.

Estas características estão explicitadas a seguir (ABNT NBR 10.004/2004), sendo exemplos de resíduos com alguns destes atributos demostrados na Tabela 1, com base no Programa denominado “Plano de Higiene Química de Laboratório” da Universidade de Virgínia (*UNIVERSITY OF VIRGINIA*, 2008 *apud* SAQUETO, K.C., 2010).

a) Inflamabilidade

- Líquido com ponto de fulgor menor que 60°C, excetuando-se as soluções aquosas com menos de 24% de álcool em volume;

- Não ser líquido e ser capaz de, sob condições de temperatura e pressão de 25°C e 0,1 Mpa (1 atm) produzir fogo por fricção, absorção de umidade ou por alterações químicas espontâneas e, quando inflamada, queimar vigorosamente e persistentemente, dificultando a extinção do fogo;
- Composto oxidante (libera oxigênio e, como resultado estimula a combustão);
- Gás comprimido inflamável.

b) Corrosividade

- Ser aquoso e apresentar pH inferior ou igual a 2, ou, superior ou igual a 12,5, ou sua mistura com água na proporção 1:1 em peso, produzir uma solução que apresente pH inferior a 2 ou superior ou igual a 12,5;
- Líquido ou, quando misturado em peso equivalente de água, produzir um líquido e corroer o aço a uma razão maior que 6,35 mm ao ano, a uma temperatura de 55°C, de acordo com USEPA - SW 846 ou equivalente.

c) Reatividade

- Ser normalmente instável e reagir de forma violenta e imediata, sem detonar;
- Reagir violentamente com a água;
- Formar misturas potencialmente explosivas com a água;
- Gerar gases, vapores e fumos tóxicos em quantidades suficientes para provocar danos à saúde pública ou impactos ao meio ambiente, quando misturados com a água;
- Possuir em sua constituição os íons CN^- ou S^{-2} em concentrações que ultrapassem os limites de 250 mg de HCN liberável por quilograma de resíduo, ou 500 mg de H_2S liberável por quilograma de resíduo, de acordo com ensaio estabelecido no USEPA - SW 846;
- Capaz de produzir reação explosiva ou detonante sob ação de forte estímulo, ação catalítica ou temperatura em ambientes confinados;
- Capaz de produzir, prontamente, reação ou decomposição detonante ou explosiva a 25°C e 0,1 Mpa (1 atm);
- Explosivo, definido como uma substância fabricada para produzir um resultado prático, através de explosão ou efeito pirotécnico, esteja ou não esta substância contida em dispositivo preparado para este fim.

d) Toxicidade

- Propriedade potencial que o agente tóxico possui de provocar, em maior ou menor grau, um efeito adverso em consequência de sua interação com o organismo.

e) Patogenicidade

- Contiver ou se houver suspeita de conter, microrganismos patogênicos, proteínas virais, Ácido Desoxirribonucleico (ADN) ou Ácido Ribonucleico (ARN) recombinantes, organismos geneticamente modificados, plasmídeos, cloroplastos, mitocôndrias ou toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais.

Tabela 1 – Exemplos de Resíduos do Programa da Universidade de Virgínea (*UNIVERSITY OF VIRGINIA*, 2008 *apud* SAQUETO, K.C., 2010).

Característica	**Resíduos**
INFLAMABILIDADE	Acetona, Éter etílico, Sódio, Hidrogênio, Lítio, Acetileno, Álcool Etílico e Potássio.
CORROSIVIDADE	Ácido Sulfúrico, Ácido Clorídrico, Ácido Nítrico, Hidróxido de Amônio e Hidróxido de Sódio.
REATIVIDADE	EXPLOSIVOS: Acetileno, Hidrogênio, compostos contendo Nitrogênio, Amônia, Halogênios e Oxigênio.
	OXIDANTES: Peróxidos.

Após tais resíduos serem gerados é necessário fazer um levantamento inicial com o objetivo de identificar qual é o tipo de resíduo, a origem, a quantidade gerada, o aspecto físico, a composição aproximada, a identificação dos contaminantes, entre outras características. Depois de feito este diagnóstico é necessário fazer um prognóstico, através de análises laboratoriais, a fim de determinar qual será o melhor destino para cada um deles. Dentre essas análises pode-se citar, por exemplo, a amostragem, a caracterização e classificação do resíduo e o estudo para tratamento dos efluentes (MAZARO, P.B., 2009).

Todas estas etapas fazem parte de um Programa de Gerenciamento de Resíduos (PGR), sendo que quando este processo é realizado de maneira eficaz, os resíduos podem ser recuperados e serem sucessivamente reutilizados no mesmo processo gerador, ou até se transformarem em novas matérias primas para outros processos.

Como exemplo de resíduos pode-se citar os solventes orgânicos, que por serem utilizados em diversos tipos de processos e por terem alto grau de toxicidade, são muito visados para este processo de recuperação/ reutilização (PRADO, A. G. S., 2003), visto que a não recuperação destes produtos acarreta, geralmente, em um maior custo em relação ao tratamento de resíduos, desperdício na compra de novos produtos (SANSEVERINO, A.M., 2000), além de toda burocracia para emissão das documentações necessárias para adquiri-los, visto que muitos deles são produtos controlados pela Polícia Federal, pelo Exército e pela Polícia Civil.

3.3 Solventes Orgânicos

Os solventes são substâncias químicas capazes de dissolver outro material para formar uma solução. Normalmente este termo se refere a um composto de natureza orgânica, obtido do petróleo cru ou de síntese direta, sendo de grande uso industrial, comercial e doméstico (LEVADA, J.C., 2008).

Apesar da composição química destas substâncias ser bastante diversificada, os solventes possuem algumas propriedades em comum, como por exemplo, são líquidos lipossolúveis, inflamáveis, voláteis, geram efeitos tóxicos, além de serem definidos como produtos Perigosos (Classe I), de acordo com a norma ABNT NBR 10.004/2004 (GARCIA, R.L., 2003).

Os mesmos podem ser classificados de acordo com os seguintes parâmetros:

- Grupos químicos;
- Configuração dos átomos de hidrogênio e carbono;
- Presença de diferentes grupos funcionais.

Pode-se citar como exemplo de solventes orgânicos o hexano, heptano, hidrocarbonetos cíclicos (ex, ciclohexano), ésteres (ex, acetato de etila), hidrocarbonetos aromáticos (ex, benzeno, tolueno, xileno), álcoois (ex, álcool etílico), cetonas (ex, acetona), hidrocarbonetos halogenados (ex, clorofórmio), aldeídos (ex, formaldeído), entre outros.

Um dos destinos para estes compostos pela Indústria Química é o envio a empresas especializadas em recuperação, sendo que para o sucesso deste processo, deve-se evitar ao máximo misturas e contaminações, devido a extensa variedade de solventes utilizados no setor produtivo (GARCIA, R.L., 2003).

3.4 Produtos Controlados

Os produtos controlados podem ser quaisquer produtos perigosos, enquadrados no regime de controle de compra, venda, armazenagem e consumo, devido a possibilidade de serem empregados na fabricação clandestina de produtos de risco para a sociedade, tais como drogas e explosivos (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PATOLOGIA, 2017).

Desde 1935 existem legislações sobre tais produtos, sendo o Decreto Federal 3.665 de 19/11/2000 o responsável por regulamentar a legislação vigente. O controle é exercido pelos seguintes órgãos, representados na Figura 3, a fim de evitar transações ilegais para o uso final de tais produtos:

Figura 3 – Órgãos Controladores.

a) Polícia Federal

O Departamento de Polícia Federal controla e fiscaliza 146 produtos químicos, conforme Portaria nº 1274 de 2003, a fim de evitar o uso indevido destas substâncias. Dentre esses produtos pode-se citar: acetona, ácido clorídrico, ácido sulfúrico, clorofórmio, permanganato de potássio, éter etílico, tolueno e xilenos.

A Lei nº 10.357, de 27 de dezembro de 2001 estabelece normas de controle e fiscalização na fabricação, produção, armazenamento, transformação, embalagem, compra, venda, comercialização, aquisição, posse, doação, empréstimo, permuta, remessa, transporte, distribuição, importação, exportação, reexportação, cessão, reaproveitamento, **reciclagem**, transferência e utilização, de todos os produtos químicos que possam ser utilizados como insumo na elaboração de substâncias entorpecentes, psicotrópicas ou que determinem dependência física ou psíquica.

Para exercer qualquer uma destas atividades, a pessoa física ou jurídica deverá se cadastrar e requerer Licença de Funcionamento ao Departamento de Polícia Federal, sendo um modelo deste documento representado na Figura 4. Esta licença deverá ser renovada anualmente para o prosseguimento das atividades, sendo que há uma quantidade limite na compra e venda por mês de alguns produtos, a serem estabelecidos em portaria do Ministro de Estado da Justiça, sem a necessidade desta licença.

Figura 4 – Modelo de Certificado de Funcionamento (Delta Licenças, 2017).

Além disso, as pessoas jurídicas são obrigadas a fornecer ao Departamento de Polícia Federal, periodicamente, as informações sobre suas operações, sendo que há no site desta mesma instituição “O Programa Mapa”, que é um sistema utilizado pelas empresas para informar a este órgão sobre suas movimentações com os produtos controlados. Os mesmos devem ser enviados até o 10° dia útil do mês subsequente (DPF, 2017).

A Figura 5 a seguir apresenta a representação de umas das janelas deste Programa.

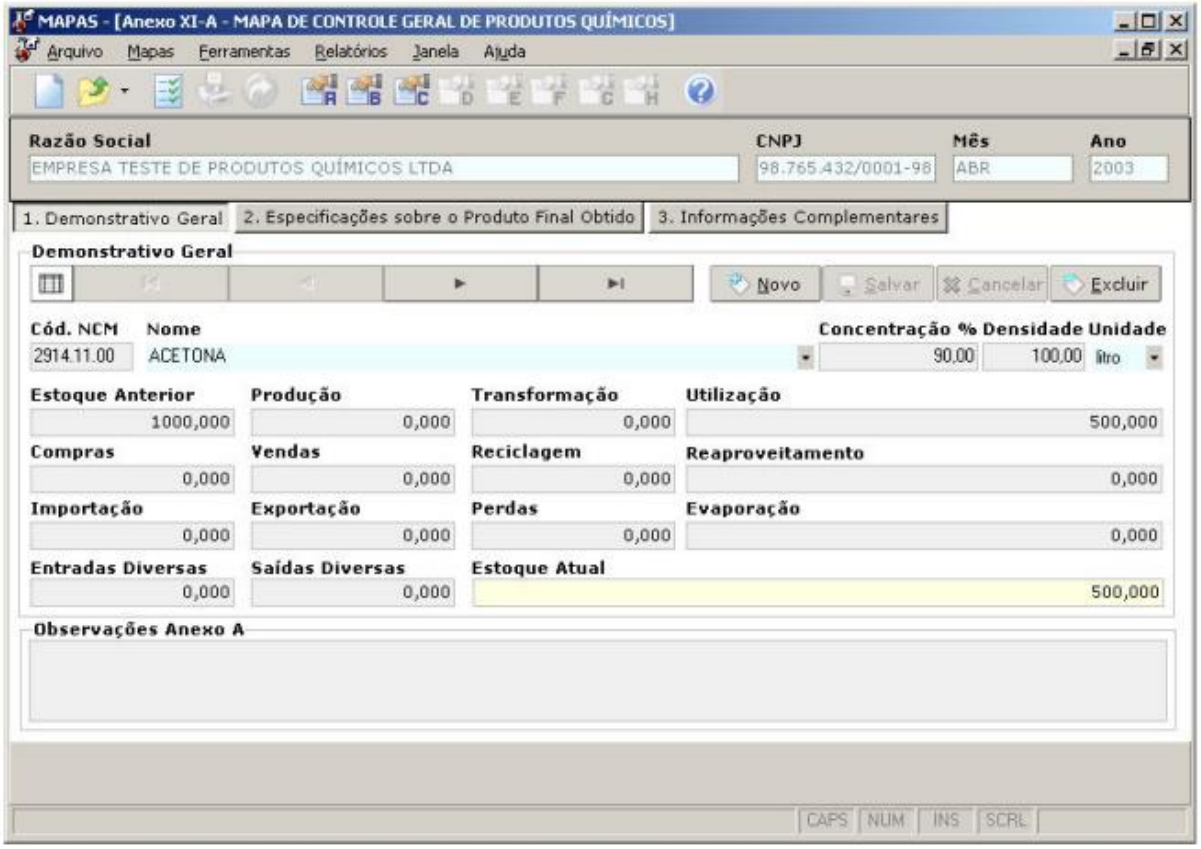


Figura 5 – Mapa de Controle Geral de Produtos Químicos (DPF, 2017).

O descumprimento das normas estabelecidas nesta Lei, independentemente de responsabilidade penal, sujeitará os infratores às seguintes medidas administrativas, aplicadas cumulativa ou isoladamente:

- **i.** Advertência formal;
- **ii.** Apreensão do produto químico encontrado em situação irregular;
- **iii.** Suspensão ou cancelamento de licença de funcionamento;
- **iv.** Revogação da autorização especial;
- **v.** Multa de R$ 2.128,20 a R$ 1.064.100,00.

Fica ainda instituída por esta mesma Lei, a Taxa de Controle e Fiscalização de Produtos Químicos, cujo fato gerador é o exercício do poder de polícia conferido ao Departamento de Polícia Federal para controle e fiscalização das atividades, sendo as instituições públicas de ensino, pesquisa e saúde isentas do pagamento desta taxa.

b) Exército

O Exército Brasileiro visa o controle de produtos químicos com a finalidade de evitar os riscos de explosão ou a fabricação de bombas e armas de destruição em massa, sendo que a Diretoria de Fiscalização de Produtos Controlados do Exército institui em cada Região Militar do Brasil o Serviço de Fiscalização de Produtos Controlados (SFPC).

De acordo com o Decreto Federal 3.665/2000, para que as pessoas físicas ou jurídicas possam utilizar, armazenar, comercializar, exportar, importar, transportar, **recuperar** e manusear os produtos químicos controlados pelo Exército é necessário adquirir um Certificado de Registro (CR).

Este certificado tem validade de 2 anos, de acordo com a Portaria nº 003 D LOG, de 30 de janeiro de 2009, sendo um modelo do mesmo representado na Figura 6.

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
COMANDO MILITAR DO SUDESTE
2ª REGIÃO MILITAR
REGIÃO DAS BANDEIRAS

Certificado de Registro

Nº:

VALIDADE:

RAZÃO SOCIAL:

CNPJ:

ENDEREÇO:

ATIVIDADES:
01 - AQUISIÇÃO (COMPRA)
02 - ARMAZENAMENTO (DEPOSITO)
03 - COMÉRCIO
04 - IMPORTAÇÃO
05 - UTILIZAÇÃO INDUSTRIAL
06 - UTILIZAÇÃO LABORATORIAL

Obs: Os produtos autorizados para as atividades acima encontram-se no anexo "Relação de Produtos Controlados".

AMPARO: art.91 do Regulamento (R-105) aprovado pelo Decreto nº 3.665, de 20 de novembro de 2000.

Obs: O pedido de revalidação do CR deverá ser iniciado até 3 (três) meses antes do término da validade do registro § 1º, art. 49, do R-105.

FISCALIZAÇÃO DE PRODUTOS CONTROLADOS
SELO DE AUTENTICIDADE
Nº 00178.899

São Paulo - SP, 08 de fevereiro de 2010

Gen Div EDUARDO SEGUNDO L WIZNIEWSKY
Comandante da 2ª Região Militar

Por Delegação:

Figura 6 – Modelo de Certificado de Registro (Delta Licenças, 2017).

c) Polícia Civil

A Polícia Civil visa à fiscalização da fabricação, importação, exportação, comércio, emprego, tráfego ou uso de matérias explosivas, inflamáveis, armas, munições e produtos químicos agressivos ou corrosivos. A empresa que comercializar, transportar, armazenar ou utilizar algum dos produtos controlados, deverá adquirir antes as licenças junto a Polícia Civil, independente da quantidade de produto.

A Figura 7 a seguir mostra um modelo de documento utilizado pelas IES para adquirir tais produtos.

REQUISIÇÃO DE PRODUTOS CONTROLADOS

*** Preenchimento Obrigatório**

*** Departamento Requisitante:**	
*** Nome do Requisitante:**	*** SIAPE:**
*** E-mail:**	*** Ramal:**
Observação:	
Justificativa da Aquisição:	

Código Produto	Descrição	*Categoria	Qtde	Unidade Medida

*Categorias de Controle de Produtos		
1 a 5	Polícia Civil e Exército Brasileiro	
06	Polícia Civil	
07	Polícia Civil e Polícia Federal	Data/Assinatura/Carimbo do Requisitante

Em nome de:	**CPF:**

Declaro estar ciente da responsabilidade pela guarda e uso do produto acima requisitado, o qual será utilizado por toda esta Unidade/Órgão em atividade de ensino e pesquisa.

_____

Carimbo e Assinatura do Diretor da Unidade/Órgão **Data da Requisição: __ / __ / __**

Figura 7 – Modelo de Requisição de Produtos Controlados (UFSC, 2013).

Além disso, algumas IES possuem normas internas para a compra de tais produtos, como é o caso da UNICAMP.

Nesta IES, a Instrução DGA Nº. 64/08, atualizada em 13/10/15, estabelece regras e procedimentos para a aquisição, armazenamento e uso destes produtos pelos órgãos

controladores, tendo a mesma a necessidade de resguardar a Universidade de eventual autuação por infração e das sanções dela decorrentes.

Logo, percebe-se o quão são relevantes o gerenciamento e a recuperação dos resíduos perigosos, tanto para evitar a emissão de novas licenças junto aos órgãos controladores, como para o meio ambiente, já que menos resíduos serão gerados.

No entanto, segundo a ABETRE (Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos) o Brasil produz cerca de 33 milhões de toneladas de resíduos industriais ao ano, e deste montante, 25 milhões de toneladas não são tratadas adequadamente, o que não permite sua rastreabilidade, como mostrado na Figura 8. Isto faz com que as prefeituras percam cerca de R$ 600 milhões em arrecadação com destinação irregular de resíduos industriais no Brasil, já que é cobrado um imposto na ordem de 15% do valor total do tratamento e destinação final adequada. (Revista EXAME, 2016a).

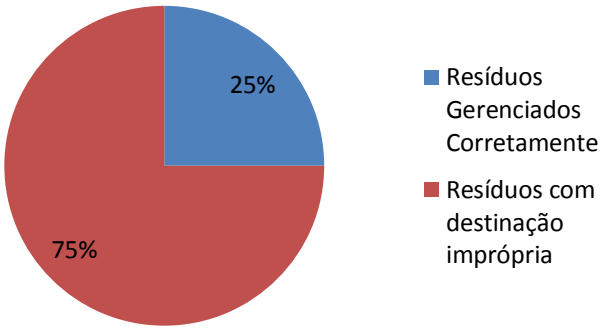


Figura 8 – Porcentagem dos Resíduos Industriais Gerenciados no Brasil (Adaptado de ABETRE, 2016).

3.5 Gerenciamento de Resíduos

Por definição:

> Gerenciamento de resíduos é um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Lei 12.305/2010).

Este gerenciamento tem como objetivo, segundo a Agenda 21 (ECO-92), submeter os resíduos a um manejo que impeça impactos ao meio ambiente, além de impedir ou minimizar a produção de resíduos perigosos.

Quando o mesmo é realizado de forma correta, aumenta-se a eficiência do uso dos recursos, já que se pode transformar os resíduos em reagente novamente, ao invés de simplesmente descartá-lo.

No entanto, antes de pensar em gerenciar os resíduos, deve-se analisar se o local tem uma infraestrutura adequada, uma vez que durante as atividades realizadas neste tipo de programa, as pessoas podem ficar expostas a diferentes tipos de riscos, sejam eles: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes (SANGIONI, L.A. *et al*., 2013).

Logo, é muito importante que os estabelecimentos forneçam condições seguras de trabalho, disponibilizando todos os equipamentos de proteção necessários, sejam eles individuais (EPI) ou coletivos (EPC), conforme mostrado na Figura 9, além de treinar seus profissionais a usarem os mesmos. Ademais, em cada local deve haver uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), a fim de tornar compatível o trabalho com a preservação da vida e a promoção da saúde do trabalhador (NR-5).

Figura 9 – Exemplos de Equipamentos de Proteção.

Ademais, estes programas dependem principalmente da dedicação individual e da atenção dos profissionais ao trabalho. Então é muito importante que todos sejam responsáveis

pelos seus atos, ajam com segurança, e estejam devidamente treinados para realizar suas funções, a fim de evitarem acidentes e impactos ambientais, tanto para grandes indústrias como para pequenos laboratórios.

Tais treinamentos devem ser realizados constantemente, de modo que todos estejam sempre atualizados, e podem ser realizados por profissionais externos a unidade, para que o conhecimento adquirido possa trazer melhorias locais (NOLASCO, F.R. *et al*., 2006).

Após esta análise do local e tomadas as devidas providências, deve-se definir as etapas a serem seguidas antes da geração do resíduo:

i. Reduzir ou eliminar, se possível, a geração de resíduos perigosos;
ii. Otimizar os processos, reduzindo assim a quantidade de resíduos gerados, além de evitar desperdícios;

Quando não é possível prevenir a geração de resíduos, pode-se pelo menos tentar minimizá-los (NOLASCO, F.R. *et al*., 2006). Para os grandes geradores a minimização da geração é feita otimizando o processo de produção, utilizando rotas e equipamentos que visem o aumento do rendimento. Já para os pequenos geradores este feito é alcançado substituindo os experimentos em escala convencional por técnicas em microescala, proporcionando, principalmente no setor de ensino, resultados com semelhante exatidão e precisão. Nesse caso, além de gerar menos resíduos, o consumo dos reagentes e o tempo de análise também diminuem. (GIL, E.S. *et al*., 2007). Além disso, recomenda-se elaborar cadeias de experimentos em aulas de graduação, fazendo com que os produtos de uma prática possam ser utilizados como reagente em outras, e assim sucessivamente (SCHNEIDER, J. *et al*., 1994). Esta metodologia é aplicada no PGR desenvolvido na UFRGS, onde as disciplinas foram estruturadas de modo que o produto ou subproduto de uma atividade possa ser utilizado em outras atividades (AMARAL, S.T. *et al*., 2001).

Outra forma de reduzir a geração de resíduos perigosos é substituir, sempre que possível, produtos químicos por outros de menor toxidade, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Substituição de Solventes por outros menos perigosos (SANTANA, A.L. *et al*., 2007).

Produto	**Substituto**
Benzeno	Ciclohexano, tolueno
Clorofórmio, Tetracloreto de Carbono, Tricloroetileno	Diclorometano
1,4-Dioxano	Tetrahidrofurano
n-Hexano, n-Pentano	n-Heptano
Acetonitrilo	Acetona
n,n-Dimetilformamida	n-Metilpirrolidina
Etilenoglicol	Propilenoglicol
Metanol	Etanol

Após seguir estas recomendações, deve-se respeitar todas as etapas de um PGR, sendo as mesmas descritas no tópico a seguir.

3.6 Etapas de um PGR

Um gerenciamento completo de resíduos deve contemplar as seguintes etapas:

3.6.1 Levantamento dos Passivos e Ativos

Os resíduos ativos são todos aqueles gerados continuamente pelas práticas rotineiras de uma atividade. Enquanto que os passivos são aqueles resíduos não caracterizados estocados na unidade, incluindo desde restos reacionais, resíduos sólidos, reagentes vencidos, até frascos ainda lacrados, porém sem uma correta identificação (ausência de rótulo). Fazer um inventário destes resíduos é de suma importância, pois é a partir dele que se toma conhecimento da natureza e da quantidade dos resíduos gerados (JARDIM, W.F., 1998).

Em geral, os ativos apresentam rótulos íntegros, o que faz com que sua caracterização seja imediata (GIL, E.S. *et al*., 2007). Além disso, estes resíduos são o principal foco de um programa de gerenciamento, já que são produzidos constantemente nas atividades de ensino e pesquisa. Recomenda-se durante a implementação de um programa nas IES, primeiro focar nos resíduos gerados nas aulas de laboratório (resíduos de ensino), uma vez que estes são de

fácil caracterização, facilitando assim seu levantamento (inventário) e posterior gerenciamento. Em seguida, deve-se focar nos resíduos de pesquisa, já que nestes, a natureza e a quantidades são bastante variáveis (JARDIM, W.F., 1998).

Já os resíduos passivos possuem uma identificação difícil devido aos seguintes fatores:

- Inexistência de um rótulo identificador no frasco;
- Rótulos ilegíveis ou deteriorados pelo tempo;
- Resíduos contendo misturas complexas de mais de uma fase.

Para tais resíduos deve-se seguir alguns protocolos para a sua correta caracterização, conforme explicitado na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Protocolo para a Caracterização Preliminar de Resíduos Químicos não Identificados[1] (JARDIM, W.F., 1998).

Teste a ser realizado	Procedimento a ser seguido
Reatividade com água	Adicione uma gota de água e observe se há formação de chama, geração de gás, ou qualquer reação violenta.
Presença de cianetos	Adicione 1 gota de cloroamina-T e uma gota de ácido barbitúrico/piridina em 3 gotas de resíduo. A cor vermelha indica teste positivo.
Presença de sulfetos	Na amostra acidulada com HCl, o papel embebido em acetato de chumbo fica enegrecido quando na presença de sulfetos.
pH	Usar papel indicador ou pHmetro.
Resíduo oxidante	A oxidação de um sal de Mn(II) em meio ácido, de cor rosa claro, para uma coloração púrpura escura indica resíduo oxidante.

Teste a ser realizado	Procedimento a ser seguido
Resíduo redutor	Observa-se a possível descoloração de um papel umedecido em 2,6-dicloro-indofenol ou azul de metileno.
Inflamabilidade	Introduza um palito de cerâmica no resíduo, deixe escorrer o excesso e coloque-o na chama de um Bico de Bunsen.
Presença de halogênios	Coloque um fio de cobre limpo e previamente aquecido ao rubro no resíduo. Leve à chama e observe a coloração: verde indica a presença de halogênios.
Solubilidade em água	Após o ensaio de reatividade, a solubilidade pode ser avaliada facilmente.

[1] Testes realizados após separar uma pequena alíquota (~1 g) que seja representativa do resíduo.

Na literatura, poucas são as IES que mencionam a existência de passivos, que possuem um local adequado para seu armazenamento e que gerenciam os mesmos. Como exemplo das que fazem, pode-se citar o IQSC/USP e o CENA/USP (TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A., 2005). Vale ressaltar que com a implantação do programa de gerenciamento, a quantidade de passivos tende a diminuir, além de facilitar o manejo dos mesmos (JARDIM, W.F., 1998).

O levantamento de todas estas entradas e saídas é feito através de um inventário, que deve informar a unidade geradora do resíduo, além do responsável pelo preenchimento do formulário. Este deve conter, idealmente, as seguintes informações:

- Matérias-primas, insumos e produtos utilizados no processo;
- Roteiro das práticas em aulas de ensino experimental;
- Etapas geradoras dos resíduos;
- Classificação dos resíduos quanto ao risco inerente;
- Possíveis incompatibilidades.

Através destas informações pode-se escolher a melhor maneira de se acondicionar, armazenar e tratar os mesmos.

Para os resíduos industriais este inventário deve estar em consonância com a Resolução CONAMA 313 de 2002, que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos industriais, revogando a Resolução CONAMA 66 de 1988. A mesma tem como objetivo consolidar bancos de dados, identificar quais são as principais fontes geradoras de resíduos nos Estados, a fim de estabelecer uma atuação intensiva dos órgãos ambientais, além de estimular o desenvolvimento de "tecnologias limpas" (MAZARO, P.B., 2009).

Depois de feito este levantamento com seus respectivos inventários, o ideal é integrar todas essas informações, a fim de garantir segurança ao meio ambiente e aos trabalhadores, além de reduzir os custos, tanto para compra de insumos como para o tratamento dos resíduos (DEMAMAN, A.S., 2004). Nos Estados Unidos essa integração tem sido feita por um programa baseado no *software Web Design* elaborado por um consórcio entre universidades, institutos de pesquisas, hospitais e indústrias (GIBBS, L.M., 2005 *apud* GIL, E.S. *et al.*, 2007).

3.6.2 Segregação

A correta segregação de resíduos deve ser feita no momento e no local de sua geração, observando os riscos inerentes, além das características físicas, químicas e biológicas de cada resíduo. Isto é feito a fim de se evitar acidentes devido à incompatibilidade química, tais como explosões, combustão, geração de gases tóxicos e corrosão (FOSTER, B.L., 2005), sendo as classes de incompatibilidade definidas pela NBR 12.235/1992.

Além de segregar os resíduos em diferentes classes de compatibilidade, deve-se também levar em consideração qual será o destino final para cada corrente (NOLASCO, F.R. *et al.*, 2006).

A seguir estão citados alguns exemplos de segregação encontrados na literatura para programas de gerenciamento de resíduos nas IES.

No CENA/USP foram estabelecidas 11 classes (TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A., 2005):

- Mercúrio e resíduos de seus sais inorgânicos;
- Solventes orgânicos e soluções de substâncias orgânicas que não contenham halogênios;
- Resíduos de sais metálicos recuperáveis;
- Solventes orgânicos e soluções orgânicas que contenham halogênios;
- Resíduos inorgânicos tóxicos contendo metais tóxicos;
- Resíduos sólidos de produtos químicos orgânicos;
- Soluções salinas (pH 6 – 8);
- Soluções que contenham cianetos/nitrilas ou geradoras de cianeto;
- Compostos explosivos ou combustíveis tóxicos;
- Resíduos inorgânicos tóxicos não contendo metais tóxicos;
- Outros compostos (tintas, resinas diversas, óleo de bomba de vácuo, herbicidas e pesticidas).

Na UNICAMP, UNIVATES e UTFPR os resíduos gerados só conseguiram ser segregados em apenas 6 classes e, mesmo assim, divergindo entre si (TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A., 2005).

Já o IQ da UNICAMP, através de sua Comissão de Segurança, desenvolveu um projeto de controle de resíduos no qual, após a segregação, foram geradas as seguintes correntes:

- Clorados;
- Acetatos e Aldeídos;
- Ésteres e Éteres;
- Hidrocarbonetos;
- Álcoois e Cetonas.

É importante mencionar que caso o objetivo final do programa seja a recuperação dos compostos, deve-se evitar ao máximo misturar diferentes substâncias, mesmo que estas sejam

da mesma classe de compatibilidade. Isto é recomendado já que quanto maior for a mistura, menores serão a chance de reaproveitamento.

3.6.3 Identificação (Rotulagem)

Depois da correta segregação, a próxima etapa do gerenciamento é a Identificação. Segundo a NBR 12235/1992 os recipientes contendo resíduos sóliidos perigosos devem ser rotulados corretamente a fim de possibilitar uma rápida identificação dos resíduos armazenados. Além disso, os rótulos destes produtos químicos devem conter as seguintes informações, de acordo com a ABNT NBR 14725/2012 – Parte 3, além da validade do produto:

- Identificação do produto e telefone de emergência do fornecedor;
- Composição química;
- Pictograma(s) de perigo;
- Palavra de advertência;
- Frase(s) de perigo;
- Frase(s) de precaução.

Pelo fato dos solventes orgânicos serem líquidos inflamáveis, as seguintes informações devem ser fornecidas no rótulo do reagente, conforme demonstrado na Figura 10, sendo as frases de precaução (PXXX), disponíveis no Anexo E desta mesma norma.

Categoria	1	2	3	4
Pictograma				Não exigido
Palavra de advertência	Perigo	Perigo	Atenção	Atenção
Frase de perigo	H224 Líquido e vapores extremamente inflamáveis	H225 Líquido e vapores altamente inflamáveis	H226 Líquido e vapores inflamáveis	H227 Líquido combustível
Frases de precaução: prevenção	P210 P233 P240 P241 P242 P243 P280	P210 P233 P240 P241 P242 P243 P280	P210 P233 P240 P241 P242 P243 P280	P210 P280
Frases de precaução: resposta à emergência	P303 + P361 + P353 P370 + P378	P303 + P361 + P353 P370 + P378	P303 + P361 + P353 P370 + P378	P370 + P378
Frases de precaução: armazenamento	P403 + P235	P403 + P235	P403 + P235	P403 + P235
Frases de precaução: disposição	P501	P501	P501	P501

Figura 10 – Pictogramas de Perigo, Palavras de Advertência e Frases de Perigo - Líquidos Inflamáveis (ABNT NBR 14725/2012).

Para os rótulos dos resíduos, as seguintes informações são igualmente importantes:

- Nome químico e comercial da substância química;
- Composição química;
- Diagrama de perigo;
- Nome do responsável e data do preenchimento;
- Informações sobre incompatibilidades, correto manejo e precauções (GIL, E.S. *et al.*, 2007).

A simbologia do Diamante de *Hommel* ou Diagrama de Perigo, mundialmente conhecido pelo código NFPA 704 (*National Fire Protection Association*) é adotada na maioria dos modelos de rótulos, tanto na esfera nacional, como internacional. Neste modelo pode-se classificar por cores e números (intensidade) as substâncias em função de seus riscos, sendo a cor vermelha utilizada para representar o grau de inflamabilidade, o azul o grau de

toxicidade, a amarela o grau de reatividade e a branca para riscos específicos, como poder oxidante e corrosivo (ácido e bases fortes) (GIL, E.S. *et al.*, 2007).

A Tabela 4 a seguir representa a classificação (intensidade) associada aos riscos químicos, sendo o Diagrama de *Hommel* esquematizado na Figura 11.

Tabela 4 – Classificação em Função do Grau dos Riscos Químicos (GIL, E.S. *et al.*, 2007).

Riscos Químicos	**Classificação**
INFLAMABILIDADE (Vermelho)	**4** - Gases inflamáveis, líquidos muito voláteis, materiais pirotécnicos. (Ponto de Fulgor < 22 °C); **3** - Produtos que entram em ignição a temperatura ambiente (Ponto de Fulgor de 22 a 37 °C); **2** - Produtos que entram em ignição com aquecimento moderado (Ponto de Fulgor de 37 a 93 °C); **1** - Produtos que precisam ser aquecidos para entrar em ignição (Ponto de Fulgor > 93 °C); **0** - Produtos que não queimam.
TOXICIDADE (Azul)	**4** - Produto letal; **3** - Produto severamente perigoso; **2** - Produto moderadamente perigoso; **1** - Produto levemente perigoso; **0** - Produto não perigoso ou de risco mínimo.
REATIVIDADE (Amarelo)	**4** - Capaz de detonação ou decomposição com explosão à temperatura ambiente; **3** - Capaz de detonação ou decomposição com explosão quando exposto à fonte de energia severa; **2** - Reação química violenta possível quando exposto a temperaturas e/ou pressões elevadas; **1** - Normalmente estável, porém pode se tornar instável quando aquecido; **0** - Normalmente estável.
RISCOS ESPECÍFICOS (Branco)	**ACID** Ácido forte; **ALK** Alcalino forte **COR** Corrosivo; **OXI** Oxidante; **NOC** Nocivo; **TOX** Tóxico.

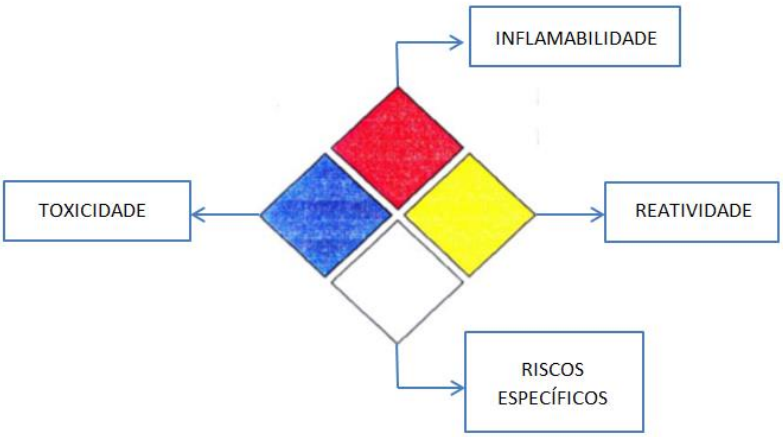
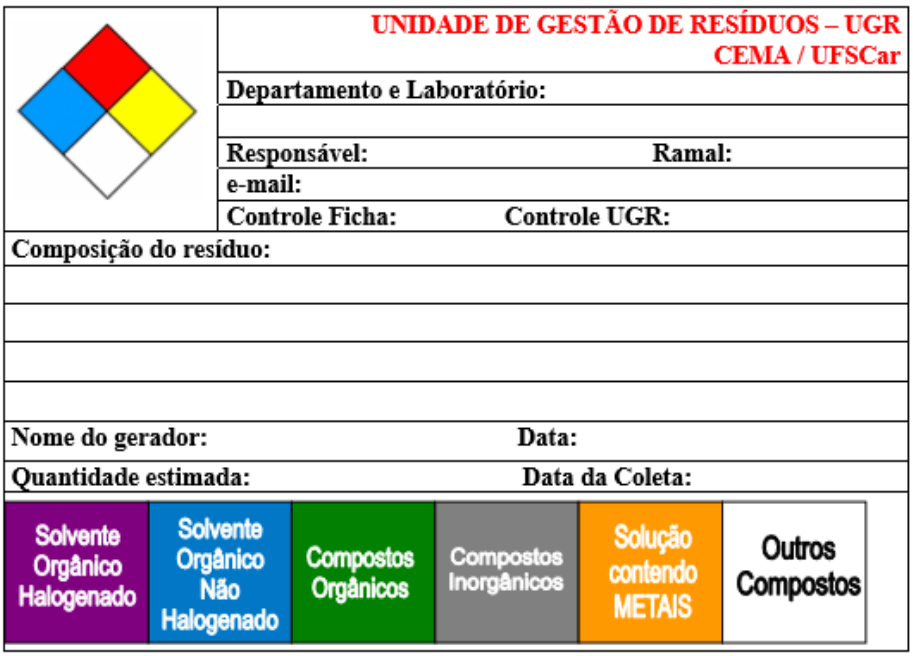


Figura 11 – Diagrama de *Hommel* (Elaboração Própria).

As informações e orientações para o correto preenchimento do Diagrama de *Hommel* encontram-se disponíveis em sites qualificados ou através de livros que contenham as fichas MSDS (*Material Safety Data Sheet*), também conhecidas como fichas FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico), onde se pode encontrar facilmente a classificação de cada produto.

As FISPQ são documentos obrigatórios, definido pela norma ABNT NBR 14.725 – Parte 4, cujo objetivo é fornecer informações essenciais sobre os perigos de um produto químico (incluindo informações sobre o transporte, manuseio, armazenagem e ações de emergência), possibilitando ao usuário tomar as medidas necessárias relativas à segurança, saúde e meio ambiente. No Anexo C são representas as fichas que foram elaboradas para alguns solventes orgânicos (Tolueno, Hexano, Etanol, Propanona e Heptano).

Nota-se pela literatura que cada instituição propõe rótulos com diferentes especificações para o mesmo tipo de resíduo (NOLASCO, F.R. *et al*., 2006), o que dificulta a criação de um modelo padronizado que possa ser seguido por outras instituições que desejam implementar um programa de gerenciamento eficaz. A Figura 12 a seguir representa um modelo de rótulo utilizado pela Unidade de Gestão de Resíduos (UGR) da UFSCar.



	UNIDADE DE GESTÃO DE RESÍDUOS – UGR CEMA / UFSCar
	Departamento e Laboratório:
	Responsável: Ramal:
	e-mail:
	Controle Ficha: Controle UGR:
Composição do resíduo:	
Nome do gerador:	Data:
Quantidade estimada:	Data da Coleta:

Solvente Orgânico Halogenado	Solvente Orgânico Não Halogenado	Compostos Orgânicos	Compostos Inorgânicos	Solução contendo METAIS	Outros Compostos

Figura 12 – Modelo de Rótulo Padronizado - UFSCar (MACHADO, A.M.R.; SALVADOR, N.N.B., 2005).

Além disso, no programa de recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do IQ da UFRGS foram atribuídas cores aos rótulos, a fim de diferenciar os resíduos recuperados, os passíveis de reaproveitamento e os rejeitos (AMARAL, S.T. *et al.*, 2001):

- Rótulos de Insumos – Estes rótulos são identificados pela cor verde, sendo considerados insumos os produtos que foram gerados por algum processo de recuperação ou de síntese.
- Rótulos de Resíduos – Estes rótulos são identificados pela cor amarela, sendo considerado resíduo qualquer produto que pode ser reaproveitado, sem necessidade de um tratamento prévio, em outro experimento.
- Rótulos de Rejeitos – Estes rótulos são identificados pela cor vermelha, sendo considerado rejeito todos os resíduos que não apresentam mais nenhuma utilidade ou possibilidade de reaproveitamento/reciclagem, tendo como único destino a disposição final.

3.6.4 Acondicionamento/Armazenamento

Após a etapa de segregação e identificação o material pode ser acondicionado para em seguida ser armazenado.

O acondicionamento dos resíduos deve ser feito em recipientes, como por exemplo, *containers*, caçambas, tambores ou bombonas, compatíveis com a substância a ser preenchida, resistentes à ruptura e à punctura, hermeticamente fechados, preenchidos até aproximadamente ¾ de sua capacidade volumétrica, corretamente identificados e em condições seguras. No caso da instituição não possuir recursos financeiros para adquirir estes recipientes, deve-se estimular alternativas como, por exemplo, o uso de frascos de reagentes (NOLASCO, F.R. *et al.*, 2006).

Na coleta seletiva, o CONAMA padronizou as cores destes, através da Resolução n°275 de 2001, sendo que para os resíduos perigosos o recipiente deve ser da cor laranja e para os não recicláveis ou contaminados (não passíveis de separação) a cor deve ser cinza, conforme mostrado na Figura 13. Além disso, os frascos utilizados para acondicionar ainda são homologados pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia).

Figura 13 – Código de Cores para Resíduos - CONAMA 275/2001 (BRITO, R.O., 2016).

Durante este processo deve-se avaliar ainda alguns riscos, como o de transbordamento, derramamento ou permeabilidade, bem como a possibilidade de ocorrer reações devido a estes riscos (FOSTER, B.L., 2005).

Já a sala de armazenamento dos resíduos deve possuir algumas das seguintes características, além de atender às demais normas da norma ABNT NBR 12.235 para os

resíduos sólidos perigosos e da NBR 11.174 para os resíduos não perigos (inertes ou não) (FOSTER, B.L., 2005):

- Impermeabilização de base (concreto);
- Ventilação para troca de ar;
- Duas portas de acesso;
- Sistema de drenagem no chão em caso de vazamento;
- Sistemas de combate a incêndio apropriados, além de lâmpadas a prova de explosão;
- Sistema terra para prevenir cargas estáticas;
- Ralos com vedação para roedores;
- Correta distância entre a estante e o teto;
- Acesso restrito;
- Imunidade a problemas e riscos associados à inundação;
- Identificação dos recipientes armazenados;

Além disso, é recomendado que os laboratórios não sejam utilizados como almoxarifados paralelos para os resíduos, mesmo que esse armazenamento seja temporário. Isto é feito para evitar o acúmulo de resíduos no local (GIL, E.S. *et al*., 2007), salvo os laboratórios que possuam um espaço apropriado para tal.

3.6.5 Reaproveitamento

Esta etapa é o destino mais recomendado aos resíduos, seja por Reuso (Reutilização), Reciclagem ou Recuperação. No entanto, muitas vezes a mesma é inviabilizada, devido a não correta segregação dos resíduos no ato de sua geração (AFONSO, J.C. *et al*., 2004 *apud* NOLASCO, F.R. *et al*., 2006).

No processo de Reuso, o material pode ser reutilizado no estado em que se encontra, sem precisar passar por qualquer pré-tratamento (JARDIM, W.F., 1998), em qualquer processo, dentro ou fora da unidade geradora. No processo de Reciclagem, segundo Jardim (1998), o material tem que passar por algum tipo de processamento, para em seguida poder ser utilizado. Já segundo Tavares & Bendassolli (2005) este processo significa refazer o ciclo por completo, e isto ocorre quando o material retorna como matéria-prima ao processo que o

gerou. Por fim, o processo de Recuperação é realizado quando se deseja retirar do resíduo um componente energético de interesse, seja por questões ambientais, financeiras ou ambas (TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A., 2005).

A prática de reuso de resíduos não é muito praticada nas universidades, diferente da reciclagem que pode ser aplicada para diversos materiais, tais como (GIL, E.S. *et al.*, 2007):

- Solventes;
- Óleos;
- Combustíveis (em geral);
- Resíduos contendo metais, principalmente os preciosos;
- Ácidos e bases;
- Catalisadores.

Em relação aos solventes orgânicos, pode-se observar pela literatura que as seguintes IES são potenciais geradoras: UNICAMP, IQSC/USP, UFSCar e IQ/USP, sendo que nesta última instituição o montante atinge mais de 15 mil litros anuais, no qual a maioria consegue ser reciclada (DI VITTA, P.B. *et al.*, 2002 *apud* NOLASCO, F.R. *et al.*, 2006). Enquanto que nas demais instituições as soluções inorgânicas são as que mais prevalecem (NOLASCO, F.R. *et al.*, 2006).

3.6.6 Tratamento

Esta etapa tem como objetivo eliminar ou reduzir o potencial de periculosidade do resíduo a níveis aceitáveis pela legislação vigente, sendo as condições e padrões de lançamento de efluentes definidas pela Resolução CONAMA n° 357 de 2005, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011.

Deve-se priorizar o tratamento de resíduos *in situ*, a fim de que o mínimo possível seja enviado para fora da unidade geradora (JARDIM, W.F., 1998), sendo exemplos de tratamento interno a neutralização, redução/oxidação, precipitação, destilação, biodegradação, Processos Oxidativos Avançados (POA), troca iônica, entre outros. Já em relação ao tratamento externo pode-se citar, por exemplo, os térmicos, como a Incineração e o Coprocessamento, a Estabilização e Solidificação, além das Estações de Tratamento de Efluentes.

Geralmente os resíduos tratados são materiais sólidos ou líquidos, porém não se pode esquecer de controlar a emissão de resíduos gasosos, como é feito, por exemplo, no CENA/USP. Nesta instituição foram acoplados ao sistema de exaustão de capelas, lavadores de gases para vapores, tanto ácidos como orgânicos (TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A., 2005).

Também foi observada no PGR desta instituição a preocupação com o controle no desperdício de água e energia, o que normalmente é ignorado pela maioria dos programas. Para a realização das práticas laboratoriais é necessário a utilização de água com baixa condutividade (baixa concentração iônica), sendo que a destilação é a técnica de purificação mais utilizada. Neste processo um grande volume de água é desperdiçado na etapa de refrigeração, além do alto consumo de energia (0,7 kW por litro de água produzida). Algumas instituições já reutilizam essa água de refrigeração, enquanto que no CENA/USP o processo de destilação foi substituído pela técnica de troca iônica, o que resultou em uma economia significativa para a unidade (TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A., 2005).

Em algumas instituições há apenas um laboratório responsável pelo gerenciamento de todos os resíduos químicos gerados na universidade, denominado normalmente de Central de Tratamento, como é feito na USP, na cidade de São Carlos, através do LRQ. Geralmente neste caso os procedimentos de rotulagem, armazenamento, recuperação, tratamento, monitoramento e disposição são padronizados, o que torna o programa mais suscetível ao sucesso. Por outro lado, essas centrais quase sempre inibem a iniciativa dos geradores de tentar evitar ou minimizar a geração de seus resíduos, além de desestimular a questão da responsabilidade objetiva (NOLASCO, F.R. *et al.*, 2006).

3.6.7 Disposição Final

Nesta etapa deve-se dispor corretamente os rejeitos, o que normalmente é realizado em aterros ou em outros locais apropriados. Vale ressaltar que a Incineração e o Coprocessamento não são métodos de disposição final. Em ambos os processos há a queima do material residual com geração de gases, que deverão passar por um tratamento, além de cinzas. No caso da Incineração estas cinzas podem ser encaminhadas para um aterro, enquanto que no Coprocessamento podem ser incorporadas, por exemplo, ao clínquer (NOLASCO, F.R. *et al.*, 2006).

Destaque-se ainda que há alguns compostos que podem ser descartados diretamente no lixo ou na pia (UTFPR, 2017), tais como:

- **Orgânicos**: Acetatos e Carboxilatos em geral;
- **Inorgânicos**: Sulfatos e Carbonatos (Na, K, Mg,), Cloretos (Na, K, Mg), Brometos, Iodetos e Boratos (Na, K, Mg, Ca).

3.6.8 Divulgação do Programa

Como estes programas normalmente envolvem um número elevado de pessoas, a internet vem sendo bastante utilizada, já que além de divulgar o PGR para todos, facilita o acesso à informação e a comunicação dos envolvidos, sendo exemplos de sites demonstrados a seguir:

- IQSC USP: http://www.ccsc.usp.br/residuos/
- UnB: http://www.resqui.unb.br/
- UFRGS: http://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/
- UFSC : http://gestaoderesiduos.ufsc.br/
- UTFPR:http://www.utfpr.edu.br/patobranco/estrutura-universitaria/diretorias/dirplad/sistema-de-gerenciamento-de-residuos

A importância desse tema também pode ser divulgada através de trabalhos publicados em eventos científicos. No entanto, infelizmente, grande parte dessas publicações aborda o tema de gerenciamento, porém não se referem ao desenvolvimento de métodos de tratamento de resíduos, o que auxiliaria na aplicação do programa em outras IES (NOLASCO, F.R. *et al.*, 2006).

Além disso, pela divulgação dos resultados do programa pode-se estimular outras instituições, mostrando que o gerenciamento de resíduos químicos é viável. Pode-se citar a USP, no campus de São Carlos, como exemplo de um programa cujo gerenciamento obteve êxito. Após implementado o programa de gerenciamento nesta IES pode-se constatar que quase metade dos resíduos gerados (45%) eram recuperáveis, necessitando apenas passar por um processo de destilação. Os outros 8% eram recuperáveis após tratamento e destilação, 15% deles eram descartados após diluição, 17% necessitavam de um tratamento mais

específico antes de serem reaproveitados ou descartados, e apenas 15% não eram descartáveis. Logo, de todo o resíduo gerado, mais da metade (53%) é recuperável, conforme mostrado na Figura 14, podendo ser gerenciado dentro da própria instituição. A fração não recuperável necessita de uma empresa especializada para disposição final. No caso desta instituição, esta fração foi encaminhada para incineração após a contratação de uma firma credenciada junto à CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), junto com a emissão de um Certificado de Aprovação da Destinação de Resíduos Industriais (CADRI). (ALBERGUINI, L.B.A. *et al*., 2003).

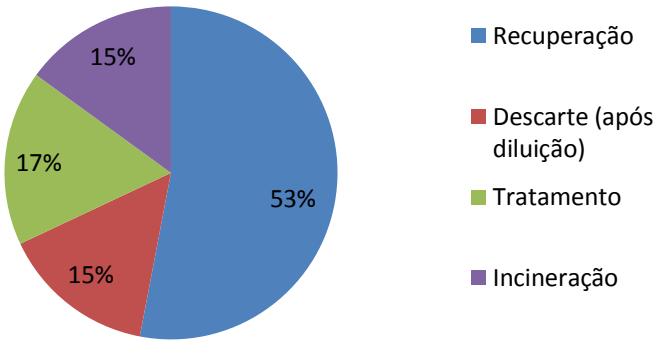


Figura 14 – Destino dos Resíduos – USP São Carlos (Adaptado de ALBERGUINI, L.B.A. *et al*., 2003).

Como consequência da implementação de um PGR eficaz nas instituições, houve diversos benefícios, tanto em relação ao meio ambiente, pela diminuição do volume dos resíduos descartados, como financeiramente, pela economia na compra de novos reagentes. Nesta mesma IES, por exemplo, há relatos de solventes que já foram reutilizados seis vezes (ALBERGUINI, L.B.A. *et al*., 2003).

Logo, perecebe-se que um PGR quando corretamente executado, pode tanto ser aplicado para os grandes geradores de resíduos (Indústrias Químicas) como para os pequenos geradores (Laboratórios Químicos).

Além disso, para que se possa gerenciar de maneira efetiva é necessário ter conhecimento da legislação ambiental, seguindo as diretrizes legais ou outras normas referentes à gestão ambiental.

3.7 Legislação Ambiental

Segundo o Artigo 225 da atual Constituição Federal de 1988:

> Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados, sendo a responsabilidade ambiental apurada nas três esferas (civil, administrativa e penal). Além disso, podem ser responsabilizados: alunos, professores, técnicos, reitores, técnicos de órgãos ambientais, entre outros.

Conforme o inciso V do Art.61° da Lei 3.467 de 2000, estas práticas que podem lesar o meio ambiente, tais como lançar resíduos sólidos, líquidos ou gasosos ou detritos, óleos ou substâncias oleosas em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos, podem gerar uma multa que pode ir de R$ 1.000,00 a R$ 50.000.000,00, ou até em uma multa diária.

Ademais, de acordo com o Art. 95° desta mesma Lei, dispor, guardar ou ter em depósito, ou transportar resíduos sólidos em desconformidade com a regulamentação pertinente, também pode gerar uma multa de R$ 1.000,00 a R$ 200.000,00.

Neste contexto, as normas da série ISO 14.000 foram propostas com o objetivo de garantir o equilíbrio e proteção ambiental, prevenindo a poluição e os efeitos nocivos ao ambiente causados por tais atividades, além de visar o manejo ambiental (GIL, E.S. *et al.*, 2007). Enquanto que a ISO 14.001, introduzida em 1996, trouxe todos os critérios para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), que quando bem implementado, além de melhorar a imagem da empresa, permite outros benefícios econômicos, tais como (BANSAL, P. *et al.*, 2002 *apud* GIL, E.S. *et al.*, 2007):

- Redução de custos/Aumento da produtividade (em virtude do plano de minimização de resíduos);

- Menor probabilidade de receber multas ambientais;
- Aumento da receita de vendas (em virtude da melhoria da imagem da empresa).

Vale ressaltar que enquanto estas normas ISO discorrem sobre Qualidade (ISO 9.000, 9.001, 9.004 e 19.011) e Meio Ambiente (14.000 e 14.001), a ISO 45001, desde 2016, trata sobre Sistema de Gestão Saúde e Segurança Ocupacional.

Além disso, o instrumento que o poder público possui de controlar a instalação e operação destas atividades nocivas, visando preservar o meio ambiente para as sociedades atuais e futuras é o Licenciamento Ambiental, ou seja, esta é a principal ferramenta que a sociedade possui para controlar a manutenção da qualidade do meio ambiente e, consequentemente, da saúde pública.

3.7.1 Licenciamento Ambiental

Por definição:

> O licenciamento ambiental é uma obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente e possui como uma de suas características a participação social na tomada de decisão, por meio da realização de Audiências Públicas como parte do processo. Essa obrigação é compartilhada pelos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente e pelo IBAMA, como partes integrantes do SISNAMA (Sistema Nacional de Meio Ambiente). [...] (IBAMA, 2017a)

O SISNAMA foi instituído através da publicação da Lei 6938/81, regulamentada pelo Decreto 99.274, de 06 de junho de 1990, sendo constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações instituídas pelo Poder Público, com a finalidade de estabelecer regras e práticas responsáveis pela proteção e pela melhoria da qualidade ambiental, observando o acesso da opinião pública às informações sobre a degradação ao meio ambiente e às ações de proteção ambiental. Este Sistema é estruturado da seguinte forma:

- **Órgão Superior:** O Conselho de Governo;
- **Órgão Consultivo e Deliberativo:** O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA;

- **Órgão Central:** O Ministério do Meio Ambiente - MMA;
- **Órgão Executor:** O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;
- **Órgãos Seccionais:** Os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental;
- **Órgãos Locais:** Os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições (CONAMA, 2017).

O órgão federal responsável pelo licenciamento ambiental é o IBAMA. No estado do Rio de Janeiro, o órgão licenciador responsável é o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), criado em 2008, sucedendo a antiga FEEMA (Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente) e para o município do Rio de Janeiro, a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (MMA, 2017).

As principais diretrizes para a realização do licenciamento ambiental se encontram na Lei 6.938/81 e nas Resoluções CONAMA nº 001/86 e nº 237/97, sendo que de acordo com o Art. 10 desta última este procedimento seguirá as seguintes etapas:

i. Definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;
ii. Requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;
iii. Análise pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;
iv. Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;

v. Audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;
vi. Solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;
vii. Emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;
viii. Deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade.

A Tabela 5 a seguir apresenta as atividades referentes à Indústria Química que estão sujeitas a este processo de Licenciamento Ambiental, de acordo com esta mesma Resolução.

Tabela 5 - Atividades ou Empreendimentos da Indústria Química sujeitos ao Licenciamento Ambiental.

Indústria Química
Produção de substâncias e fabricação de produtos químicos.
Fabricação de produtos derivados do processamento de petróleo, de rochas betuminosas e da madeira.
Fabricação de combustíveis não derivados de petróleo.
Produção de óleos/gorduras/ceras vegetais-animais/óleos essenciais vegetais e outros produtos da destilação da madeira.
Fabricação de resinas e de fibras e fios artificiais e sintéticos e de borracha e látex sintéticos.
Fabricação de pólvora/explosivos/detonantes/munição para caça-desporto, fósforo de segurança e artigos pirotécnicos.
Recuperação e refino de solventes, óleos minerais, vegetais e animais.
Fabricação de concentrados aromáticos naturais, artificiais e sintéticos.
Fabricação de preparados para limpeza e polimento, desinfetantes, inseticidas, germicidas e fungicidas.
Fabricação de tintas, esmaltes, lacas, vernizes, impermeabilizantes, solventes e secantes.
Fabricação de fertilizantes e agroquímicos.
Fabricação de produtos farmacêuticos e veterinários.
Fabricação de sabões, detergentes e velas.
Fabricação de perfumarias e cosméticos.
Produção de álcool etílico, metanol e similares.

Sendo assim, percebe-se que caso uma empresa deseje recuperar e refinar solventes, a mesma deverá passar por este processo, sendo todos os custos envolvidos de responsabilidade do empreendedor. O que não ocorre paras as IES, que devido a sua atividade fim (ensino/pesquisa/extensão), estão isentas do licenciamento ambiental.

Este processo é constituído de três etapas: Licenciamento Prévio, Licenciamento de Instalação e Licenciamento de Operação. Para cada etapa há estudos específicos que são elaborados pelo empreendedor e são entregues ao IBAMA para análise e deferimento (IBAMA, 2017a).

Para subsidiar a etapa de obtenção da Licença Prévia, o empreendedor encaminha ao IBAMA o Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) sendo o empreendimento de significativo impacto ambiental. Para os demais empreendimentos, são requeridos apenas estudos mais simplificados.

O EIA é um documento instituído pela Resolução CONAMA nº 001/86, onde se avaliam as consequências de um projeto para o meio ambiente. Neste estudo são descritos os detalhes técnicos da operação, as especificações da área onde será realizada a atividade, os possíveis impactos para a população e para o meio ambiente e as ações que deverão ser tomadas para evitar ou diminuir esses impactos.

De acordo com a mesma Resolução, o Estudo de Impacto Ambiental deverá conter, no mínimo:

- Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto com completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, de forma a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto:

    - **Meio físico** – o subsolo, as águas, o ar e o clima, ressaltando os recursos naturais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d’água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, correntes atmosféricas;
    - **Meio biológico e os ecossistemas naturais** – a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;

- **Meio sócio-econômico** – uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.

- Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, por meio de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos, a médio e a longo prazo, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais;
- Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas;
- Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados.

O RIMA deverá retratar as conclusões obtidas pelo EIA. Este relatório é destinado ao público em geral, em especial aos habitantes da área de influência do empreendimento, com o objetivo de informar as vantagens e desvantagens do projeto, assim como as consequências para o meio ambiente natural, social e cultural. O mesmo deverá ser redigido com uma linguagem clara e objetiva, ilustradas por diversas técnicas de comunicação visual, como mapas, cartas e gráficos (IBAMA, 2017a).

Pela mesma Resolução CONAMA nº 001/86, o Relatório de Impacto Ambiental contemplará, no mínimo, os seguintes tópicos:

- Os objetivos e justificativas do projeto, sua relação e compatibilidade com as políticas setoriais, planos e programas governamentais;
- A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada um deles, nas fases de construção e operação, a área de influência, as matérias primas, e mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnicas

operacionais, os prováveis efluentes, emissões, resíduos de energia, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;

- A síntese dos resultados dos estudos de diagnóstico ambiental da área de influência do projeto;
- A descrição dos prováveis impactos ambientais da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, suas alternativas, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios adotados para sua identificação, quantificação e interpretação;
- A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, comparando as diferentes situações da adoção do projeto e suas alternativas, com a hipótese de sua não realização;
- A descrição do efeito esperado das medidas mitigadoras previstas em relação aos impactos negativos, mencionando aqueles que não puderam ser evitados, e o grau de alteração esperado;
- O programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;
- Recomendação quanto à alternativa mais favorável (conclusões e comentários de ordem geral).

Já para a obtenção da Licença de Instalação, o empreendedor elabora o Plano Básico Ambiental (PBA) que detalha os programas ambientais necessários para a minimização dos impactos negativos e maximização dos impactos positivos, identificados na elaboração do EIA (IBAMA, 2017a).

E por último, para a etapa de obtenção da Licença de Operação, o empreendedor elabora um conjunto de relatórios descrevendo a implantação dos programas ambientais e medidas mitigadoras previstas nas etapas de Licenciamento Prévio e Licenciamento de Instalação.

As autorizações referentes a cada licença são:

i. **Licença Prévia (LP) –** É solicitada ao IBAMA na fase de planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento. Essa licença aprova a viabilidade ambiental do projeto e autoriza sua localização e concepção tecnológica

bem como o estabelecimento das condições a serem consideradas no desenvolvimento do projeto executivo.

ii. **Licença de Instalação (LI)** – É autorizado o início da obra ou a instalação do empreendimento. Essa licença possui um prazo de validade que é estabelecido pelo cronograma de instalação do projeto ou atividade que não pode superar seis anos. Caso o empreendimento envolva desmatamento, também é necessário a "Autorização de Supressão de Vegetação".

iii. **Licença de Operação (LO)** – Autoriza o início do funcionamento da obra/empreendimento. A licença só é concedida depois de ser realizada uma vistoria em que é verificado se todas as exigências e detalhes técnicos descritos no projeto aprovado foram desenvolvidos e atendidos durante a sua instalação e se estão de acordo com o previsto nas LP e LI. O prazo de validade não pode ser inferior a quatro anos e nem exceder a dez anos (IBAMA, 2017a).

Vale ressaltar que durante as etapas do licenciamento, algumas exigências podem ser feitas, tais como o inventário dos resíduos gerados durante a atividade, a fim de elaborar um Programa de Gerenciamento dos Resíduos. (FIRJAN, 2004). Logo, percebe-se que a elaboração de um PGR é também parte integrante deste processo.

3.7.2 Resíduos

Em relação aos resíduos, a Lei 6.938 de 1981, mais conhecida como Política Nacional do Meio Ambiente, definiu a prática da Responsabilidade Objetiva, que estabelece que cada gerador é responsável por seus resíduos e pelos possíveis danos que os mesmos podem causar quando descartados no ambiente, sendo dispensado a prova de culpa, isto é, para que um poluidor seja penalizado é necessário apenas que se prove um nexo de causa e efeito entre a atividade desenvolvida e um dano ambiental (NOLASCO, F.R. *et al.*, 2006). Logo, mesmo que os resíduos sejam lançados ao meio ambiente, respeitando os limites de concentração estabelecidos pela legislação vigente, caso cause algum impacto ambiental, o responsável deverá pagar uma indenização ou sofrer um dano indireto, quando for provada a relação do poluidor com uma dada instituição, sendo que neste caso esta deverá ser responsabilizada (MACHADO, P.A.L., 2002 *apud* NOLASCO, F.R. *et al.*, 2006). Distingue-se desta responsabilidade os resíduos de origem domiciliar e pública, cujo responsável não é mais o gerador, e sim a Prefeitura.

Já a Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010, que integra a Política Nacional do Meio Ambiente, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Esta Lei conta com dois Decretos regulamentadores (Decreto 7.404 e 7.405, de 23 de Dezembro de 2010) e dispõe basicamente sobre o gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público, além dos instrumentos econômicos aplicáveis.

De acordo com o primeiro parágrafo do Art.1° estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

Um dos princípios desta Lei é o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho/renda e promotor de cidadania. E como objetivos desta pode-se citar, por exemplo, o consumo sustentável e o incentivo à indústria da reciclagem, tendo a mesma prioridade nas aquisições e contratações governamentais.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) é um dos principais instrumentos desta Lei, sendo o mesmo, parte integrante do licenciamento ambiental de empreendimentos ou atividades definidas pelo órgão competente do SISNAMA. Ou seja, para que um estabelecimento possa, por exemplo, recuperar solventes é necessário apresentar este documento para obtenção da licença.

O conteúdo mínimo para elaborar um PGRS está descrito nos tópicos a seguir:

i. Descrição do empreendimento ou atividade;

Deve-se descrever brevemente o negócio da empresa e a atividade principal desenvolvida, a fim de que o órgão ambiental tenha uma ideia dos tipos de resíduos que serão gerenciados.

ii. Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

Neste tópico devem-se apresentar quais os resíduos que a empresa gera, sua origem, o volume (pode ser estimado) e a sua caracterização, sendo a norma NBR 10.004/04 a mais utilizada para classificar os mesmos.

iii. Observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA, do SNVS (Sistema Nacional de Vigilância Sanitária) e do SUASA (Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária) e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

- Explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;
- Definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador.

Nesta etapa não é necessário citar nomes, e sim identificar as funções, setores ou até empresas contratadas para cada etapa do gerenciamento.

iv. Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;

Esta etapa não é necessariamente uma regra, ocorrendo quando duas ou mais empresas realizarem um acordo para gerenciar seus resíduos em conjunto. Pode-se citar como exemplo de soluções consorciadas ou compartilhadas quando o resíduo de uma empresa servir de matéria prima para outra, ou então quando as particularidades de seus resíduos exijam destinação tal que é menos dispendioso quando realizada em conjunto (MONTAÑO, J., 2016b).

v. Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

Estas ações fazem parte de um Plano de Ação de Emergências (PAE), que é um documento que descreve as ações necessárias para minimizar os impactos decorrentes de um perigo em geral (DNV, 2006).

vi. Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, à reutilização e reciclagem;

Neste tópico é importante descrever quais ações a empresa realiza a fim de prover e incentivar a prática dos 3R´s.

vii. Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Como exemplos dessas ações pode-se citar os certificados de destinação de resíduos e ações de logística reversa.

viii. Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

Caso não haja passivos ambientais na empresa, deve-se executar apenas o tópico V.

ix. Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do SISNAMA.

Além da elaboração deste PGRS, operadores de resíduos perigosos ainda possuem outras exigências.

3.7.3 Resíduos Perigosos

As pessoas jurídicas que operam com resíduos perigosos, em qualquer fase do seu gerenciamento são obrigadas, de acordo com esta mesma Lei, a se cadastrar no Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos (CNORP), sendo este, parte do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Em Janeiro de 2013 o IBAMA publicou no Diário Oficial da União a Instrução Normativa (IN) n° 1, que regulamentou este cadastro (CNORP), integrado ao Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF-APP), ao Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (CTF-AIDA) e ao Relatório Anual de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais (RAPP) (IBAMA, 2017b).

Este cadastro deverá ser implementado de forma conjunta pelas autoridades federais, estaduais e municipais, sendo que para se cadastrar, as pessoas jurídicas precisam ter um responsável técnico pelo gerenciamento de seus resíduos perigosos, que pode tanto fazer parte do quadro de funcionários ou ser contratado. Este funcionário deve estar devidamente habilitado, além de seus dados estarem sempre atualizados no cadastro. (BRASIL, 2010).

Através da implementação do CNORP espera-se:

- Possibilitar o acesso, cadastro, consulta, transferência, extração e impressão de dados aos operadores de resíduos sólidos no Brasil;
- Servir de base para o SINIR;
- Integrar as informações sobre estes resíduos nas esferas federal, estadual e municipal;
- Gerar informações à sociedade.

No entanto, vale ressaltar que este cadastro não desobriga a pessoa inscrita de obter licenças, autorizações, permissões, concessões, alvarás e demais documentos exigíveis por instituições federais, estaduais, distritais ou municipais para o exercício de suas atividades (MULTISOLV, 2017a).

Além disso, é muito importante que se tenha uma ferramenta que permita a rastreabilidade dos resíduos a fim de que o órgão ambiental possa controlar o mesmo.

3.7.4 Controle de Resíduos – Rio de Janeiro

O instrumento de controle que permite ao INEA conhecer e monitorar a geração, o transporte e destinação final dos resíduos gerados no Estado do Rio de Janeiro é o Sistema de Manifesto de Resíduos (INEA, 2017).

Deverão se vincular a este Sistema todas as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que gerem, transportem ou recebam resíduos abrangidos pela Diretriz DZ-1310.R-7 - Sistema de Manifesto de Resíduos, sendo que o INEA definiu que terão prioridade de vinculação aqueles que trabalharem com resíduos mais perigoso e que gerarem maior quantidade dos mesmos.

Após a vinculação ao Sistema, a empresa deverá acessar o sistema *online* e preencher o Manifesto com os seguintes dados:

- Resíduo gerado;
- Empresa contratada para transportar os resíduos;
- Empresa responsável por receber os resíduos.

Devem ser preenchidas quatro vias do manifesto:

- **1ª via** – Gerador;
- **2ª via** – Transportador;
- **3ª via** – Receptor;
- **4ª via** – INEA.

O responsável (Gerador) tem a obrigação de:

- Preencher, assinar e datar todas as quatro vias do Manifesto;
- Arquivar a 1ª via, após assinatura do transportador;
- Entregar as demais vias ao transportador.

O transportador deverá assinar as vias e as entregar para o receptor assinar, arquivando a 2ª via. Já o receptor deverá assinar as vias e enviar a 4ª via assinada ao responsável (gerador) em até 48 horas.

O arquivamento das vias do manifesto de resíduos deverá ser feito de acordo com os períodos a seguir discriminados:

- 1ª via pelo gerador, durante 5 anos, contados a partir da data de transporte do resíduo;
- 2ª via pelo transportador, durante 3 anos, contados a partir da data de recebimento do resíduo pelo receptor;
- 3ª via pelo receptor, durante 5 anos, contados a partir da data do recebimento do resíduo;
- 4ª via pelo gerador, até que seja solicitada pelo INEA, ou durante 5 anos, contados a partir da data de recebimento do resíduo pelo receptor.

A Figura 15 a seguir retrata um modelo de Manifesto de Resíduos:

MANIFESTO DE RESÍDUOS Nº _____

① RESÍDUO | N. RESÍDUO | ② QUANTIDADE ___ ___ ___ ___Toneladas / ___ ___ ___ ___ m^3

③ ESTADO FÍSICO: ( ) Sólido ( ) Semi-sólido ( ) Líquido

④ ORIGEM: (x) Processo ( ) ETDI ( ) ETE ( ) ETA ( ) Cx. Gordura ( ) Fora do Processo ( ) Separador de Água-Óleo ( ) Outros, especificar

⑤ ACONDICIONAMENTO: ( ) Tambor de 200 lts. ( ) Sacos plásticos ( ) Bombona ____ (lts) ( ) Fardos ( ) Caçamba ( ) Granel ( ) Tanque ____(m^3) ( ) Big-bags ( ) Outros, especificar _____

⑥ PROCEDÊNCIA: ( ) Industrial ( ) Residencial ( ) Restaurante ( ) Shopping/Mercados ( ) Comercial ( ) Clubes/Hotéis ( ) Hospital ( ) Outros, especificar _____

⑦ TRATAMENTO / DISPOSIÇÃO: ( ) Aterro Sanitário ( ) Reciclagem ( ) Aterro Industrial ( ) Incorporação ( ) Tratamento Biol./Fis-Qui. ( ) Incineração ( ) Co-processamento ( ) Estocagem ( ) Outros, especificar _____

⑧ Gerador: EMPRESA / RAZÃO SOCIAL | CNPJ | ENDEREÇO | MUNICÍPIO | UF | TELEFONE ( ) | N. LICENÇA | RESPONSÁVEL PELA EXPEDIÇÃO DO RESÍDUO | CARGO

⑪ ____/____/____ DATA DA ENTREGA

_____ CARIMBO E ASSINATURA DO RESPONSÁVEL

⑨ Transportador: EMPRESA / RAZÃO SOCIAL | ENDEREÇO | MUNICÍPIO | UF | TELEFONE | CNPJ | RESPONSÁVEL PELA EMPRESA DE TRANSPORTE | PLACA COMPLETA | VATURA | NOME DO MOTORISTA | CERTIFICADO DO INMETRO

1a. via - Gerador

⑫ ___/____/____ DATA DO RECEBIMENTO

_____ ASSINATURA DO MOTORISTA

⑩ Receptor: EMPRESA / RAZÃO SOCIAL | ENDEREÇO | MUNICÍPIO | UF | TELEFONE | N. LICENÇA CPRH | RESPONSÁVEL PELO RECEBIMENTO DO RESÍDUO | CARGO

⑬ __/____/____ DATA DO RECEBIMENTO

_____ CARIMBO E ASSINATURA DO RESPONSÁVEL

Figura 15 – Modelo de Manifesto de Resíduos (INEA, 2017).

Antes de se contratar uma empresa transportadora de resíduos deve-se verificar se a mesma, bem como o receptor do resíduo, possui licença ambiental emitida pelo INEA e se a licença autoriza o transporte e/ou destinação daquele resíduo específico para o qual está sendo contratado. É pertinente que a empresa geradora peça a cópia da licença para os transportadores e receptores de resíduos ou busque informações na Gerência de Atendimento

(GA) do INEA, já que caso haja algum impacto negativo durante a destinação dos resíduos, o gerador não fica isento das penalidades, sendo a responsabilidade dos danos compartilhada (MONTAÑO, J., 2016b).

Além de todos estes requisitos legais, algumas atividades, como a recuperação de solventes orgânicos, somente são indicadas se a unidade possuir infraestrutura adequada e profissionais preparados para desempenhar tal atividade, sendo que o tópico a seguir aborda o destino destes, tanto para as IES como para as Indústrias.

3.8 Destino dos Solventes Orgânicos

3.8.1 Experiências nas Universidades

Os resíduos de solventes orgânicos nas IES, geralmente são segregados nas seguintes classes:

- **Solventes não Halogenados:**

Esta corrente engloba todos os solventes que podem ser utilizados/recuperados, além da mistura desses solventes, como por exemplo:

  - Álcoois (Metanol, Etanol, Butanol) + Cetonas (Acetona);
  - Acetonitrila (pura ou misturada com água ou com outros solventes não Halogenados);
  - Hidrocarbonetos (Pentano, Hexano, Tolueno e derivados);
  - Ésteres (Acetato de Etila) + Éteres (Éter Etílico)

- **Solventes Halogenados:**

Esta corrente engloba todos os solventes halogenados, tais como, o clorofórmio, diclorometano, tetracloreto de carbono, tricloetano, bromofórmio, tetraiodocarbono sólido, além das misturas contendo esses solventes.

Vale ressaltar que caso haja a contaminação de solventes não halogenados com halogenados, esta mistura passa a ser considerada halogenada.

Algumas IES, tais como a UNICAMP, IQSC/USP e a UFSCar, utilizam a técnica de destilação a fim de recuperarem seus resíduos contendo solventes não halogenados, sendo o sucesso deste processo diretamente proporcional à correta segregação dos mesmos. O que não for recuperado, e que não der para ser tratado é armazenado temporariamente no laboratório para depois ser enviado a uma empresa licenciada de gestão de resíduos, sendo que esta atividade termina com a emissão do Certificado de Destinação pela empresa. A seguir é relatado mais especificamente esse destino para duas IES.

i. Centro de Gestão de Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ) da UFRGS

Para esta IES estes resíduos foram divididos em três categorias, conforme demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Grupos dos Solventes Orgânicos com seus respectivos Destinos (OLIVEIRA, G.V., 2015).

Solventes Orgânicos			
	Grupo 1	**Grupo 2**	**Grupo 3**
	Solventes Orgânicos não Halogenados	Solventes Orgânicos Passíveis de Purificação	Solventes Orgânicos Halogenados
Destino	Coprocessamento Ou Reciclagem	Recuperação	Incineração

Os resíduos do Grupo 1 (Solventes Orgânicos não Halogenados) são constituídos de uma mistura com mais de dois solventes orgânicos, sendo que a mesma deve ser inflamável. Como exemplo de misturas inflamáveis pode-se citar álcoois, hidrocarbonetos, éteres, ésteres, cetonas, entre outros. (etanol, metanol, xileno, tolueno, hexano, acetona, éter etílico, acetonitrila).

O destino para tais resíduos pode ser a reciclagem ou o coprocessamento. Neste último caso ocorre uma destruição térmica nos fornos de cimento. Uma empresa fornecedora deste tratamento é a Votorantim, localizada em vários estados, sendo que a responsabilidade legal do gerador termina com a emissão do termo de recebimento por parte da cimenteira.

Como vantagens deste procedimento pode-se citar a destruição total dos resíduos, a emissão atmosférica controlada, além da economia de recursos naturais não renováveis. E como desvantagem tem as restrições para alguns tipos de resíduos, conforme mostrado na Tabela 7.

Tabela 7 - Resíduos que podem e não ser Coprocessados (OLIVEIRA, G.V., 2015).

Resíduos que podem ser coprocessados	**Resíduos que não podem ser coprocessados**
Substâncias oleosas	Radioativos
Catalisadores usados	Biológicos
Resinas, colas e látex	Organoclorados e organofluorados
Pneus e emborrachados	Agrotóxicos
Solventes	Explosivos
Borrachas	Domésticos
Lodos de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE)	

Os resíduos do Grupo 2 (Solventes Orgânicos Passíveis de Purificação) são aqueles constituídos de uma mistura de até dois solventes, com ou sem impurezas (orgânicas ou inorgânicas) dissolvidas. O destino para estes é a destilação fracionada, sendo como exemplo de solventes passíveis de recuperação a acetona, o metanol, o hexano, o acetato de etila, o etanol, o xileno e o dicloropentano.

Este é um método muito sustentável, já que além de reduzir a quantidade de resíduo através da recuperação, o solvente purificado pode retornar aos laboratórios para ser reutilizado.

Já os resíduos do Grupo 3 (Solventes Orgânicos Halogenados) são constituídos de uma mistura com mais de dois solventes orgânicos, sendo que pelo menos um destes solventes deve ser um:

- Organoclorado (clorofórmio, diclorometano, tetracloreto de carbono, entre outros);
- Benzeno;
- Organo-halogenado (bromofórmio, iodometano).

Nesta categoria também se incluem os resíduos contendo agrotóxicos e pesticidas, resíduos de quimioterápicos citostáticos, além dos resíduos com cloro inorgânico.

No caso deste grupo, o destino é a incineração, conforme mostrado na Tabela 6. Esta tem como objetivo reduzir o volume final dos resíduos, além de diminuir ou eliminar a periculosidades dos mesmos. Este tratamento é o único legal para os resíduos organoclorados e organofluorados, sendo as empresas licenciadas para tal atividade localizadas em São Paulo, Rio de Janeiro e Bahia. Como exemplo de tais pode-se citar a Essencis (Taboão da Serra – SP) e a Haztec (RJ). A responsabilidade legal desta atividade termina quando a empresa especializada emite o Certificado de Destruição (OLIVEIRA, G.V., 2015), desde que não haja produção de cinza/escória.

ii. IQ/USP

Para esta IES há um laboratório exclusivamente dedicado ao tratamento de resíduos químicos, denominado de Setor Técnico de Tratamento de Resíduos e Solventes (STRES). Em média são recuperados cerca de 3 toneladas de solventes por ano por este setor, que são devolvidos ao laboratório de origem. Além disso, aproximadamente a cada 4 meses, contrata-se uma empresa especializada e licenciada para transportar os resíduos, que não foram recuperados ou tratados, a uma incineradora a qual esta instituição tem autorização para enviar seus resíduos. (STRES, 2017). Os tratamentos utilizados neste setor a fim de recuperar os resíduos de solventes estão especificados na Tabela 8 a seguir.

Tabela 8 – Tratamentos efetuados para Recuperar Solventes – STRES (MARTINS, C.R. *et al.*, 2017).

Mistura	**Tratamento(s)**	**Solvente(s) recuperado(s)**
Acetonitrila e Água	Congelamento/destilação	Acetonitrila/Água (azeótropo)
	Secagem/destilação	Acetonitrila
Acetona e Etanol	Destilação	Acetona e Etanol
Acetato de Etila e Metanol	Lavagem com solução ácida/secagem/destilação	Acetato de Etila
Ciclo-Hexano e Metanol	Congelamento/decantação/destilação	Ciclo-Hexano e Metanol
Clorofórmio e Acetona	Lavagem com solução ácida/secagem/destilação	Clorofórmio
Clorofórmio e Metanol		Clorofórmio

Mistura	Tratamento(s)	Solvente(s) recuperado(s)
Diclorometano e Acetona	Lavagem com solução ácida/secagem/destilação	Diclorometano
Diclorometano e Metanol	Lavagem com solução ácida/secagem/destilação	Diclorometano
Etanol e Água	Destilação	Etanol
Hexanos e Acetato de Etila	Degradação química do acetato de etila/lavagem com água/secagem/destilação	Hexanos
	Biodegradação do acetato de etila/lavagem com água/secagem/destilação	
N-Hexano e Acetato de Etila	Degradação química do acetato de etila/lavagem com água/secagem/destilação	N-hexano
	Biodegradação do acetato de etila/lavagem com água/secagem/destilação	
Hexanos e Acetona	Lavagem com solução ácida/secagem/destilação	Hexanos
Hexanos e Diclorometano	Destilação	Hexanos e Diclorometano
Hexanos e Isopropanol	Lavagem com solução ácida/secagem/destilação	Hexanos
Metanol e Água	Destilação	Metanol
Tolueno e Acetona	Lavagem com solução ácida/secagem/destilação	Tolueno
Tolueno e Acetato de Etila	Destilação	Tolueno

Nota-se que só foi recuperado pela STRES misturas de até dois compostos, como ocorre na UFRGS, sendo que os componentes de difícil separação foram enviados para um incinerador industrial.

Um estudo recente feito para esta mesma IES comparou os Impactos Ambientais (IA) para estas duas formas de destino de solventes:

- Separação de componentes, por destilação, para reaproveitamento;
- Incineração completa da mistura.

Pesquisas sugerem que a primeira opção é mais vantajosa para recuperação de compostos cujo IA de produção seja alto, enquanto que a incineração serviria para misturas contendo componentes de baixo IA.

Já para esta IES foi utilizado o *software Ecosolvent®* a fim de avaliar os impactos de cada técnica, sendo este uma ferramenta pública e gratuita que compara modelos de inventários de ciclo de vida de destilação com os dos tratamentos térmicos dos mesmos, seja por incineração para produtos químicos perigosos como para a técnica de coprocessamento. Logo, a partir deste é possível, em um universo de 45 solventes orgânicos, estimar os IAs para destilação até de misturas quaternárias, em processos contínuos ou em bateladas, contendo ou não impurezas salinas ou metálicas. Este impacto é calculado subtraindo os efeitos nocivos ao ambiente dos não nocivos, sendo que na Tabela 9 a seguir é feito uma comparação destes efeitos para a técnica de destilação e incineração.

Tabela 9 – Impactos positivos e negativos para Destilação *versus* Incineração (MARTINS, C.R. *et al.*, 2017).

	Impactos Positivos	**Impactos Negativos**
Destilação	Esta operação, através da recuperação, dispensa a produção de novos solventes.	Pré-tratamentos; Consumos de energia nas destilações; Uso de materiais acessórios; Resíduos da destilação
Incineração	Geração de eletricidade e vapor, que pode substituir o uso dos combustíveis fósseis	Transporte dos solventes ao incinerador; Destruição dos solventes; emissões de CO_2.

Para a maioria dos casos estudas pelo STRES, a destilação para a recuperação de solventes mostrou-se menos impactante do que o processo de incineração, justificando o investimento em aparelhagens e mão de obra. No entanto, uma análise crítica feita para este estudo indicou que pode haver vantagem em incinerar, ao invés de destilar, caso a energia gerada possa ser reaproveitada em processos produtivos, e caso a incineradora se encontre próxima a fonte geradora. Vale ressaltar, porém, que a reciclagem energética ainda está em

fase inicial no Brasil. Junto a este fato se soma os aspectos legais e burocráticos relacionados a este tratamento térmico, indicando que a melhor escolha para as IES ainda é a recuperação dos solventes gerados.

3.8.2 Experiências nas Indústrias

Devido à rigidez das normas ambientais em relação ao correto gerenciamento de resíduos, grandes empresas têm mostrado interesse em tentar recuperar parte de seus resíduos, chegando até a contratar empresas especializadas neste segmento. Como vantagens têm-se a redução de riscos no manejo dos resíduos, além de economia na gestão dos mesmos.

Pode-se citar como exemplos de empresas que realizam a recuperação de solventes orgânicos a Multisolv, Resol, Karbio, Tecnoval Laminados, Grupo Exal, entre outras, conforme demonstrado na Figura 16.

Figura 16 – Empresas especializadas em Recuperação de Solventes.

Tais empresas devem obter junto ao órgão ambiental competente do seu estado autorização para praticar essa atividade, atendendo sempre as condições e restrições das licenças. O tópico a seguir retrata essas obrigações para uma licença concedia a empresa Multisolv Química Ltda (MULTISOLV, 2017b)

3.8.2.1 Condições e Restrições

i. Quanto ao Empreendimento

- Deve ser informado ao órgão ambiental a capacidade produtiva máxima do empreendimento, sendo o valor para esta empresa de 510 m^3 de solventes recuperados;
- Deve ser informado os produtos que a empresa estará autorizada a receber e processar, sendo as características dos solventes residuais aceitos por essa empresa descritos na Tabela 10 a seguir.

Tabela 10 – Aceitabilidade para solventes residuais - MultiSolv (MULTISOLV, 2017b).

Solventes Residuais	
Estado Físico	Líquido
Teor de Umidade	Inferior a 30%
Teor de Solventes Orgânicos Recuperáveis	Superior a 30%
Ponto de Ebulição	25 a 250°C
Densidade	Sem restrição
Cor	Sem restrição
Composição	Hidrocarbonetos (HC) aromáticos; HC alifáticos; HC halogenados, cetonas, ésteres, éteres, glicólicos, álcoois e outros; misturas líquidas com concentração inferior a 1% de benzeno.

- A empresa deve enviar mensalmente ao órgão competente um “Relatório de Processamento de Solventes”, onde deve constar, por exemplo, as seguintes informações:
    - Nome das empresas que enviam resíduos de solventes;
    - Caracterização de cada lote;
    - Quantidades brutas processadas;
    - Quantidade de solventes recuperados;
    - Quantidades de resíduo gerado no processo de destilação e sua destinação final;

- Qualquer alteração a ser realizada no empreendimento deverá ser informada previamente ao órgão ambiental a fim de obter o licenciamento;
- A empresa é responsável por manter as condições operacionais adequadas, respondendo por qualquer impacto ambiental em função da má operação do empreendimento;
- Caso haja o encerramento das atividades, a empresa deverá recuperar a área do empreendimento e apresentar ao órgão ambiental, pelo menos dois meses antes, o plano de desativação com levantamento do passivo e seu respectivo destino final, acompanhado de um cronograma executivo.

ii. Quanto aos Efluentes Líquidos

- É proibido o lançamento de efluentes líquidos industriais em corpos hídricos ou no solo, sem o prévio licenciamento do órgão ambiental;
- Tal efluente deverá ser armazenado em local adequado, com piso impermeabilizado, bacia de contenção e cobertura, até que o mesmo seja enviado para tratamento final adequado;
- A empresa deve enviar ao órgão ambiental, trimestralmente (janeiro; abril; julho; outubro) a relação com o volume de efluente gerado, sua origem, armazenamento e o destino final.

iii. Quanto às Emissões Atmosféricas

- Os níveis de ruído gerados durante a atividade industrial devem estar de acordo com a NBR 10.151 da ABNT;
- Os equipamentos utilizados na recuperação de solventes devem atender o padrão de emissão para os compostos orgânicos voláteis (VOCs) de 50 mg/Nm^3 calculado como Carbono Total.

iv. Quanto aos Resíduos Sólidos

- Os resíduos devem ser segregados, identificados, classificados e acondicionados para a armazenagem provisória na área do empreendimento, observando as NBR 12.235 e NBR 11.174, da ABNT, em conformidade com o tipo de resíduo, até posterior destinação final dos mesmos para local devidamente licenciado;

- A empresa deverá preencher e enviar ao órgão ambiental trimestralmente a "Planilha de Geração de Resíduos Sólidos", a fim de computar a totalidade dos resíduos sólidos gerados;
- A empresa deverá apresentar anualmente o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), devendo o mesmo conter no mínimo o conteúdo citado na Lei Federal n° 12.305/2010 que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, regulamentada pelo Decreto Federal n° 7404/2010;
- A empresa deverá verificar o licenciamento ambiental das empresas ou centrais para a qual seus resíduos serão encaminhados, uma vez que a destinação adequada é responsabilidade da fonte geradora, independente da contratação de serviços de terceiros;
- O transporte dos resíduos perigosos somente poderá ser realizado por veículos licenciados pelo órgão ambiental, devendo ser acompanhado do respectivo Manifesto de Resíduos.

v. Quanto às Áreas de Tancagem

- Todas as áreas de tancagem deverão ser impermeabilizadas e protegidas por bacias de contenção, conforme a NBR 17.505 da ABNT, a fim de evitar a contaminação da área por possíveis vazamentos.

vi. Quanto ao recebimento de resíduos para beneficiamento

- Os resíduos recebidos para processamento devem ser armazenados em local fechado, dotado de piso impermeabilizado e cobertura, em conformidade com as normas NBR 12.235 e NBR 11.174 para cada resíduo;
- A empresa deve preencher uma “Planilha de Recebimento de Resíduos”, descrevendo o tipo e quantidade de resíduos recebidos e informando a razão social e endereço dos fornecedores/geradores, e encaminhá-la ao órgão ambiental mensalmente, durante toda a validade da licença.

vii. Quanto aos Riscos Ambientais e Plano de Emergência

- As substâncias inflamáveis, tais como os solventes, deverão ser armazenadas conforme a NBR 17.505 da ABNT;

- O órgão ambiental deve ser informado em caso de acidentes ou incidentes com riscos de danos a pessoas e/ou ao meio ambiente;
- A empresa deverá manter atualizado o Alvará de Prevenção e Proteção contra Incêndio (APPCI) junto ao Corpo de Bombeiro Militar, sendo este com validade de um ano.

viii. Quanto à Publicidade da Licença

- A empresa deverá fixar em local de fácil visibilidade a placa para divulgação do licenciamento ambiental, devendo esta ser mantida durante todo o período de vigência da licença.

E para renovar esta licença, a empresa deve apresentar o requerimento solicitando a renovação da licença, cópia da licença vencida, PGRS atualizado, acompanhado da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional responsável, o formulário ILAI (Informação para Licenciamento de Atividades Industriais), além de comprovar o pagamento dos custos dos Serviços de Licenciamento Ambiental, sendo que este valor varia de acordo com o porte da empresa (mínimo, pequeno, médio, grande e excepcional) e do potencial poluidor (baixo, médio e alto).

Além disso, como os solventes são produtos perigosos e altamente inflamáveis, as mesmas devem se cadastrar e adquirir outros documentos, tais como (MULTISOLV, 2017c):

- Certificado de Licença de Funcionamento (CLF) pela Polícia Federal, autorizando a empresa a exercer atividades com produtos químicos sujeitos a controle e fiscalização;
- Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF-APP) junto ao IBAMA;
- Licença de Operação para transporte de resíduos classe 1, conforme NBR 10.004 e NBR 13.221, da ABNT, sendo que tal documento impõe, por exemplo, que os veículos do empreendimento deverão estar com a simbologia e documentação conforme o Decreto n° 96.044/1988, além de terem motoristas habilitados para o transporte de produtos e/ou resíduos perigosos.

E é importante que as mesmas tenham um certificado de registro, a fim de operar um SGA em conformidade com os requisitos da norma ISO 14001:2015, com o propósito de preservar o meio ambiente contra os efeitos nocivos causados por tais atividades.

3.8.2.2 Etapas Gerador *versus* Empresas

A primeira etapa consiste no contato do gerador com a empresa especializada. Uma amostra é enviada para análise em laboratórios que determinam se é possível ou não recuperar o solvente orgânico, emitindo assim um laudo técnico do resíduo a ser recuperado.

Caso seja possível a recuperação, há uma negociação do solicitante com a empresa para aprovação do orçamento final.

Na etapa de recuperação as empresas devem seguir todas as normas técnicas de qualidade, saúde ocupacional e meio ambiente, a fim de que todo processo ocorra de forma segura.

A técnica utilizada pelas empresas é a destilação, onde os resíduos de solventes são aquecidos até a temperatura de ebulição. O material recuperado pode ser então reutilizado, após passar por um processo de reestabilização e rebalanceamento (MULTISOLV, 2017d).

No final o material recuperado é enviado ao solicitante junto com um Certificado de Reciclagem de Solventes, atendendo as especificações originais do produto, podendo assim ser reutilizado nas atividades em substituição ao produto novo.

Os rejeitos do processo são encaminhados para incineração ou coprocessamento em fornos de indústrias de cimento, sendo que neste caso os mesmos são aproveitados como combustível na geração de energia térmica.

O processo de recuperação termina sem haver nenhuma sobra na atividade, fechando assim o ciclo deste tipo de resíduo em sua cadeia produtiva.

Como os solventes orgânicos são extremamente voláteis, há empresas que ainda conseguem recuperar esses vapores por meio de um sistema de recuperação de solventes de carvão ativado, como é o caso da empresa Carbot Corporation.

4. METODOLOGIA

O primeiro passo para a elaboração deste estudo foi analisar a relevância do tema de gerenciamento de resíduos, identificando falhas ou questões pouco analisadas em outros estudos.

Após esta análise preliminar, o segundo passo a fim de implementar um PGR foi analisar se o local onde a Central irá atuar, no caso dentro do Laboratório de Desenvolvimento e Otimização de Processos Orgânicos (DOPOLAB), apresenta uma estrutura adequada para realizar tal atividade, conforme mencionado na Revisão Bibliográfica, uma vez que durante a operação do programa, tanto o ser humano como o meio ambiente, ficam expostos a diferentes tipos de riscos, tais como físicos, químicos, ergonômicos, biológicos e de acidentes.

Neste contexto, foi importante a elaboração de um Mapa de Risco para o laboratório DOPOLAB, que é uma ferramenta utilizada no setor de segurança a fim de proteger seus funcionários, já que mostra visivelmente os riscos do ambiente, permitindo assim, fazer um diagnóstico da situação e determinar medidas de prevenção, de acordo com o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) da NR-9.

- DOPOLAB

O Laboratório DOPOLAB, representado na Figura 17, é um laboratório de análises químicas que envolve a realização de experimentos e a otimização de processos, aplicados a processos orgânicos e petroquímicos, com foco na caracterização das frações pesadas do petróleo e em desenvolvimento analítico (DOPOLAB, 2017).

Desde 2003, o laboratório atua em pesquisa e desenvolvimento oferecendo suporte técnico a Petrobras e a outras empresas, sendo que em virtude dos seus valores e pela constante busca pela sustentabilidade ambiental, o mesmo servirá de local para a recuperação dos solventes orgânicos do presente trabalho.

Figura 17 – Instalações do Laboratório DOPOLAB (DOPOLAB, 2017).

Depois, o próximo passo foi descrever qual será a estrutura do Sistema de Gestão Integrado (SGI) que deverá ser seguida com o objetivo de ter êxito na implementação deste programa, para que a Central DOPOLAB/ReSolve possa recuperar resíduos perigosos, tais como os solventes orgânicos. Tal sistema busca a integração das normas de gestão dos processos de Qualidade (ISO 9001), Meio Ambiente (ISO 14001), Segurança e Saúde Ocupacional (ISO 45000) e Responsabilidade Social (ISO 16001), sendo as etapas do mesmo explicitadas na Figura 18.

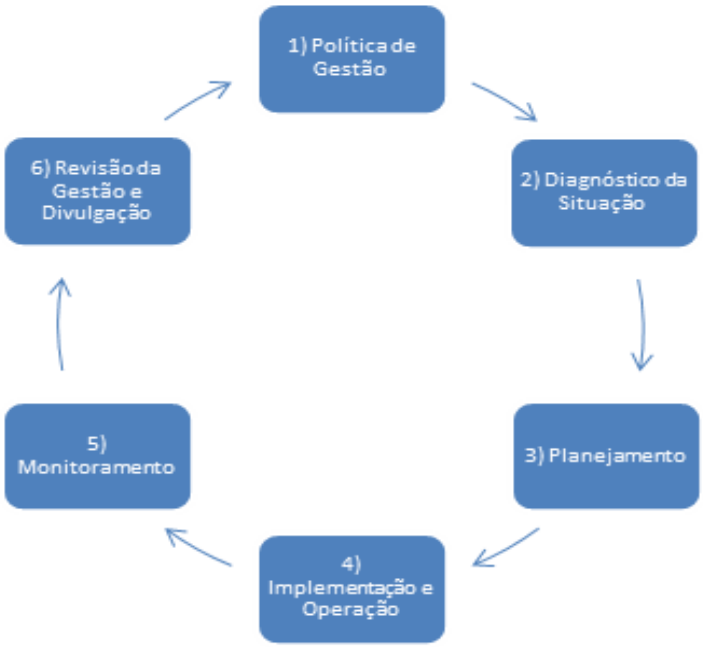


Figura 18 – Fluxograma para implementação de um SGI (Adaptado de GARCIA, R.L., 2003).

4.1 Política de Gestão

Nesta etapa do SGI definiu-se a Missão, a Visão e os Valores do empreendimento, sendo a missão a razão de sua existência, a visão, a imagem que se tem do futuro da organização e os valores, os princípios que servirão como guia para as atitudes e decisões de todos durante as atividades.

Além disso, foi criado neste estágio um logotipo que irá representar a Central DOPOLAB/**ReSolve**. Para a criação do mesmo foi levado em conta a finalidade do empreendimento de **ReSolve**r a questão dos resíduos de solventes orgânicos dos laboratórios da Escola de Química da UFRJ, minimizando a geração, através da **Re**cuperação dos **Solve**ntes.

4.2 Diagnóstico da Situação

O principal objetivo nesta etapa do PGR, utilizando como guia a estrutura de um SGI, foi identificar as fontes geradoras dos resíduos de interesse, além de especificar, tanto qualitativamente como quantitativamente, estes resíduos, já que não se pode gerenciar o que não é conhecido.

A fim de atingir tal objetivo foi feito um reconhecimento de todos os laboratórios da Escola de Química/EQ, sendo esta etapa realizada através do contato online (e-mail) com todos os docentes listados no site da escola.

Após este primeiro contato, cada professor foi questionado sobre seus resíduos, e se os mesmos trabalhavam com algum tipo de solvente orgânico, restringindo assim, os laboratórios de interesse do trabalho.

Em seguida, realizou-se visitas a estes laboratórios, sendo as mesmas agendadas previamente com os responsáveis por cada laboratório, onde foi feito uma entrevista por meio de um questionário com professores, técnicos, pesquisadores ou alunos, salvo alguns casos em que o questionário foi respondido via e-mail.

4.2.1 Questionário

Um dos instrumentos de coleta de dados mais comuns é o questionário, sendo este o escolhido para obtenção de informações dos laboratórios da Escola de Química/EQ.

No caso deste projeto, o maior interesse na coleta de dados foi descobrir se os laboratórios gerenciavam corretamente seus resíduos, quais eram os resíduos de solventes orgânicos gerados com suas respectivas quantidades, além do destino que cada laboratório dava para os mesmos.

Para a formulação deste questionário (vide Anexo A), composto de 22 questões abertas e fechadas, foi utilizado como referência trabalhos elaborados na Universidade Federal de São Carlos (SAQUETO, K.C., 2010; SASSIOTTO, M.L.P., 2005), sendo o mesmo aplicado no período de Dezembro/2016 a Fevereiro/2017.

4.3 Planejamento

- Estratégico

Nesta etapa, a nível estratégico, foi necessário definir os objetivos e metas do plano, além de analisar o cenário, identificando os pontos fortes e fracos do ambiente interno, e as oportunidades e ameaças do ambiente externo (SEBRAE, 2017), sendo que para tal é utilizado a ferramenta SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) ou FOFA (Força, Oportunidade, Fraqueza e Ameaça), demostrada na Figura 19.

Figura 19 – Ferramenta de Análise SWOT ou FOFA.

Os objetivos são direcionamentos gerais aos quais o PGR deverá estar vinculado, enquanto que as metas devem ser numéricas e temporais (SEBRAE, 2006).

- Tático e Operacional

Nesta etapa, a nível tático e operacional, foi necessário determinar todos os estágios que deveriam ser seguidos em um PGR, além das condições e restrições necessárias para atingir os objetivos e metas definidos no planejamento estratégico (CHIAVENATO, I., 2005).

Foi realizado então um levantamento bibliográfico a fim de obter os dados sobre as etapas de um correto gerenciamento de resíduos químicos, experiências em outras instituições e seus principais problemas, além da legislação aplicada para as indústrias químicas e de todos os requisitos legais aos quais o plano estará subordinado.

4.4 Implementação e Operação

Após a etapa de Planejamento, onde foi definido os objetivos e metas do plano, além das condições e restrições para atingir os mesmos, começou-se a fase de implementação e operação da atividade.

Foi importante nesta etapa detalhar as etapas que deverão ser seguidas, além de identificar os seus respectivos responsáveis.

Ademais foram elaborados Documentos de Registro, que têm a função de fornecer resultados ou evidências das atividades realizadas, além de Procedimentos, que descrevem de forma detalhada cada etapa do PGR.

4.5 Monitoramento

Nesta etapa, as atividades de interesse do empreendimento foram acompanhadas (SEBRAE, 2006), a fim de documentar todas as atividades do programa.

Para atingir tal objetivo foi elaborada uma planilha de controle, com a intenção de manter um histórico das atividades e de ter um registro de todas as transações entre o gerador e o receptor do resíduo, tais como são exigidos pelos órgãos ambientais para as empresas especializadas em recuperação através dos seguintes documentos:

- Planilha de Recebimento de Resíduos;
- Relatório de Processamento de Solventes;
- Planilha de Geração de Resíduos Sólidos/Efluentes/Rejeitos.

Além disso, caso o resíduo do programa seja um produto controlado, deve ser informado aos órgãos controladores sobre o destino dos mesmos, como é feito mensalmente pelas empresas de recuperação de solventes através do Programa Mapa da Polícia Federal.

4.6 Revisão da Gestão e Divulgação

Ao final do processo, foi preparado um documento para ser executado na etapa posterior a implementação da Central, a fim de identificar se os objetivos e as metas foram alcançados, com o propósito de sempre melhorar a gestão.

Tal documento servirá de auxílio para que os geradores possam dar um retorno sobre as atividades desenvolvidas.

Caso os resultados não sejam satisfatórios, deve-se revisar todo o sistema e atualizar os documentos de registro.

Além disso, sugere-se a divulgação dos resultados do programa a fim de incentivar outras unidades a gerenciarem corretamente seus resíduos, sendo importante também informar quais serão as vantagens e desvantagens do programa.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através de um levantamento bibliográfico por bases de dados, tais como *Scopus*, *ScienceDirect*, Portal de Periódicos CAPES/MEC e Google, utilizando como palavra chave o "Gerenciamento de Resíduos Químicos" (*Chemical Waste Management*) pode-se notar que o número de publicações referentes a este assunto vem aumentando continuamente ao longo dos anos, conforme mostrado na Figura 20, mostrando o quão preocupadas as pessoas estão em relação a quantidade, destino e os impactos que seus resíduos causam ao meio ambiente.

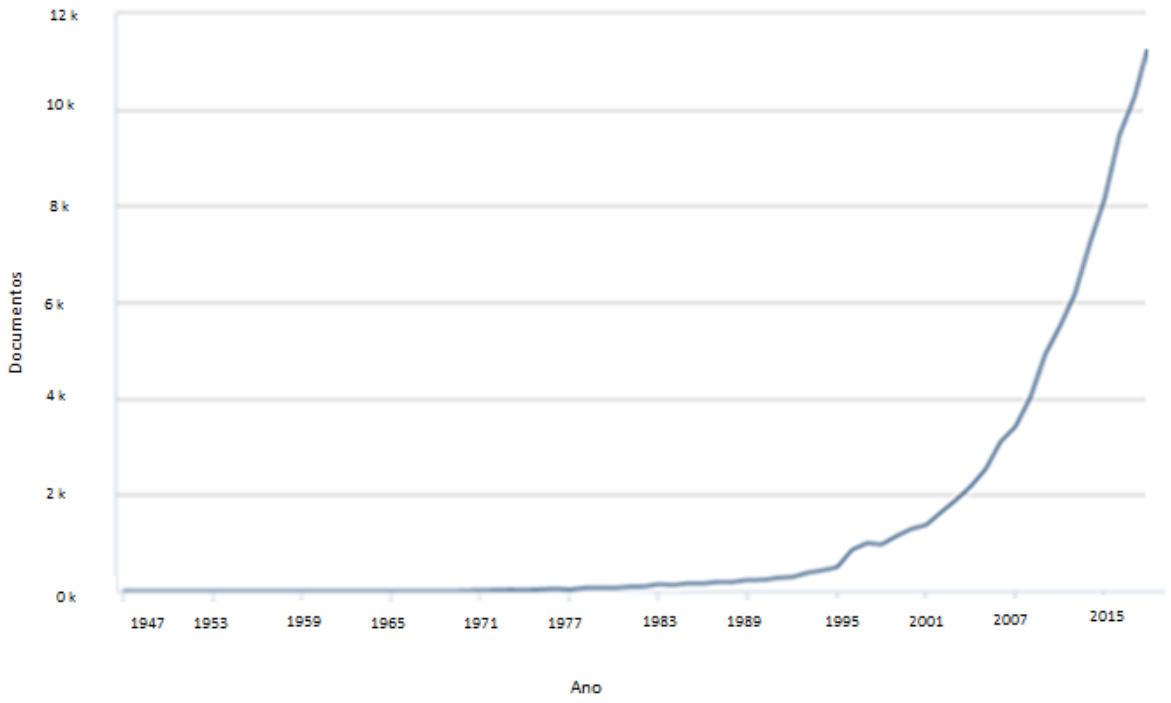


Figura 20 – Documentos/ano publicados sobre o Gerenciamento de Resíduos Químicos (Adaptado de Scopus, 2017).

Desses estudos, os países precursores foram os Estados Unidos e a China, sendo a posição do Brasil a oitava, conforme mostrado na Figura 21. Isto mostra que estamos progredindo bem em relação a este termo, no entanto, há ainda alguns tópicos que merecem destaque, tais como a negligência do poder público em relação ao licenciamento deste gerenciamento nas IES, fato este que justificou a elaboração desse estudo. Além disso, conforme mencionado pelo presidente da ABETRE, no Brasil ainda carecerem sistemas de controle e fiscalização até para o sistema produtivo, embora o mesmo confirme o avanço alcançado nesse setor pela PNRS (Revista EXAME, 2016a).

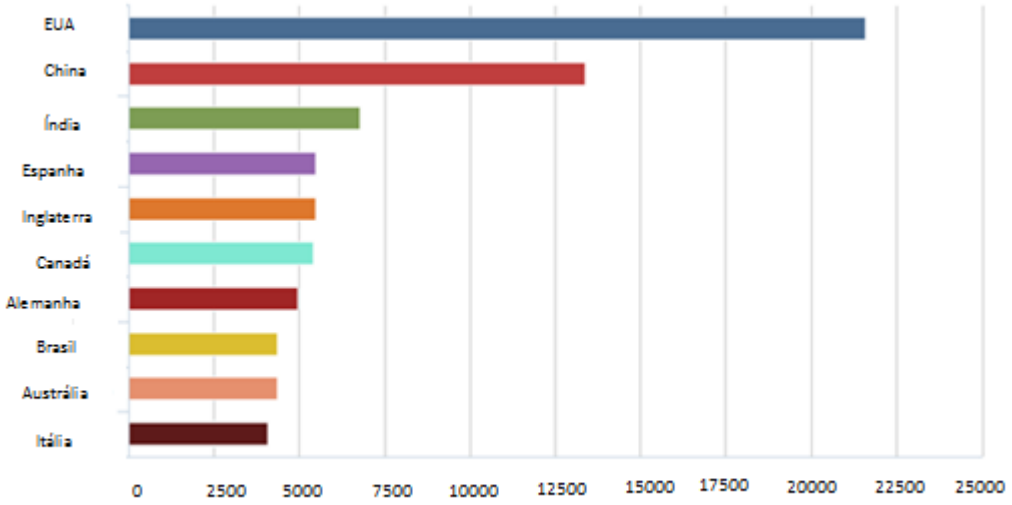


Figura 21 – Documentos publicados por país (Adaptado de Scopus, 2017).

Após esta análise foram realizadas visitas ao laboratório onde a Central irá atuar, a fim de averiguar a estrutura do local, sendo que foi notado que o DOPOLAB possui um grande cuidado e preocupação com questões de segurança. Além de utilizar métodos de análises de risco, ele implementa as medidas recomendadas de prevenção e mitigadoras, a fim de evitar os acidentes, sendo o Mapa de Risco elaborado para o mesmo representado no Anexo D.

Depois desta análise, o tópico subsequente apresenta as etapas para o desenvolvimento de um SGI para a Central DOPOLAB/ReSolve.

5.1 Política de Gestão – DOPOLAB/ReSolve

Conforme mencionado no capítulo de Metodologia, a primeira etapa a ser seguida na elaboração de um SGI é definir qual será a política de gestão que será adotada pelo empreendimento. A Figura 22 representa então qual será a missão, a visão e os valores adotados pela Central.

DOPOLAB
ReSolve
Recuperação de Solventes

MISSÃO

A missão da Central de tratamento DOPOLAB/Resolve é minimizar os rejeitos gerados, recuperar e viabilizar o reuso de solventes orgânicos da Escola de Química/EQ.

VISÃO

Ser considerada na EQ, além de outros raios de atuação, num prazo de 5 anos, referência pela sua qualidade na minimização de rejeitos através da recuperação de solventes orgânicos com elevado grau de pureza.

VALORES

A Central preza como valores a ética, o trabalho em equipe, a qualidade, a satisfação dos parceiros, além da contribuição para o desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável.

Figura 22 – Política de Gestão DOPOLAB/ReSolve.

A filosofia para a criação desta Central é baseado nos ensinamentos do químico francês Frances Antoine Lavosier, reconhecido por ter enunciado o Princípio da Conservação da Matéria ("Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma!"). Através do mesmo percebemos que o resíduo não deve ser definido como lixo, e sim como algo que normalmente pode se transformar em matéria-prima novamente, quando corretamente gerenciado, reduzindo assim a necessidade de compra de novos reagentes, e consequentemente dos impactos ambientais.

5.2 Diagnóstico da Situação

Após definir a política de gestão que será adotada pela Central, a próxima etapa é estudar o local de interesse do raio de atuação, a fim de definir possíveis clientes com seus respectivos resíduos.

5.2.1 Sistematização dos Dados

A partir do organograma simplificado da Escola de Química da UFRJ, que é dividida em quatro departamentos, pode-se identificar o posicionamento da Central dentro deste contexto, conforme representado na Figura 23:

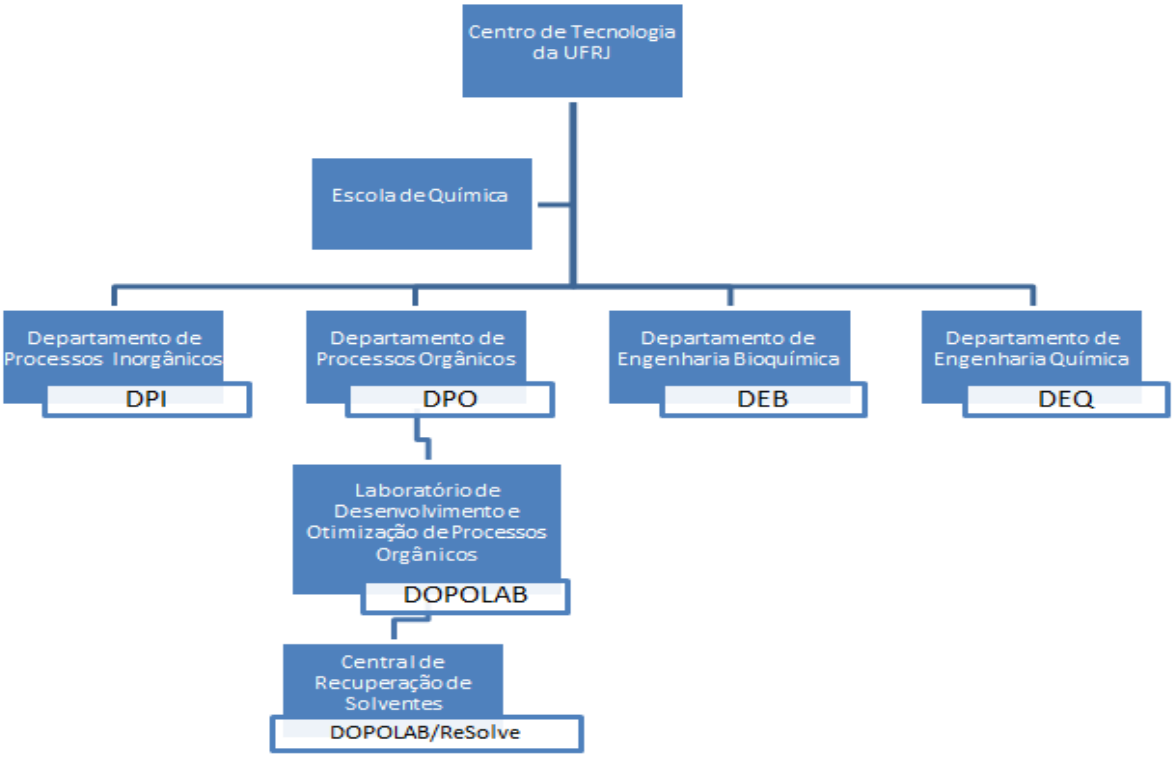


Figura 23 – Organograma Simplificado da Escola de Química – UFRJ, ressaltando o posicionamento da Central no contexto geral (Elaboração Própria).

Além disso, a partir das informações coletadas foram identificados 12 laboratórios com chance de se tornarem parceiros e com interesse em participar deste projeto, do total de 35 laboratórios da Escola de Química (MONTEIRO, V.F.M., 2015). Deve-se ressaltar que desse total de 35 laboratórios existentes apenas 71% (25/35) se declaram geradores de resíduos (MONTEIRO, V.F.M., 2015). Logo, os laboratórios participantes deste trabalho representaram 48% dos laboratórios geradores de resíduos da EQ (12/25).

A representatividade desses laboratórios[2], por departamento, que responderam ao questionário conduzido nesta dissertação e que trabalham com solventes orgânicos, está representada na Figura 24 a seguir.

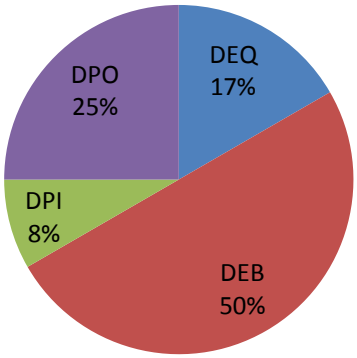


Figura 24 – Porcentagem dos Laboratórios da EQ que trabalham com solventes orgânicos.
[2] Dados obtidos em relação aos professores que retornaram o contato.

Pode-se perceber que o Departamento de Engenharia Bioquímica (DEB) é o que possui um maior número de laboratórios geradores de solventes orgânicos, tendo assim grande potencial de se tornarem parceiros nesta empreitada.

5.2.2 Resíduos

A Tabela 11 a seguir representa os principais resíduos (solventes orgânicos) gerados nos 12 laboratórios participantes, sendo que em alguns casos não foi possível informar a quantidade gerada por mês, já que vários projetos foram cancelados devido à falta de orçamento. Vale ainda ressaltar que apesar do Laboratório 11 trabalhar com solventes orgânicos, tais como acetona e clorofórmio, o mesmo gera apenas resíduos inorgânicos em quantidades significativas.

Tabela 11 – Resíduos: Solventes Orgânicos.

	Resíduos	**Quantidade (mês)**
Laboratório 1	Acetona	2-3 Litros
	DMSO (Dimetilsulfóxido)	1 Litro
	Tolueno	1 Litro
Laboratório 2	Acetona	5 Litros
Laboratório 3	Orgânicos (Tolueno, Hexano, Heptano, Ciclohexano, etanol, pentano)	20 Litros
Laboratório 4	Etanol	-
	Metanol	-
Laboratório 5	DNS (Ácido 3,5 - Dinitro-Salicílico)	-
Laboratório 6	Acetona	0,8 Litros
	Etanol	3,3 Litros
	Metanol	Gera muito pouco
	Organoclorados (Clorofórmio)	-
Laboratório 7	Hexano	Depende da Prática
Laboratório 8	Éter Etílico / Éter de Petróleo	-
Laboratório 9	Etanol	4 Litros
	Acetonitrila	4 Litros
Laboratório 10	Solventes não Halogenados	3 Litros
	Solventes Halogenados	1 Litro
Laboratório 11	-	-
DOPOLAB	n-Heptano	30 Litros
	Tolueno	10 Litros
	Acetona	10 Litros
	Hexano	3 Litros
	Solventes não halogenados diversos (Titulação)	2 Litros

5.2.3 Gerenciamento de Resíduos

Através do questionário pode-se concluir que dos laboratórios visitados apenas 3 possuem um Programa de Gerenciamento de Resíduos (PGR). No entanto, apesar da maioria não seguir corretamente um PGR, os mesmos procuram de alguma forma administrar seus resíduos, conforme mostrado na Figura 25.

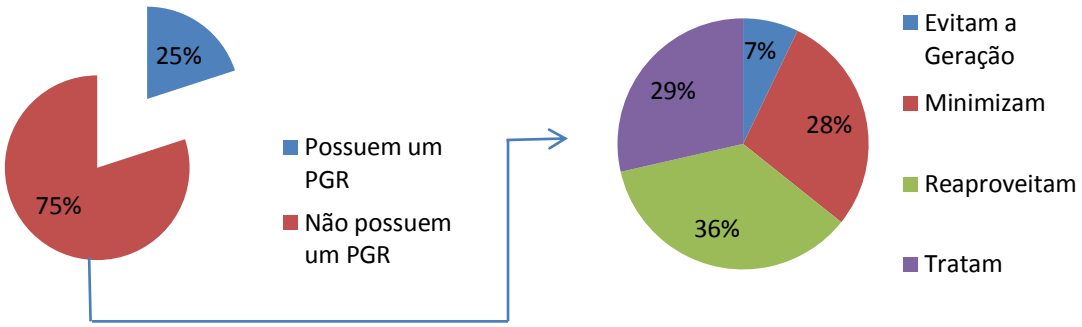


Figura 25 – Porcentagem dos Laboratórios da EQ que possuem um PGR, além do método de gestão dos que não possuem.

Em relação à segregação de resíduos, apenas três laboratórios informaram não segregar corretamente. Já em relação à identificação, todos informaram pelo questionário que rotulam os recipientes de resíduos corretamente. Porém, durante a visita aos laboratórios, foi notado que a maioria apenas coloca um papel escrito "Descarte/Rejeito/Lixo", enquanto que outros informam, pelo menos, a composição do recipiente, como mostrado na Figura 26. No entanto, ambas as formas não estão corretas, já que faltam informações como o nome do responsável pelo preenchimento, diagrama de *Hommel*, volume ou massa aproximada, concentração, características do resíduo, além da data do início e término da coleta.

Figura 26 – Rótulos Incompletos de Resíduos Laboratoriais.

A correta rotulagem é importante, pois quanto mais especificada for a identificação dos resíduos, mais fácil será a escolha das etapas posteriores do gerenciamento, tais como a etapa de tratamento e recuperação, já que saberemos exatamente o conteúdo do frasco. Além disso, informando os riscos no recipiente com o diagrama de *Hommel*, por exemplo, tornamos o manuseio do mesmo mais seguro e eficiente.

Estes resíduos são acondicionados em frascos de vidros, conforme mostrado na Figura 27, sendo o mesmo muitas vezes reaproveitado de reagentes, ou em bombonas plásticas, quando o volume a ser acondicionado é maior.

Figura 27 – Acondicionamento dos Resíduos.

Com exceção de um laboratório, todos ou outros armazenam produtos sem identificação ou com prazo de validade vencido, sendo o tempo de estoque em alguns casos, chegando a mais de 5 anos.

Já em relação ao armazenamento, a maioria não possui um local adequado, estocando os resíduos no próprio laboratório, em cima/embaixo da pia, no chão ou em armários. Notou-se que não há uma preocupação com possíveis acidentes, tais como vazamento e quebra de recipientes, uma vez que poucas são as que possuem bacias de contenção de produtos químicos. Há ainda os que armazenam seus resíduos fora do laboratório, tendo um local específico para tal função.

O destino destes resíduos nestes laboratórios está especificado na Figura 28 a seguir, sendo a maioria enviada para empresas especializadas.

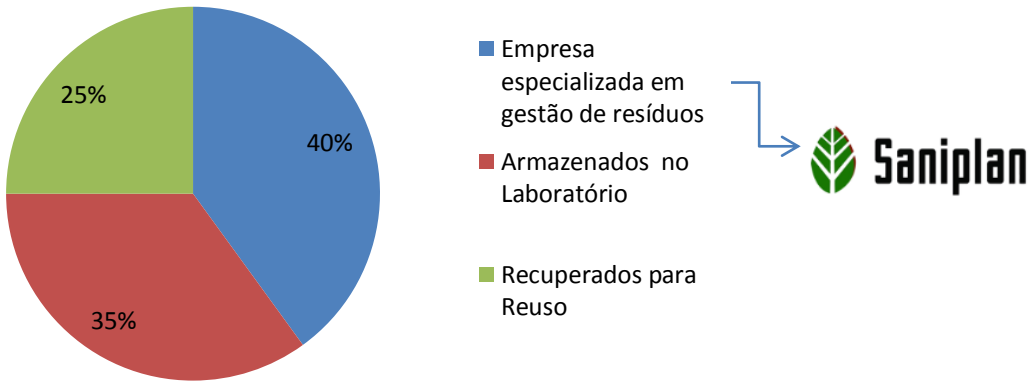


Figura 28 – Destino Final dos Resíduos de Solventes.

A empresa responsável pelo gerenciamento dos resíduos citada em todos os laboratórios foi a Saniplan, já que há um convênio entre a UFRJ e a mesma, sendo a quantidade enviada, periodicidade e o custo de todo o processo (transporte + gerenciamento) muito variáveis para cada laboratório. Neste caso os resíduos são armazenados temporariamente até atingirem uma quantidade adequada para envio. Já os resíduos que são recuperados, passam por um processo de destilação para que possam ser reutilizados.

Através deste levantamento, pode-se perceber que com exceção do resíduo de clorofórmio gerado pelo Laboratório 6 e dos Halogenados gerados pelo Laboratório 10, todos os outros são passíveis de recuperação. No entanto, vale ressaltar que esta recuperação só será possível se os mesmos estiverem corretamente segregados.

Então, após este estudo do diagnóstico da situação dos solventes orgânicos na Escola de Química/EQ, comprovando sua viabilidade de recuperação, a próxima etapa é planejar e descrever a atividade.

5.3 Planejamento

- Estratégico

A Central de tratamento no DOPOLAB foi desenvolvida com o objetivo de minimizar o descarte de resíduos perigosos da Escola de Química/EQ, além de economizar na compra de novos produtos, tendo como meta a recuperação de pelo menos 70% dos resíduos contendo solventes orgânicos que forem encaminhados a Central.

A Tabela 12 a seguir apresenta o diagnóstico feito para a Central utilizando a ferramenta de análise SWOT ou FOFA.

Tabela 12 – Análise SWOT – DOPOLAB/ReSolve.

	Pontos Fortes	**Pontos Fracos**
Ambiente Interno	• Estudos preliminares já consolidados mostram uma grande viabilidade deste projeto, chegando em um dos casos a quase 90% de eficiência de recuperação, além da elevada pureza alcançada; • Profissionais qualificados de nível superior para desenvolvimento da atividade; • Espaço físico suficiente para atender e armazenar os resíduos dos laboratórios da EQ, e futuramente de outros centros na UFRJ; • Ambiente adequado e dentro de padrões de SMS.	• Mão de obra de nível técnica para efetuar os procedimentos já otimizados; • Capacidade produtiva limitada a equipamentos para uso de balões de 1 L; • h/h (homem-hora)elevado frente a limitação da capacidade da unidade de destilação em funcionamento.
	Oportunidades	**Ameaças**
Ambiente Externo	• Não existência de uma Central de recuperação de solventes orgânicos na Escola de Química; • Existência de laboratórios com potencialidade em se tornarem parceiros; • Crescimento no incentivo de atividades de proteção do meio ambiente; • Experiências positivas observadas em outras IES.	• Ausência de uma legislação específica para pequenos geradores, tais como as IES; • Dificuldades de viabilizar as parcerias com os geradores; • Dificuldades financeiras impostas por situação governamental; • Rejeitos complexos não segregados corretamente.

- Tático e Operacional

Através de um levantamento bibliográfico pode-se perceber que um PGR eficaz deve seguir os seguintes estágios:

  - Levantamento dos Passivos e Ativos;
  - Segregação;
  - Identificação (Rotulagem);
  - Acondicionamento;
  - Armazenamento;
  - Reaproveitamento;
  - Tratamento;
  - Descarte e Disposição Final.

Sendo que na etapa de reaproveitamento, por exemplo, nota-se pela literatura que quando um resíduo não é corretamente segregado, as taxas de recuperação alcançadas são inferiores ou não são viáveis. Logo, percebe-se o quão é importante uma correta segregação para que este programa atinja seus objetivos e metas, devendo esta e outras etapas do PGR serem muito bem assimiladas por todos. Para tal, devem ser realizados treinamentos de tempos em tempos, a fim de que todos estejam sempre atualizados com os aspectos ambientais de suas atividades.

O conteúdo mínimo de um treinamento de um PGR deve incluir os seguintes tópicos (SEBRAE, 2006):

- Instruções de uso dos Equipamentos de Proteção, tanto individual (EPI) como coletiva (EPC);
- Orientação quanto à correta execução de tarefas, tais como, manuseio, segregação, acondicionamento, armazenamento e transporte;
- Informações sobre os possíveis riscos, tanto à saúde como para o ambiente, oferecidos pelos resíduos;
- Procedimentos de emergência em caso de acidentes.

Além disso, através da legislação ambiental, pode-se perceber que a mesma não inclui pequenos geradores de resíduos, tais como as IES. Porém, ainda assim, foi possível propor um PGRS para o DOPOLAB/ReSolve com base no conteúdo mínimo estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), além de definir as condições e restrições a fim de que a Central DOPOLAB/ReSolve consiga alcanças seus objetivos, sendo estas descritas no tópico a seguir:

5.3.1 Restrições e Condições para a Central DOPOLAB/ReSolve

i. A Tabela 13 a seguir foi adaptada de uma licença concedida a empresa de reciclagem de solventes Multisolv Química Ltda, determinando quais solventes serão aceitos pela Central, já que o sucesso deste programa depende principalmente da correta segregação dos resíduos pelo gerador.

Tabela 13 – Aceitabilidade para solventes residuais – DOPOLAB/ReSolve (Adaptado de MULTISOLV, 2017b).

Solventes Residuais	
Estado Físico	Líquido
Teor de Umidade	Inferior a 30%
Teor de Solventes Orgânicos Recuperáveis	Superior a 30%
Ponto de Ebulição	50° a 200°C
Densidade	Sem restrição
Cor	Sem restrição
Composição	- Solventes orgânicos não Halogenados e misturas do mesmo preferencialmente com até dois compostos. - Misturas ternárias só serão aceitas se for viável a sua recuperação.

ii. Resíduos não passíveis de tratamento, devido, por exemplo, a não correta segregação e identificação, serão encaminhados novamente ao laboratório gerador.

iii. Parte do que for recuperado no processo deverá retornar ao laboratório gerador, enquanto que a outra parte será doada para a realização das práticas laboratoriais na graduação e pós-graduação, salvo os solventes que não tenham aplicabilidade nestes

locais. Este valor será acordado individualmente caso a caso, já que pode haver situações em que a Central receba resíduos devidamente segregados, e com isso possa alcançar bons resultados de recuperação, e há casos em que essa recuperação não será tão eficiente. Além disso, os rejeitos no final do processo serão encaminhados novamente ao laboratório gerador.

5.4 Implementação e Operação do PGR – DOPOLAB/ReSolve

A seguir estão explicitadas todas as etapas deste programa, sendo seus respectivos responsáveis evidenciados na Tabela 14.

Foram ainda elaborados documentos (Formulário para coleta de resíduos; Rótulo de resíduos; Termo de Ciência; Documento de Devolução; Certificado de Destinação; Índice de Qualidade das Atividades Executadas) e procedimentos de gerenciamento de resíduos, sob responsabilidade do gerador, além de adaptar a realidade da universidade, documentos exigidos legalmente para os grandes geradores, tais como o Manifesto de Resíduos.

5.4.1 Etapas

a) Envio do "Formulário para Coleta de Resíduos" do laboratório gerador ao DOPOLAB;

A primeira etapa do PGR consiste no contato (e-mail) do laboratório gerador com a Central DOPOLAB/ReSolve, informando o interesse da mesma em recuperar seus resíduos, além de anexar o Formulário para Coleta de Resíduos preenchido, conforme demostrado a na Figura 29 a seguir.

DOPOLAB ReSolve

FORMULÁRIO PARA A COLETA DE RESÍDUOS

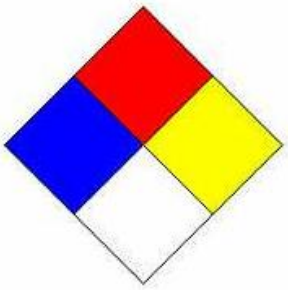
Documento de Registro (DR-01)	**Data: ___/___/___**	**Revisão: 00**	
Laboratório/Departamento:			
Responsável(is) pelo Laboratório:			
Telefone:	**e-mail:**		
Resíduo (Composição)	**Tipo de Acondicionamento**	**Volume do(s) Frasco(s)**	**Quantidade de Frascos**
Observações:			

Figura 29 – Formulário para coleta de Resíduos - DOPOLAB/ReSolve.

Após analisado o pedido, a Central irá responder o e-mail marcando a data e horário de entrega do material, além de enviar em anexo o modelo de rótulo de resíduos, conforme mostrado na Figura 30, e os procedimentos de gerenciamento (Anexo B).

RÓTULO DE RESÍDUOS

Procedimento (P-02)	**Data: ___/___/___**	**Revisão: 00**

DOPOLAB ReSolve  **Data de Coleta:** **Início: ___/___/___** **Término: ___/___/___**	**Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ** **Escola de Química (EQ)** **RESÍDUO PERIGOSO** **Laboratório Gerador do Resíduo/Departamento:** **Responsável pelo preenchimento:** **Composição do Resíduo:**

Volume ou massa aproximada:_____	**( ) Solvente Orgânico Halogenado** **( ) Solvente Orgânico não Halogenado** **( ) Compostos Inorgânicos** **( ) Soluções contendo Metais** **( ) Outros Compostos**

CUIDADO: Não ultrapassar ¾ do volume do Frasco.

Figura 30 – Rótulo de Resíduos - DOPOLAB/ReSolve.

b) Rotulagem *in situ* dos frascos;

O laboratório gerador deve rotular o recipiente contendo o resíduo de acordo com o modelo encaminhado pela Central.

c) Acondicionamento e Armazenamento temporário dos resíduos;

O laboratório gerador deve acondicionar e armazenar os resíduos seguindo os procedimentos encaminhados pela Central (Anexo B).

Tais procedimentos de gerenciamento do programa foram elaborados com base na norma NR01/UGR, elaborada para o PGR da UFSCar, sendo que a mesma teve como fundamentos (MACHADO, A.M.R.; SALVADOR, N.N.B., 2005):

- Norma da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10.004:2004, sobre classificação de resíduos sólidos;
- Resolução do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente Nº 357, de 17 de março de 2005, alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011;
- Procedimentos de segurança para manipulação de resíduos;
- Capacidade de processamento e tratamento de resíduos pela UGR - Unidade de Gestão de Resíduos da CEMA (Coordenadoria Especial para o Meio Ambiente da UFSCar).

Esta norma orienta os envolvidos no programa sobre a forma de segregar, identificar (rotulagem), acondicionar, armazenar, transportar, tratar, além de destinar e dispor os resíduos corretamente, a fim de que o PGR seja aplicado e eficaz.

Além deste fundamento foram seguidas as seguintes diretrizes legais para cada etapa do procedimento:

- NBR 12.235/1992 (Armazenamento de resíduos sólidos perigosos);
- NBR 14.725/2012 – Parte 3 (Produtos químicos - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente);
- NBR 13.221/2010 (Transporte terrestre de resíduos).

d) Transporte dos resíduos pelo laboratório gerador ao DOPOLAB;

O laboratório gerador deve entregar o material conforme data e horário previamente definidos, levando assinado e preenchido as duas vias do Termo de Ciência e do Manifesto de Resíduos (MR), conforme demostrado nas Figuras 31 e 32.

DOPOLAB ReSolve

TERMO DE CIÊNCIA

1ª Via/Gerador ( ) 2ª Via/Dopolab ( )

Documento de Registro (DR-02)	Data: ___/___/___	Revisão: 00

O Laboratório _____coordenado pelo Professor _____ está ciente que parte dos Solventes Recuperados pelo MR N°___ emitido em ___/___/___ será doada ao(s) laboratório(s) de graduação da Escola de Química/EQ, sendo os mesmos definidos no final do processo.

O mesmo também está a par da devolução dos resíduos, através do "Documento de Devolução", pelo não cumprimento dos procedimentos de responsabilidade exclusiva do laboratório gerador, além dos rejeitos não recuperáveis do processo.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 20____

DOPOLAB/ReSolve

_____

Responsável pelo Laboratório Gerador

_____

Erika Christina Ashton Nunes Chrisman

Figura 31 – Termo de Ciência - DOPOLAB/ReSolve.

DOPOLAB ReSolve

MANIFESTO DE RESÍDUOS (MR) **N°____**

1ª Via/Gerador ( ) 2ª Via/Dopolab ( )

Documento de Registro (DR-03)	**Data: ___/___/___**	**Revisão: 00**

Resíduo:	***Quantidade:*** **_____Litros/_____m^3**
Estado Físico: **( ) Sólido Semi-Sólido ( ) Líquido ( )**	***Acondicionamento:*** **( ) Frasco de Vidro de ___ Litros** **( ) Bombona de ___ Litros** **( )Outros:_____**

GERADOR	**Laboratório/Departamento:**	**___/___/___** **Data de Entrega**
	Responsável(is) pelo Laboratório:	
	Telefone: **E-mail:**	**_____** **Assinatura do Responsável**
	Responsável pela expedição do Resíduo:	

RECEPTOR	**Laboratório:** DOPOLAB/Resolve – CT2	**___/___/___** **Data do Recebimento**
	Responsável pelo Laboratório: Erika Christina Ashton N. Chrisman	
	Telefone: (21) 3622 - 3551 (21) 3622 - 3565 (Ramais: 219 ou 220) **Celular:** (21) 99967 - 3676 **E-mail:** dopolab@eq.ufrj.br /enunes@eq.ufrj.br	**_____** **Assinatura do Responsável**
	Responsável pelo recebimento do Resíduo:	

Figura 32 – Manifesto de Resíduos - DOPOLAB/ReSolve.

A Central deve receber o material e assinar também os documentos, sendo a primeira via do gerador e a segunda via da Central.

O MR deve ser arquivado por um período de 5 anos para ambos, conforme ocorre para os grandes geradores de resíduos.

e) Armazenamento adequado dos resíduos na Central DOPOLAB;

A Central deve armazenar corretamente os resíduos até a etapa de recuperação, sendo que a mesma possui uma sala própria para depósito de reagentes, além de gavetas de descarte.

Na sala os reagentes são mantidos em um local fresco, seco, bem ventilado e distante de fontes de calor e ignição, e cada produto é identificado e armazenado em uma gaveta com outros que sejam compatíveis com suas propriedades. Além disso, os reagentes são transportados com auxílio de um carrinho de trasporte específico.

Já as gavetas possuem um sistema de exaustão, são tratadas com Teflon e os produtos depositados nelas são identificados e armazenados em gavetas compatíveis. Além disso, essas gavetas dispõem de dique de contenção, caso haja um vazamento.

f) Análise para recuperação dos solventes orgânicos;

A Central deve fazer uma análise preliminar a fim de averiguar a veracidade da composição do resíduo informado pelo laboratório gerador através do “Formulário para a coleta de resíduos”. Para tal pode-se seguir alguns protocolos para a sua correta caracterização, conforme descrito na Tabela 3 da Revisão Bibliográfica.

Após verificar a viabilidade de reaproveitamento, o material passa por uma técnica de separação a fim de recuperar os solventes orgânicos dos resíduos, sendo o processo de Destilação utilizado pelo Laboratório DOPOLAB, conforme demostrado na Figura 33.

Figura 33 – Destilação de Solventes Orgânicos (DOPOLAB).

Em todas as etapas deste processo devem ser utilizados os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) necessários, tais como jalecos, luvas, óculos e calçados de proteção.

Vale ressaltar que os resíduos não passíveis de tratamento, devido, por exemplo, a não correta segregação e identificação, serão encaminhados novamente ao laboratório gerador, anexado ao Documento de Devolução, conforme demostrado na Figura 34.

DOCUMENTO DE DEVOLUÇÃO N°_____

1ª Via/Gerador ( ) 2ª Via/Dopolab ( )

Documento de Registro (DR-04)	**Data: ___/___/___**	**Revisão: 00**

DOPOLAB/ReSolve certifica a devolução dos resíduos encaminhado através do MR N°___ emitido em ___/___/___ devido a detecção dos seguintes fatores:

( ) Presença de Contaminantes que impossibilitam a recuperação

( ) Presença de substâncias não informadas no Formulário para a Coleta de Resíduos

( ) Rótulos preenchidos inadequadamente ou com informações incompletas

( ) Recipientes preenchidos ultrapassando a capacidade limite de ¾ do total

( ) Resíduos não segregados corretamente

( ) Outros:_____

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 20____

DOPOLAB/ReSolve

_____

Erika Christina Ashton Nunes Chrisman

Figura 34 – Documento de Devolução – DOPOLAB/ReSolve.

g) Retorno dos rejeitos e de parte dos solventes recuperados ao laboratório gerador;

Após a recuperação dos solventes químicos, os mesmos só estarão disponíveis para reutilização após a determinação do seu de grau de pureza, avaliado através da técnica de

cromatografia gasosa, além de estarem devidamente rotulados (ALBERGUINI, L.B. A. *et al*., 2003), conforme demonstrado na Figura 35.

DOPOLAB ReSolve	***Solvente Orgânico Recuperado*** **Data da Recuperação: ___/___/___** **Validade do Produto: ___/___/___** **Responsável pelo preenchimento:**
Composição:	
Especificações de Contaminates (%):	
Volume ou massa:	
Grau de Pureza:	
CUIDADOS:	

Figura 35 – Rótulo dos Solventes Orgânicos Recuperados.

Uma parte destes solventes irá retornar ao laboratório gerador junto com o Certificado de Destinação, conforme demostrado na Figura 36, sendo a validade da substância recuperada de 6 anos, conforme no frasco de reagente novo.

CERTIFICADO DE DESTINAÇÃO N°_____

1ª Via/Gerador ( ) 2ª Via/Dopolab ( )

Documento de Registro (DR-05)	**Data: ___/___/___**	**Revisão: 00**

DOPOLAB/ReSolve certifica a recuperação de _____ Litros/Kg de resíduos contendo _____ através do MR N°___ emitido em ___/___/___

____% dos resíduos recuperados irão retornar ao laboratório gerador, enquanto que os outros ____% serão doados ao(s) laboratório(s)_____ _____ da Escola de Química, localizada na Av. Horário Macedo, 2030 – Centro de Tecnologia – Cidade Universitária – Rio de Janeiro/RJ.

Os rejeitos do processo de recuperação, composto de _____ Litros/Kg de _____ serão encaminhados ao laboratório gerador.

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 20____

DOPOLAB/ReSolve

_____
Erika Christina Ashton Nunes Chrisman

Figura 36 – Certificado de Destinação – DOPOLAB/ReSolve.

Em contato com outras IES (via e-mail), foi informado que estes produtos não chegam a precisar de prazo de validade, uma vez que os solventes recuperados são utilizados logo em seguida. Porém, caso precisem avaliar a mesma, é feito uma cromatografia com uma amostra a fim de analisar sua pureza.

Esta validade é ainda questionada por alguns autores, já que a mesma não deveria estar associada a datas, e sim a uma análise de controle que justificasse a perda das características físico-químicas dos reagentes (IMBROISI, D. *et al.*, 2006).

Além do produto recuperado, os rejeitos do processo também serão encaminhados de volta aos laboratórios geradores, sendo que estes devem ir buscar os mesmos na Central. Salvo os casos em que estes laboratórios concordarem em arcar com as despesas de destinação final. Nesses casos os rejeitos irão permanecer na Central até o dia do recolhimento por uma empresa especializada, evitando assim a circulação desnecessária de produtos perigosos pela EQ.

A seguir na Tabela 14 estão evidenciados os responsáveis por cada etapa deste programa.

Tabela 14 – Responsáveis por cada etapa do PGR.

Etapa	**Responsabilidade**
(a) Envio do "Formulário para Coleta de Resíduos" do laboratório gerador	Gerador
(b) Rotulagem in situ dos frascos	
(c) Acondicionamento e Armazenamento temporário dos resíduos	
(d) Transporte dos resíduos pelo laboratório gerador ao DOPOLAB	
(e) Armazenamento adequado dos resíduos na Central DOPOLAB	Central DOPOLAB/ReSolve
(f) Análise para recuperação dos solventes orgânicos	
(g) Retorno dos rejeitos e de parte dos solventes recuperados ao laboratório gerador	Central DOPOLAB/ReSolve + Gerador
Disposição Final dos rejeitos não recuperáveis	Gerador

Conforme demostrado na Tabela 14, os procedimentos (a), (b), (c) e (d), além da disposição final dos rejeitos, são de exclusiva responsabilidade do laboratório gerador (Responsabilidade Objetiva - Lei 6.938/81), sendo a Central DOPOLAB disponível para orientar os mesmos quanto à correta segregação, identificação (rótulos), acondicionamento e armazenamento. Já as etapas (e) e (f) são responsabilidades da Central de Tratamento

DOPOLAB. A etapa (g) é responsabilidade, tanto da Central como do laboratório gerador, uma vez que a Central deve rotular corretamente o material recuperado e o gerador deve ir buscar o mesmo.

5.5 Monitoramento

A fim de permitir a rastreabilidade de todas as transações da Central DOPOLAB ReSolve, foram elaboradas duas planilhas de controle, sendo uma voltada para a parte administrativa e outra para a parte técnica, conforme mostrado nas Tabela 15 e 16. As mesmas devem ser atualizadas sempre que um processo de recuperação tiver sido efetuado.

- Planilha de Controle Administrativa:

Nesta planilha devem ser evidenciadas informações sobre o gerador, a numeração dos documentos elaborados na etapa de planejamento, além de informar se o resíduo é um produto controlado, já que é muito importante se ter o controle destes produtos, devido sua periculosidade, danos que podem causar, tanto ao ser humano como para o meio ambiente, além de resguardar a EQ/UFRJ sobre futuros questionamentos dos órgãos de controle sobre o destino dos mesmos.

Em relação a estes produtos, foi feito um contato (via e-mail) para alguns dos laboratórios de IES no Brasil que gerenciam seus resíduos ou efetuam este processo de recuperação de solventes, sendo que um informou que os produtos recuperados pelo mesmo não são computados para controle junto a Polícia Federal, uma vez que o laboratório que o utilizou já deu baixa para este órgão como usado, e outro informou que nunca havia ouvido sobre esse controle em relação aos recuperados, uma vez que para o mesmo a preocupação por parte da Polícia Federal somente ocorria em relação a compra dos produtos.

Tabela 15 – Planilha de Controle Administrativa da Central DOPOLAB/Resolve.

DOPOLAB ReSolve	PLANILHA DE CONTROLE ADMINISTRATIVA				
Laboratório Gerador	**Telefone/e-mail**	**MR n°**	**Documento de Devolução n°**	**Certificado de Destinação n°**	**Produto Controlado? (qual órgão)**
-	-	-	X	-	Polícia Federal
-	-	-	-	-	X

Caso o resíduo não seja devolvido e consiga ser recuperado, deve-se colocar um x nesta coluna da tabela, conforme demostrado na primeira linha da tabela. E caso o produto seja controlado deve-se colorir a aba da tabela de vermelho, caso contrário deve-se colocar um x também.

- Planilha de Controle Técnica:

Nesta planilha devem ser informadas as quantidades recebidas, recuperadas e de rejeitos, a pureza alcança e o teor de contaminantes, além do tempo total gasto no processo de Destilação, uma vez que quanto maior for este fator, maior será o gasto com a mão de obra para efetuar os procedimentos.

Tabela 16 – Planilha de Controle Técnica da Central DOPOLAB/Resolve.

DOPOLAB ReSolve	PLANILHA DE CONTROLE TÉCNICA				
Resíduos Recebidos (Litros)	**Solventes Recuperados (Litros)**	**Pureza (%)**	**Contaminantes(%)**	**Rejeitos (Litros)**	**Tempo - Destilação (Horas)**
-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	

5.6 Revisão da Gestão e Divulgação

Após o retorno do solvente recuperado ao laboratório gerador, o mesmo deverá dar uma nota pelo atendimento prestado pelo DOPOLAB/Resolve, através de um formulário representado na Figura 37, a fim de que possa ser medido o Índice de Qualidade das Atividades Executadas (IQAE). Este tem como objetivo medir a qualidade do programa a fim de averiguar sua missão e caso necessário propor futuras modificações, já que um PGR deve sempre reavaliar seus resultados obtidos, sejam eles positivos ou negativos.

DOPOLAB ReSolve

ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ATIVIDADES EXECUTADAS

Documento de Registro (DR-06)	**Data: ___/___/___**	**Revisão: 00**

O Laboratório _____coordenado pelo Professor _____ está:

( ) Muito Satisfeito
( ) Satisfeito
( ) Insatisfeito Motivo:_____
_____
_____

com o atendimento dado pela central de recuperação de solventes DOPOLAB/ReSolve.

O mesmo voltaria a encaminhar seus resíduos a Central? ( ) Sim ( )Não

Em caso negativo, qual seria o motivo?_____
_____
_____

Observações Complementares:_____
_____
_____
_____

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 20____

DOPOLAB/ReSolve

_____
Responsável pelo Laboratório Gerador

Figura 37 – IQAE – DOPOLAB/ReSolve.

A Tabela 17 a seguir representa todos os Documentos de Registro (DR) e Procedimentos(P) elaborados para esse PGR.

Tabela 17 – Documentos da Central DOPOLAB/ReSolve.

Número	Título	Data	Revisão	Elaborado	Aprovado	Motivo da Revisão
DR-01	Formulário para a coleta de resíduos	-	00	-	-	-
DR-02	Termo de Ciência	-	00	-	-	-
DR-03	MR	-	00	-	-	-
DR-04	Documento de Devolução	-	00	-	-	-
DR-05	Certificado de Destinação	-	00	-	-	-
DR-06	IQAE	-	00	-	-	-
P-01	Procedimentos	-	00	-	-	-
P-02	Rótulo de resíduos	-	00	-	-	-

Em relação aos resultados do programa, estudos preliminares envolvendo apenas a parte operacional de tratamento, mostram a grande viabilidade deste projeto, conforme apresentado no tópico a seguir, uma vez que foram alcançados bons resultados de recuperação de solventes com elevado grau de pureza, salvo um caso em que não foi viável o reaproveitamento devido a não correta segregação dos resíduos.

5.6.1 Exemplos de estudo de caso com as porcentagens já recuperadas pela Central

Os resultados preliminares consolidados pela Central DOPOLAB/Resolve estão descritos nos tópicos a seguir para três tipos de resíduos contendo solventes orgânicos.

i. Resíduo contendo Petróleo e n-Heptano ou Tolueno (Proveniente do Laboratório DOPOLAB)

O DOPOLAB gera bastante resíduo de N-Heptano com petróleo e de Tolueno com petróleo devido a ter uma linha de pesquisa em asfaltenos. Como existe a chance de se segregar o resíduo especificamente com N-heptano e outro com Tolueno, ambos com a matriz de petróleo, é possível, e bastante relevante, se proceder a recuperação desses solventes.

Assim sendo, foi conduzido um projeto de Iniciação Científica (IC) com alunos de graduação bolsistas para se avaliar a metodologia mais eficiente para a recuperação destes solventes. Como exemplo aqui serão apresentados os resultados para a recuperação de N-Heptano.

Para este resíduo a metodologia mais eficiente relatada foi a utilizando destilação fracionada com coluna de 85 cm de comprimento e 6,5 cm de diâmetro recheada com anéis de raschig de vidro, conforme representada na Figura 38. Os resultados consolidados da técnica estão apresentados na Tabela 18.

Figura 38 – Coluna de Destilação com recheio em vidro (DOPOLAB).

Tabela 18 – Resultado consolidado pela Central para recuperação de n-Heptano.

Tipo de Processo	**Eficiência de Recuperação (%)**	**Tempo Gasto (h:mm)**	**Pureza do Solvente Recuperado (%)**
Coluna recheada com recheio em vidro	88,91	1:00	99,77

Note-se que a eficiência de recuperação foi alta, sendo o valor alcançado de pureza do n-Heptano, superior ao padrão comercial, que deve ser de pelo menos 99%. A Figura 39 a seguir representa o resíduo inicial e o produto recuperado.

Figura 39 – Resíduo Inicial *versus* n-Heptano recuperado.

Através deste processo, pode-se obter uma economia em torno de R$17.480,00/ano para o laboratório, uma vez que o consumo de n-Heptano no DOPOLAB é de aproximadamente 216 L/ano, sendo o valor comercial do mesmo, cotado em 2016, de R$ 92,00/L.

Além disso, o valor desta economia poderá se manter constante, uma vez que o solvente pode passar por esse processo de recuperação continuamente ao longo do tempo, caso o mesmo seja gerenciado corretamente e seja utilizado para a mesma finalidade.

ii. Resíduo contendo Acetona, Água e Extrato de Cogumelos (Proveniente do Laboratório 2)

Um laboratório parceiro da EQ encaminhou ao DOPOLAB um resíduo segregado contendo acetona, água e extrato de cogumelos. Um aluno de graduação de IC foi responsável pelo estudo na busca de um método mais adequado a essa recuperação. Para este resíduo foi utilizado como método de separação a técnica de destilação fracionada utilizando coluna de Vigreux, sendo o resultado consolido apresentado na Tabela 19.

Tabela 19 – Resultado consolidado pela Central para recuperação de Acetona.

Tipo de Processo	Eficiência de Recuperação (%)	Tempo Gasto (h:mm)	Pureza do Solvente Recuperado (%)
Destilação Fracionada	53,1	1:52	99,8

Neste caso foi recuperado cerca de 53,1% de Acetona com pureza de 99,8%, sendo este valor superior ao grau de pureza comercial, que é de 99,5%.

Além disso, neste estudo foi possível ainda se recuperar 17,5% de água do resíduo, que foi posteriormente tratada para se viabilizar seu descarte direto. Nota-se, ao somar esses dados, que houve uma minimização de descarte de aproximadamente 70% (53%+17%) para este laboratório.

Vale ressaltar que o valor unitário de compra da acetona não é tão caro quanto o N-Heptano do caso anterior, chegando a R$ 25,00/L, no entanto, somando o valor de economia de compra e de descarte, e da dificuldade de aquisição desse produto controlado, percebe-se que ainda assim vale a pena o processo de recuperação.

iii. Resíduo contendo Querosene (Proveniente do Laboratório X)

Outro laboratório parceiro (X) encaminhou bombona de resíduo dita com material segregado para a recuperação de querosene. Outro aluno de graduação de IC foi alocado para esta pesquisa Neste estudo foram encontrados empecilhos durante a etapa de recuperação, uma vez que a amostra enviada a Central abrangia uma composição diferente da informada pelo laboratório gerador, evidenciando que o mesmo não foi corretamente segregado.

A princípio o destilado apresentou uma coloração rosa, indicando a presença de contaminantes. Neste caso foram gastos mais horas de trabalho, uma vez que uma nova destilação teve que ser realizada, e outras técnicas de purificação tiveram que ser utilizadas, conseguindo-se que a cor do querosene apenas se normalizasse após aproximadamente 10h-12hs de agitação contínua do processo. No final foram recuperados 52,8% de querosene.

Nesse caso, foi informado ao laboratório que é fundamental a importância da correta segregação dos resíduos, a fim de que seja viável e rentável o processo de recuperação do querosene.

5.6.2 Vantagens e Desvantagens do Processo de Reaproveitamento

Como foi mencionado por todos os laboratórios visitados, a empresa credenciada a UFRJ, contratada para gerenciar os resíduos, é a Saniplan Engenharia e Serviços Ambientais Ltda. A Tabela 20 a seguir especifica os valores aproximados, cobrados por tal empresa, para uma proposta de orçamento feita em Fevereiro deste ano para volumes reduzidos de resíduos (aproximadamente 300-350 Kg).

Além desses valores, poderá ser cobrado uma multa de até 75% do valor total, caso os resíduos sejam acondicionados em más condições, não sejam segregados corretamente ou ainda quando o gerador não fornecer os documentos exigidos.

Tabela 20 – Preço pelo Transporte, Processamento e Destinação Final de Resíduos Químicos Laboratoriais (Orçamento SANIPLAN, 2017).

Transporte	Processamento e Destinação Final
R$ 850,00	R$ 6,00/kg bruto de resíduo[3]

[3] Faturamento mínimo de R$ 400,00.

A última coleta realizada pela Saniplan na UFRJ ocorreu entre os dias 19 de Dezembro e 11 de Janeiro no Centro de Ciência e Saúde (CCS), onde foram destinados cerca de duas toneladas de resíduos químicos (SANIPLAN, 2017a). Logo, pelo orçamento da Tabela 20, observa-se que foram gastos cerca de R$12.000,00 apenas para o Processamento e Destinação Final.

A mesma empresa realizará nos próximos meses a coleta de resíduos perigosos de outros setores da UFRJ, estimando que o montante chegue a quatro toneladas (SANIPLAN, 2017a).

Neste contexto, percebe-se que haverá diminuição de custos nas atividades da EQ/UFRJ ao reaproveitarmos os resíduos passíveis de recuperação. Além disso, com um correto gerenciamento, evitamos que contaminantes e resíduos considerados perigosos entrem em contato com outros que podem ter um descarte mais simplificado, reduzindo mais ainda os

custos, uma vez que cada um terá uma destinação final apropriada conforme a complexidade exigida (SANIPLAN, 2017b).

Ademais, além dos ganhos financeiros, já que não haveria a necessidade de contratar uma empresa especializada para gerenciar tais resíduos, há ainda a questão ambiental, uma vez que menos resíduos seriam gerados, além do destino final dos mesmos serem o processo de incineração ou coprocessamento, representados na Figura 40. Este último tem se demonstrado mais viável no processo de gerenciamento de resíduos, uma vez que é um processo fechado, não gerando fumaça ou pó, de custo relativamente baixo, além de não gerar mais resíduo, já que o mesmo é destruído e transformado em clínquer. Diferente do processo de Incineração, onde há geração de cinzas com altas concentrações de metais, que são dispostas em aterros próprios, além da emissão de gases ácidos, gases que provocam o efeito estufa, materiais particulados e dioxinas e furanos. (CARVALHO, D.D., 2014). Logo, quanto mais reaproveitarmos os resíduos, menor será a emissão de poluentes, no caso da incineração, e menor será também o consumo de energia, tanto para fabricar novos reagentes como para destruir tais resíduos, reduzindo assim os impactos ambientais.

Vale ressaltar que embora as incineradoras sejam conhecidas como produtoras de eletricidade, quando é feito uma análise crítica do ciclo de atividade, percebe-se que as mesmas podem chegar a gastar mais energia do que produzem, uma vez que novos materiais são queimados e transformados em outros, necessitando de muito mais energia para dispor e controlar os mesmos, do que seria necessário no processo de reuso, reciclagem e recuperação (PORTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2014).

Além disso, há também as restrições dos órgãos ambientais para cada Estado em relação a estas técnicas de tratamento térmico.

Figura 40 – Processo de Incineração e Coprocessamento.

No entanto, embora essa técnica de recuperação de solventes seja muito vantajosa para o meio ambiente, não podemos nos esquecer do desperdício de água de refrigeração no processo de destilação. Um estudo feito em três meses para o laboratório de química da UTFPR mostrou que para cada 2.700 litros de água destilada produzida, são desprezados cerca de 100 litros de água de refrigeração, e que a cada 2h40 minutos são produzidos 100 litros de água residual. Por isso, é recomendado reutilizar a mesma, tanto como água de refrigeração, já que após a determinação da dureza desta água pode-se constatar que se trata de uma água mole, isto é, com aproximadamente 1 ppm de CaCO3 (Carbonato de Cálcio), como para outras funções menos nobres, tais como lavagem de vidrarias, equipamentos e operações de limpeza em geral (APPELT, P. *et al.*, 2008).

Na Central DOPOLAB/ReSolve todo o sistema de água de refrigeração é em circuito fechado com a utilização de *chillers* (banhos de circulação), que controlam a temperatura da água de refrigeração, minimizando as perdas por volatilização do solvente destilado e reduzindo o desperdício de água, como relatado em outras IES.

Ademais, sabe-se que este PGR para ser implementado vai exigir disciplina, devendo ser muito bem discutido e assimilado por todos que participarão do projeto. Além disso, deve-se ter paciência, já que esta é uma atividade cujos resultados só serão observados à médio e à longo prazo, além de estar suscetível à falhas e insucessos durante a fase de inicial de implementação (JARDIM, W.F., 1998). Mas uma vez vencida esta barreira, e sem esperar pelo poder público e o avanço das leis ambientais (LEITE, Z.T.C. *et al.*, 2008), o maior ganho será visto na qualidade de vida das pessoas, na preservação do meio ambiente para a atual e futuras gerações, além de criar um campus mais sustentável e com economia de recursos.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Ao avaliar as etapas de um PGR, pôde-se concluir que o mesmo é igualmente aplicado tanto para grandes, como para pequenos geradores. Foram então elaborados procedimentos de gerenciamento para a criação da Central DOPOLAB/ReSolve, respeitando o conteúdo mínimo instituído pela Lei 12.305, e utilizando como alicerce a estrutura de um SGI, a fim de aumentar a eficácia do programa.

Em relação ao destino dos solventes orgânicos, notou-se que já há algumas IES no Brasil que executam um PGR a fim de recuperem seus resíduos, tais como os solventes, tendo as mesmas, estrutura gerencial e intenções semelhantes.

Porém, em nenhuma delas foram encontrados documentos de controle exigidos legalmente para as os grandes geradores, tais como o Manifesto de Resíduos, requisitado pelo INEA no Rio de Janeiro, além dos relatórios exigidos para as empresas especializadas em recuperação, os quais devem ser enviados periodicamente aos órgãos ambientais durante sua operação. Neste contexto, foram elaborados outros documentos para a Central DOPOLAB/ReSolve, visando apenas o acompanhamento interno do programa.

Ademais, entrando em contato com os laboratórios responsáveis dessas IES, percebe-se que os mesmos não possuem uma preocupação em relação ao controle dos solventes recuperados junto a Polícia Federal, uma vez que para a maioria só devemos ter essa responsabilidade no ato da compra dos produtos. Porém, é recomendável que se tenha esse controle, uma vez que em qualquer sistema de gestão, é muito importante monitorar corretamente todas as etapas que ocorrem no processo em geral, principalmente neste caso, envolvendo resíduos perigosos. Foi então elaborada uma planilha de controle, com o propósito de relatar todas as transações e recuperações dos solventes, a fim de que a Central possa repassar essas informações a EQ, caso a mesma seja indagada pelos órgãos controladores sobre o destino destes produtos.

Já em relação ao diagnóstico da situação, através do questionário, pôde-se concluir que 48% dos laboratórios da EQ são geradores de resíduos contendo solventes orgânicos (12/25), mostrando a viabilidade da implementação deste programa de gerenciamento de resíduos.

Além disso, resultados preliminares alcançados para o tratamento e recuperação dos solventes orgânicos foram promissores, chegando em certos casos a quase 90% de eficiência de recuperação, além da elevada pureza alcançada. Contudo, foi identificado que o sucesso dessa recuperação está diretamente relacionado à correta segregação dos resíduos. No entanto, apenas 25% dos laboratórios participantes deste trabalho (3/12) informaram efetuar esta etapa de forma precisa. Sendo assim, sugere-se que sejam realizados treinamentos periódicos com os envolvidos no processo, a fim de que todos desempenhem corretamente seus papeis no programa.

Além disso, é muito importante a divulgação do programa com seus respectivos resultados, tanto positivos como negativos, a fim de estimular outros laboratórios a gerenciarem corretamente seus resíduos, utilizando como fundamento o modelo implementado na Central. Recomenda-se então a criação de um site para a Central DOPOLAB/ReSolve, a fim de aumentar a visibilidade do projeto e facilitar o acesso à informação e a comunicação dos envolvidos, como é feito pelas empresas através do Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos (CNORP).

Sugere-se ainda que as universidades que possuem disciplinas voltadas à questão ambiental e de gerenciamento de resíduos, não foquem apenas nos resíduos das indústrias químicas e seus respectivos impactos, mas sim, que ensinem antes aos seus alunos a gerenciar seus próprios resíduos. Para depois poderem estudar casos industriais e estarem conscientes e preparados sobre o que fazer quando se tornarem futuros profissionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERGUINI, L.B.A.; SILVA, L.C.; REZENDE, M.O.O.; **Laboratório de Resíduos Químicos do Campus USP - São Carlos – Resultados da Experiência Pioneira em Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos em um Campus Universitário**. Química Nova., vol.26,n.2,p.291-295, 2003.

AMARAL, S.T.; MACHADO, F.L.; PERALBA, M.C.R.; CAMARA, M.R.; SANTOS, T.; BERLEZE, L.; FALCÃO, H.L.; MARTINELLI, M., GONÇALVES, R.S.; OLIVEIRA, E.R.O.; BRASIL, J.L.; ARAÚJO, A.; BORGES, A.C.A. **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., vol.21,n.3,p.419-423, 2001.

APPELT, P.; PARZIANELLO, J. ; GUERRA, A.P.; RODRIGUES, M.B. **Estimativa do Desperdício de Água de Refrigeração de Destiladores Laboratorial.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Synergismus Scyentifica UTFPR. Pato Branco., vol.3, n.4, 2008.

ARAÚJO, V.S. **Gestão de Resíduos Especiais nas Universidades: Estudo de Caso da Universidade Federal de São Carlos, Campus de São Carlos**. 154 p. 2002. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Urbana). São Carlos, SP: UFSCar, 2002.

ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, P. A. **Hazardous Wastes in Academia.** Environmental Science & Technology, Easton., vol.19, n.2, p. 1150-1155, fev.1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS (ABETRE). Revista EXAME, 2016. Disponível em: < http://www.abetre.org.br/imprensa/noticias-abetre/destinacao-irregular-de-residuos>. Acesso em: 20 de Dezembro de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12.235/1992: **Armazenamento de Resíduos Perigosos**. Rio de Janeiro, 1992.

_____. NBR 10.004/2004**: Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 14.725/2010: **Produtos Químicos – Informações sobre Segurança, Saúde e Meio Ambiente. Parte 4: Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ).** Rio de Janeiro, 2010.

_____. NBR 13.221/2010: **Transporte Terrestre de Resíduos**. Rio de Janeiro, 2010.

_____. NBR 14725/2012: **Produtos Químicos – Informações sobre Segurança, Saúde e Meio Ambiente. Parte 3: Rotulagem**. Rio de Janeiro, 2012.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus afins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 24 de Maio 2016.

BRASIL. Lei n° 3.467, de 14 de Setembro de 2000. **Dispõe sobre as sanções administrativas derivadas de condutas lesivas ao meio ambiente no estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências**. Disponível em: <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/193334/lei-3467-00> . Acesso em: 17 de Janeiro de 2016.

BRASIL. Decreto Federal 3.665, de 20 de Novembro de 2000. **Dá nova redação ao Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados (R-105).** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3665.htm>. Acesso em: 16 de Janeiro de 2017.

BRASIL. Lei nº 10.357, de 27 de dezembro de 2001. **Estabelece normas de controle e fiscalização sobre produtos químicos que direta ou indiretamente possam ser destinados à elaboração ilícita de substâncias entorpecentes, psicotrópicas ou que determinem dependência física ou psíquica, e dá outras providências.** Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10357.htm>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2017.

BRASIL. Lei n°12.305, de 2 de Agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n°9.605, de 12 de Fevereiro de 1998, e dá outras providências.** Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636 >. Acesso em: 15 de Junho de 2016.

BRITO, R.O., 2016. **Blog Gestão Ambiental e Futuro**. Disponível em: < http://roosanee2.blogspot.com.br/2016/02/aprenda-codigo-de-cores-para-residuos.html>. Acesso em: 4 de Janeiro de 2017.

CARVALHO, D.D. **Gerenciamento e Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos e Industriais.** 2014. In: Aula – Engenharia do Meio Ambiente (EMA). Disponível em: < http://www.eq.ufrj.br/graduacao/aulas/ema_2014.pdf>. Acesso em: 18 de Novembro de 2015.

CENTRO DE CIÊNCIA E SAÚDE (CCS). **Coordenação de Biossegurança**. Disponível em: < http://www.ccs.ufrj.br/pt/sobre-o-ccs/coordenacoes/biosseguranca>. Acesso em: 10 de Junho de 2017.

CHIAVENATO, I. **Administração nos Novos Tempos**. 2. ed. ELSEVIER Editora. Ltda., 2005.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CNUMAD). **Agenda 21**. Brasília, Senado Federal, 1992. Disponível em: http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global . Acesso em: 20 de Janeiro de 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986.
Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 24 de Maio de 2016.

_____. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de Dezembro de 1997. Disponível em:

< http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html >. Acesso em: 20 de Janeiro de 2016.

_____. Resolução CONAMA n°275, de 25 de Abril de 2001. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=273> . Acesso em: 8 de Agosto de 2016.

_____. Resolução CONAMA n° 313, de 29 de Outubro de 2002. Disponível em : < http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335> . Acesso em: 6 de Agosto de 2016.

_____. Resolução CONAMA n°357, de 17 de Março de 2005, alterada pela Resolução 410 de 2009 e pela 430 de 2011. Disponível em:
< http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2016.

_____. O que é o CONAMA.
Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/estr1.cfm>. Acesso em: 24 de Maio de 2016.

DELTA LICENÇAS, 2017. Disponível em:
< http://deltalicencas.com/produtos_controlados.html >. Acesso em: 15 de Janeiro de 2017.

DEMAMAN, A.S.; FUNK, S.; HEPP, L.U.; ADÁRIO, A.M.S.; PERGHER, S.B.C. **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, p.674-677, 2004.

DEPARTAMENTO DE POLÍCIA FEDERAL (DPF). **Programa Mapas.** Polícia Federal, 2017. Disponível em:
<http://www.pf.gov.br/servicos-pf/produtos-quimicos/programas/programa-mapas>. Acesso em: 16 de Março de 2017.

DET NORSKE VERITAS (DNV). **Apostila do Curso sobre Estudo de Análise de Riscos e Programa de Gerenciamento de Riscos. Módulo 13**: **PGR/PAE**. Rio de Janeiro, 2006.

EDUCAÇÃO PÚBILICA. Destilação. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: < http://www.educacaopublica.rj.gov.br/oficinas/quimica/sensibilidade/saibamais02_b.html>. Acesso em: 3 de Março de 2017.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). Disponível em: < http://www.fapesp.br/>. Acesso em: 20 de Junho de 2017.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). **Perguntas frequentes sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Departamento de Meio Ambiente (DMA). São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=161196>. Acesso em: 23 de Novembro de 2015.

FERREIRA, V. L. P. et. al. **Boas Práticas para Laboratório: Segurança**. São Paulo: Associação Brasileira de Profissionais da Qualidade de Alimentos, 1995. 42 p. (Manual Série Qualidade). In.: TOCCHETTO, L. F.; MATTOS, P.P. **Segurança em laboratórios de análises químicas: estudo de caso na Embrapa Florestas.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2004. 53 p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FIRJAN). **Manual de Licenciamento Ambiental: guia de procedimento passo a passo**. Rio de Janeiro: GMA, 2004. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/cart_sebrae.pdf>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2016.

FOSTER, B.L. **The Chemical Inventory Management System in Academia**. Chemical Health and Safety. Elsevier., vol.12, n.5,p.21-25, set./out.2005.

GARCIA, R.L., 2003. **Apostila Coleta Seletiva**. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=4491.>. Acesso em: 7 de Setembro de 2016.

GERBASE, A.E.; COELHO, F.S.; MACHADO, P.F.L.; FERREIRA, V.F. **Gerenciamento de Resíduos Químicos em Instituições de Ensino e Pesquisa**. Química Nova., vol.28, n.1, 2005.

GIL, E.S.; GARROTE, C.F.D.; CONCEIÇÃO, E.C.; SANTIAGO, M.F.; SOUZA, A.R. **Aspectos Técnicos e Legais do Gerenciamento de Resíduos Químico-Farmacêuticos.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas., vol.43, n.1, jan./mar. 2007.

IMBROISI, D. ; SANTOS, A.J.M.G.; BARBOSA, S.S.; SHINTAKU, S.F.; MONTEIRO, H.J.; PONCE, G.A.E.; FURTADO, J.G.; TINOCO, C.J.; MELLO, D.C.; MACHADO, P.F.L. **Gestão de Resíduos Químicos em Universidades: Universidade de Brasília em Foco**. Química Nova., vol.29, n.2, mar./abr. 2006.

INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (INEA). Governo do Rio de Janeiro. **Portal de Licenciamento**. In: Resíduos. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/MegaDropDown/Licenciamento/Residuos/index.htm&lang= >. Acesso em: 17 de Novembro de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental Federal**. IBAMA, 2017a. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/licenciamento/>. Acesso em: 24 de Maio 2016.

_____. Instrução Normativa n°1 - IBAMA, 2017b. Disponível em: < http://www.ibama.gov.br/publicadas/ibama-publica-instrucao-normativa-sobre-residuos-perigosos>. Acesso em: 25 de Maio de 2016.

INSTITUTO BUTANTAN. **Guia Prático. Descarte de Resíduos no Instituto Butantan**, 2013. Disponível em: <

http://gestaoderesiduos.ufsc.br/files/2014/10/guia_pratico_descarte_residuos_Butantan.pdf>. Acesso em: 9 de Dezembro de 2016.

INSTRUÇÃO DGA N°64, de 29 de Fevereiro de 2008; atualizada em 28 de Julho de 2010. **Estabelece regras e procedimentos para aquisição, estoque e requisição de produtos controlados pela Polícia Federal, Polícia Civil e Exército Brasileiro.** Disponível em: < http://www.dga.unicamp.br/instrucoes_formularios/instrucao/areas/suprimentos/Instrucao_DGA_n_064_2008.pdf>. Acesso em: 2 de Fevereiro de 2017.

IZZO, R.M. **Waste Minimization and Pollution Prevention in University Laboratories**. Chemical Health & Safety. p.29-33, 2000.

JARDIM, W.F. **Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratórios de Ensino e Pesquisa.** Química Nova., vol.21, n.5, 1998.

LABORATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO E OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS ORGÂNICOS (DOPOLAB), 2017. Disponível em: < http://www.dopolab.eq.ufrj.br/>. Acesso em: 17 de Maio de 2017.

LABORATÓRIO DE RESÍDUOS QUÍMICOS (LRQ – USP). **Laboratório – História**. Disponível em: < http://www.ccsc.usp.br/residuos/laboratorio/historia.html>. Acesso em: 5 de Dezembro de 2016.

LEITE, Z.T.C.; ALCANTARA, S.; AFONSO, J.C. **A Gestão de Resíduos de Laboratório na visão de alunos de um Curso de Graduação de Química e áreas afins**. Química Nova., vol.31, n.7, p.1892-1897, 2008.

LEVADA, J.C. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Químicos e aplicação da Tecnologia de Destilação na Recuperação de Solventes Orgânicos: Estudo de Caso da Reciclagem do Xileno**. 70p. 2008. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências – Química Analítica). São Carlos, SP: UFSCar, 2008.

LIMA, I.C. **Gerenciamento de Resíduos Químicos de Laboratórios: Estudo de Caso do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro**. 176p. 2012. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Ambiental). Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 2012.

MACHADO, A.M.R.; SALVADOR, N.N.B. **NR01/UGR – Normas de Procedimentos para Segregação, Identificação, Acondicionamento e Coleta de Resíduos Químicos**. UFSCar, 2005.

MARTINS, C.R.; DI VITTA, P.B.; MARZAROTI, L.; DI VITTA, C. **Avaliação dos Impactos Ambientais dos Tratamentos de Resíduos de Solventes no Instituto de Química da Universidade de São Paulo**. Química Nova., vol.40, n.2, p.214-218, 2017.

MAZARO, P.B. **Classificação, Armazenamento e Transporte de Resíduos**. Gestão Ambiental CAVO. Embraer. São José dos Campos, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Portal Nacional de Licenciamento Ambiental**. In: Órgãos Licenciadores. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/governanca-

ambiental/portal-nacional-de-licenciamento-ambiental/%C3%B3rg%C3%A3os-licenciadores>. Acesso em: 19 de Setembro de 2016.

MONTAÑO, J. **Resíduos Sólidos, Resíduos Líquidos, Efluentes e Afluentes**. 2016a. Disponível em: < http://ambientesst.com.br/residuos-solidos-residuos-liquidos-efluentes-afluentes/>. Acesso em: 5 de Janeiro de 2017.

_____. Resíduos Sólidos – A Lei 12.305 e o PGRS. 2016b. Disponível em: < http://ambientesst.com.br/residuos-solidos-lei-12-305-pgrs/>. Acesso em: 5 de Janeiro de 2017.

MULTISOLV. Cadastro Técnico Federal (CTF). IBAMA, 2017a. Disponível em:< www.multisolv.com.br/download.php?id=6>. Acesso em: 19 de Março de 2017.

_____. Licença de Operação (LO). FEPAM, 2017b. Disponível em:< http://www.multisolv.com.br/download.php?id=1>. Acesso em: 19 de Março de 2017.

_____. Licenças, 2017c. Disponível em:< http://www.multisolv.com.br/#licencas>. Acesso em: 19 de Março de 2017.

_____. Serviços, 2017d. Disponível em:< http://www.multisolv.com.br/#servicos>. Acesso em: 19 de Março de 2017.

MONTEIRO, V.F.M. **Estudo do Gerenciamento dos Resíduos gerados na Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro frente às Normas estabelecidas pela Legislação Vigente**. 134 p. 2015. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Rio de Janeiro, RJ: UFRJ, 2015.

NOLASCO, F.R.; TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A. **Implantação de Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais em Universidades: Análise Crítica e Recomendações**. Revista Engenharia Sanitária., v.11, n.2, p.118-124, abr./jun. 2006.

OLIVEIRA, G.V. **Gestão de Resíduos Químicos**. Curso de Gestão de Resíduos Laboratoriais – Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ), 2015. Disponível em: < https://www.ufrgs.br/farmacia/wp-content/uploads/2015/10/Aula-Gestao-de-Residuos-Quimicos-26-08-15.pdf>. Acesso em: 13 de Março de 2016.

PORTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Incineração de Resíduos – Uma Tecnologia a Desaparecer, 2014.** Disponível em: http://www.portalresiduossolidos.com/incineracao-de-residuos-uma-tecnologia-desaparecer/. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2017.

PRADO, A. G. S. **Química Verde, Os desafios da Química do Novo Milênio**. Química Nova., vol.26, n.5, p.738-744.2003.

SANGIONI, L.A.; PEREIRA, D.I.B.; VOGEL, F.S.F.; BOTTON, S.A. **Princípios de Biossegurança aplicados aos Laboratórios de Ensino Universitário de Microbiologia e Parasitologia**. Ciência Rural., v.43, n.1, jan. 2013.

SANIPLAN Engenharia e Serviços Ambientais Ltda., 2017a. Disponível em: <http://www.saniplanengenharia.com.br/noticias/saniplan-realiza-coleta-de-residuos-quimicos-na-ufrj>. Acesso em: 10 de Março de 2017.

_____. **Por que fazer gerenciamento de resíduos**, 2017b. Disponível em: <http://www.saniplanengenharia.com.br/blog/por-que-fazer-gerenciamento-de-residuos>. Acesso em: Acesso em: 7 de Março de 2017.

SANSEVERINO, A.M. **Síntese Orgânica Limpa**. Química Nova.,vol.23, n.1, 2005.

SANTANA, A.L.; OLIVEIRA, M.B.M.; SANTOS, M.V.B. **Guia Prático para Gerenciamento de Resíduos Químicos e Infectantes na UFPE**. Diretoria de Gestão Ambiental. UFPE, 2007.
Disponível em: < https://www.ufpe.br/sinfra/images/DGA/guia%20revisado%2012-07.pdf> . Acesso em: 3 de Março de 2016.

SANTOS, V. M. L.; MEDRADO, L.S.; JÚNIOR, J.E.S.; SILVA, J.A.B. **Proposta para disposição final dos resíduos químicos identificados nos laboratórios do Campus da Fazenda Experimental/UNIVASF**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas. ano 7, n. 2, , p. 65-79, abr./jun. 2012.

SAQUETO, K.C. **Estudo dos Resíduos Perigosos do Campus de Araras da Universidade Federal de São Carlos visando a sua Gestão**. 143 p. 2010. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Urbana). São Carlos, SP: UFSCar, 2010.

SASSIOTTO, M.L.P. **Manejo de Resíduos de Laboratórios Químicos em Universidades – Estudo de Caso do Departamento de Química da UFSCAR**. 151 p. 2005. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Urbana). São Carlos, SP: UFSCar, 2005.

SCHNEIDER, J.; WISKAMP, V. **Environmental Protection in Practical Chemistry Courses**. Journal of Chemical Education., Easton, v. 71, n. 6, p. 587-589, jun.1994.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Manual de Gerenciamento de Resíduos**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <venus.maringa.pr.gov.br/residuos/arquivo.php?id=92> . Acesso em: 3 de Janeiro de 2017.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Como elaborar um Planejamento Estratégico do Negócio**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/B6270FF790B50CB283257589005BE2D1/$File/NT0003FD3A.pdf.>. Acesso em: 3 de Janeiro de 2017.

SETOR TÉCNICO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E SOLVENTES (STRES). Instituto de Química/USP, 2017.
Disponível em:< http://www3.iq.usp.br/paginas_view.php?idPagina=59>. Acesso em: 13 de Janeiro de 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PATOLOGIA, 2017. Disponível em:
< http://www.sbp.org.br/Noticias/noticiasDetalhes.aspx?idNoticia=829>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2017.

TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A. **Implantação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos e Águas servidas nos Laboratórios de Ensino e Pesquisa do CENA/USP**. Química Nova., vol.28, n.4, p.732-738.2005.
TEIXEIRA, C.E.; MORAES, S.L.; MOTTA, F.G.; SHIBATA, A.P. **Concepção de um Sistema de Gestão de Resíduos de Laboratório: Estudo de Caso de um Instituto de Pesquisa**. Sistema & Gestão., v.7, n.4, p.554-568, 2012.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB). **Histórico**, 2017a. Disponível em: < http://www.resqui.unb.br/historico>. Acesso em: 5 de Dezembro de 2016.

_____. **Notícias**, 2017b. Disponível em: < http://www.noticias.unb.br/publicacoes/125-saude/755-unb-geriu-quase-50-toneladas-de-residuos-quimicos-e-biologicos-em-2015>. Acesso em: 5 de Dezembro de 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). **Requisição de Produtos Controlados**. 2013. Disponível em: <http://dcom.proad.ufsc.br/files/2013/11/Requisi%C3%A7%C3%A3o-de-Produtos-Controlados.pdf>. Acesso em: 17 de Janeiro de 2017.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR). **Manual de Gerenciamento de Resíduos Laboratoriais**. Manual PGRL, 2014. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/patobranco/estrutura-universitaria/diretorias/dirplad/sistema-de-gerenciamento-de-residuos/manual-de-gerenciamento-de-residuos-laboratoriais/view>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2017.

U.S. ENVIRONMETAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Hazardous Waste Generator Regulatory Summary**. 2016.
Disponível em: < https://www.epa.gov/hwgenerators/hazardous-waste-generator-regulatory-summary>. Acesso em: 10 de Junho de 2016.

ANEXO A

QUESTIONÁRIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ
ESCOLA DE QUÍMICA/EQ
DOPOLAB/ReSolve

QUESTIONÁRIO – Central de Recuperação de Solventes Orgânicos

Laboratório/Departamento:
Responsável(is) pelo Laboratório:
Tipo/Setor: Ensino ( ) Pesquisa ( ) Extensão ( ) Prestação de Serviço ( )
Breve descrição das atividades rotineiras realizadas no Laboratório:

1) O Laboratório possui um levantamento de dados (inventário) das substâncias armazenadas:
( ) Sim ( )Não

2) Em caso afirmativo, o mesmo é atualizado com que frequência?_____

3) Existe algum controle na validade das soluções preparadas no Laboratório? ( ) Sim ( )Não

4) O Laboratório trabalha com algum produto perigoso/controlado pela Polícia Federal?
( ) Sim ( )Não
Se sim, Quais?_____
_____

5) Existe algum plano a fim de reduzir ou substituir tais produtos? ( ) Sim ( )Não

6) Existe no Laboratório algum programa para gerenciar seus resíduos? ( ) Sim ( )Não

7) Caso afirmativo, o laboratório segue a escala de prioridade de:

- Evitar a geração de resíduos ( ) Sim ( )Não
- Minimizar a geração ( ) Sim ( )Não

Caso afirmativo, qual técnica é utilizada?

- ✓ Substituição ( )
- ✓ Redução de Volume ( )
- ✓ Outros:_____

- Reaproveitar (Reuso/Reciclagem/Recuperação) ( ) Sim ( )Não
- Tratar os resíduos ( ) Sim ( )Não

Caso afirmativo, que tipo de tratamento é realizado?

- ✓ Neutralização ( )
- ✓ Separação/Destilação ( )

- ✓ Precipitação/Remoção ( )
- ✓ Oxidação ( )

8) Outros:_____

9) Todos os resíduos gerados são:

- Segregados corretamente ( ) Sim ( )Não
- Identificados ( ) Sim ( )Não
- Rotulados ( ) Sim ( )Não

10) Existem recipientes (bombonas plásticas; frascos de vidro) adequados para acondicionar cada tipo de resíduo? ( ) Sim ( )Não

Caso afirmativo, os recipientes:

- São compatíveis com as propriedades dos resíduos ( )
- São mantidos em boas condições ( )
- São manuseados e armazenados de forma que não cause ruptura ou vazamento ( )

11) No Rótulo dos resíduos químicos, quais informações são fornecidas?

- Nome do laboratório gerador ( )
- Responsável pelo preenchimento do rótulo ( )
- Diagrama de *Hommel* (informando os níveis de perigo de Inflamabilidade, Toxicidade, Reatividade e Riscos Específicos) ( )
- Volume ou massa aproximada ( )
- Componentes ( )
- Concentração ( )
- Características do resíduo ( )
- Data do início e término da coleta ( )
- O volume preenchido é de até ¾ do volume total ( )
- Informações sobre como conservar o recipiente ( )

12) Outras:_____

13) Quando um rótulo se danifica, ele é substituído por outro? ( ) Sim ( )Não

14) Há no Laboratório produtos armazenados sem identificação ou com prazo de validade vencido?
( ) Sim ( )Não
Se sim, em que quantidade?_____
Há quanto tempo estão estocados?_____

15) Qual o destino final dos resíduos?

- São enviados para uma unidade de gestão de resíduos ( )
- São armazenados no Laboratório ( )

- São descartados nas pias/lixeiras ( )
- Outro:_____

16) Caso sejam enviados para alguma empresa licenciada, qual valor estimado pago, tanto para a transportadora como para a empresa, e qual a quantidade e periodicidade enviada para tratamento?

- Transportadora (R$/mês):_____
- Empresa especializada em resíduos (R$/mês):_____
- Quantidade/Periodicidade:_____

17) Caso os resíduos sejam armazenados no Laboratório, há um local adequado para que eles possam ficar estocados? ( ) Sim ( )Não

18) Se possível, os resíduos perigosos são armazenados longe dos não perigosos? ( ) Sim ( )Não

19) Preencha a tabela a seguir com os principais resíduos (solventes orgânicos) gerados no Laboratório, a quantidade gerada por mês, como é feito o armazenamento, se é feito algum tipo de tratamento e qual o destino dos mesmos.

Resíduos	Quantidade (mês)	Armazenamento	Tratamento	Destino

20) Os funcionários/técnicos/alunos que manuseiam os resíduos são instruídos a segregarem, identificarem e acondicionarem corretamente os mesmos? ( ) Sim ( )Não

21) Os funcionários/técnicos/alunos têm conhecimento dos possíveis riscos, tanto à saúde como para o ambiente, oferecidos pela não correta segregação dos resíduos? ( ) Sim ( )Não

22) O Laboratório estaria interessado em colaborar para a criação de uma central de Recuperação de Solventes Orgânicos, a fim de tornar a UFRJ um campus mais sustentável? ( ) Sim ( )Não

Observações
Complementares:_____
_____
_____
_____
_____

Responsável pelo preenchimento	Assinatura	Cargo
Data:___/____/____		

ANEXO B

PROCEDIMENTOS

DOPOLAB ReSolve

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
(Sob responsabilidade do gerador)

PROCEDIMENTOS (P-01)		
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	**Data: ___/___/___**	**Revisão: 00**

1. INTRODUÇÃO

1.1 Objetivo

Estabelecer as diretrizes para o correto gerenciamento dos resíduos que serão encaminhados a Central DOPOLAB/ReSolve.

2. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO

Em todas as etapas do gerenciamento é obrigatório o uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), tais como:

- Jalecos
- Luvas
- Máscara
- Óculos
- Calçados de proteção

3. MANUSEIO

Técnicos/Alunos/Profissionais devem estar devidamente treinados e equipados com EPI´s adequados para o manuseio dos resíduos. Evitar durante as atividades a inalação, ingestão e contato com a pele e os olhos.

4. ROTINA

- SEGREGAÇÃO

- ✓ É recomendado segregar diariamente os resíduos gerados, sendo este processo realizado, preferencialmente, imediatamente após o término das práticas laboratoriais;
- ✓ Antes de segregar, leia o rótulo e a Ficha de Informação de Segurança do Produto Químico (FISPQ) dos reagentes de modo a conhecer suas características físico-químicas e sua periculosidade. A FISPQ pode ser visualizada no site do fabricante do

reagente ou através de sites especializados;

- ✓ Evitar nesta etapa combinações químicas. Porém caso não seja viável esta recomendação, deve-se consultar a tabela de incompatibilidade química na norma NBR 12.235/1992, a fim de evitar acidentes e riscos, tais como explosões, reações violentas, desprendimento de calor excessivo além da liberação de gases tóxicos.
- ✓ Os resíduos químicos perigosos sempre devem ser separados dos não perigosos (INSTITUTO BUTANTAN, 2013);
- ✓ Separar os resíduos contendo solventes orgânicos passíveis de recuperação, a fim de que sejam encaminhados ao DOPOLAB/ReSolve;
- ✓ Avaliar os outros resíduos verificando a possibilidade de reaproveitamento ou de doação. Caso não seja possível, submeter os mesmos a algum tratamento químico, a fim de reduzir/eliminar sua periculosidade para que possam ter uma destinação adequada.

Obs: Vale ressaltar que quanto mais complexa for a mistura, menores são as chances de recuperação dos compostos e maior será o valor final para o descarte do resíduo. Além disso, é importante mencionar que no caso de misturas só serão aceitos pela Central compostos binários ou no máximo ternários, se for viável a sua recuperação.

Corrente de Interesse da Central

- Solventes não Halogenados: Esta corrente engloba todos os solventes que podem ser utilizados/recuperados, além da mistura desses solventes, como por exemplo:

- Álcoois (metanol, etanol, butanol) + Cetonas (acetona);
- Acetonitrila (pura ou misturada com água ou com outros solventes não halogenados);
- Hidrocarbonetos (pentano, hexano, tolueno e derivados).

Obs 2: É importante mencionar que a Acetonitrila deverá, sempre que possível, ser segregada separadamente, já que a mesma possui em sua estrutura o grupo cianeto. Esta, quando passa pelo processo de incineração gera o gás cianídrico, que é altamente tóxico e pode ser letal. Caso a mesma seja mistura com ácidos fortes, ela não libera esse gás, porém essa mistura pode gerar um calor excessivo.

- IDENTIFICAÇÃO (Rotulagem)

- ✓ Preencher o rótulo a caneta com letra de forma bem legível;
- ✓ Fixar o rótulo no frasco devidamente lavado, e colocar por cima do mesmo um adesivo transparente, a fim de evitar degradação das informações pelo manuseio/tempo.
- ✓ O rótulo deve ser fixado no recipiente antes de ser preenchido com o resíduo, com o objetivo de evitar erros;
- ✓ Caso sejam reutilizados frascos de reagentes para acondicionar os resíduos, retirar totalmente o rótulo antigo, a fim de evitar dúvidas sobre o real conteúdo do recipiente;
- ✓ Os rótulos jamais deverão ser rotulados com informações vagas, tais como "Descarte" ou "Rejeito";
- ✓ É recomendado que sejam preenchidas, se possível, todas as informações presentes no modelo proposto de Rótulo de Resíduos;
- ✓ Não serão permitidas fórmulas ou abreviações das substâncias presentes;
- ✓ As classificações dos riscos no preenchimento do Diagrama de *Hommel* devem priorizar sempre o produto que for mais perigoso no recipiente, mesmo que este esteja presente em menor proporção;
- ✓ Não se deve omitir nenhuma informação nesta etapa a fim de evitar riscos e futuros acidentes;
- ✓ Caso um rótulo seja danificado, deve-se substituí-lo, imediatamente, por outro.
- ✓ Não serão permitidas pela Central, frascos sem rótulo e sem a respectiva ficha de caracterização, ou frascos com rótulos preenchidos inadequadamente ou com informações incompletas.

- ACONDICIONAMENTO

- ✓ Os recipientes utilizados para acondicionar os resíduos devem ter alta vedação, serem feitos de material estável e deverão permanecer sempre tampados adequadamente;
- ✓ As embalagens plásticas resistentes ao rompimento são preferíveis, como as feitas de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), exceto quando houver algum tipo de incompatibilidade;
- ✓ Caso não haja frascos para armazenar os resíduos, pode-se reutilizar recipientes vazios

de reagentes, após uma tríplice lavagem do mesmo com água ou solvente apropriado.

- ✓ O volume de resíduo não deve ultrapassar ¾ da capacidade do recipiente, já que alguns produtos são voláteis, além de aumentar o risco de acidente durante o manuseio;
- ✓ Nesta etapa deve-se também levar em consideração a incompatibilidade das substâncias que queremos acondicionar com os seus recipientes, a fim de evitar acidentes. Solventes não halogenados e halogenados devem ser acondicionados em recipientes de vidro de 1 ou 4L ou em recipientes de plásticos (bombonas) de 5 ou 10L.

- ARMAZENAMENTO (Temporário)

- ✓ Armazenar os frascos em armários e caso não seja possível, e se os mesmos forem armazenados em cima da pia, em estantes ou não chão, sempre colocar os recipientes sobre bandejas plásticas de contenção para prevenir possíveis acidentes no caso de quebra ou vazamento;
- ✓ Resíduos perigosos devem ser armazenados em local separado dos não perigosos, assim como resíduos orgânicos dos inorgânicos, a fim de minimizar os riscos e evitar acidentes;
- ✓ Não se devem armazenar os resíduos próximos a fontes de calor ou água;
- ✓ Resíduos contendo solventes devem ser alocados em local fresco, seco e bem ventilado, e nunca expostos ao sol;
- ✓ É recomendado não armazenar grandes quantidades de resíduos no laboratório por questões de segurança, devendo existir no local apenas um frasco para cada corrente de resíduo;
- ✓ Entrar em contato com a Central quando os frascos contendo resíduos de solventes orgânicos estiverem cheios.

- COLETA/TRANSPORTE

Esta etapa será feita mediante a solicitação do gerador via e-mail, enviando o Formulário para Coleta de Resíduos preenchido. Após análise do pedido, a Central enviará um e-mail ao laboratório solicitante com o parecer final, instruções e marcado uma data/horário para o envio.

O laboratório gerador deve entregar o material conforme data e horário previamente definidos, levando assinado e preenchido as duas vias do Termo de Ciência e do Manifesto de Resíduos (MR).

Neste processo as seguintes normas foram estipuladas:

- ✓ O transporte será realizado preferencialmente no período do dia com menor circulação de pessoas (ex, 7 – 8hs) por pessoal treinado e capacitado para tal função;
- ✓ Não serão aceitos resíduos sem identificação ou com informações incompletas;
- ✓ Não serão aceitos resíduos que ultrapassarem a quantidade informada no Formulário para Coleta de Resíduos;
- ✓ O transporte até a Central deve ser feito por meio de equipamento adequado, sendo que o estado de conservação do mesmo deve ser tal que, durante o transporte, não permita vazamento ou derramamento do resíduo;
- ✓ O resíduo, durante o transporte, deve estar protegido de intempéries, assim como deve estar devidamente acondicionado;
- ✓ Deve ser anexado a caixa de resíduos, se possível, as FISPQs dos solventes a serem recuperados.

5. PLANO DE EMERGÊNCIA

Em casos de acidentes, tais como:

- ✓ Contato com a pele, olhos, inalação ou ingestão;
- ✓ Incêndio;
- ✓ Derramamento ou Vazamento.

Devem ser tomadas, coordenadamente, medidas que minimizem ou restrinjam os possíveis efeitos danosos decorrentes (NBR 12.235), sendo as mesmas descritas na Ficha de Informação de Segurança do Produto Químico (FISPQ).

6. ELABORAÇÃO E APROVAÇÃO

_____	_____
Elaboração	**Aprovação**

Em todas estas etapas, em caso de dúvida ou para qualquer esclarecimento entrar em contato com a Central DOPOLAB/ReSolve pelo e-mail dopolab@eq.ufrj.br /enunes@eq.ufrj.br ou pelos telefones (21) 3622 – 3551/(21) 3622 - 3565 (Ramais: 219 ou 220)/ (21) 99967 - 3676

ANEXO C

EXEMPLOS DE FICHAS DE INFORMAÇÃO DE SEGURANÇA DE PRODUTO QUÍMICO (FISPQs)

- **Tolueno**

FICHA DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Nome IUPAC: Tolueno **N°CAS**: 108-88-3

Nome Comercial: Tolueno/Fenilmetano/Metilbenzeno/Toluol

Fórmula: C_7H_8

Estado Físico: ☐ Sólido ■ Líquido ☐ Gasoso

Solubilidade em água: Muito pouco solúvel em água (573 – 587 mg/L a 25 °C)

Solubilidade em outros solventes: Solúvel em solventes orgânicos

Densidade: 0,871 (g/mL) **PE**: 110,6 ºC **PF**: -95 ºC

Limite de tolerância: 78 ppm (LT): NR-15, Anexo n°11

20 ppm (TLV-TWA): ACGIH

Outras características

☐ Corrosivo ■ Inflamável ☐ Reativo ■ Tóxico

Manuseio: Manuseie em uma área ventilada ou com sistema geral de ventilação/exaustão local. Evite formação de vapores ou névoas. Evite exposição ao produto. Evite contato com materiais incompatíveis. Utilize equipamento de proteção individual (EPI) para evitar o contato direto com o produto.

Medidas de Higiene: Lave as mãos e o rosto cuidadosamente após o manuseio e antes de comer, beber, fumar ou ir ao banheiro. Roupas contaminadas devem ser trocadas e lavadas antes de sua reutilização. Remova a roupa e o equipamento de proteção contaminado antes de entrar nas áreas de alimentação.

Armazenagem: Mantenha o produto em local fresco, seco e bem ventilado, distante de fontes de calor e ignição. Mantenha os recipientes bem fechados e devidamente identificados. O local de armazenamento deve ter piso impermeável, isento de materiais combustíveis e com dique de contenção para reter em caso de vazamento. Especificações de engenharia devem atender às regulamentações locais. Não é necessária adição de estabilizantes e antioxidantes para garantir a durabilidade do produto. Mantenha afastado de materiais incompatíveis.

Efeitos no Organismo e Primeiros Socorros

Por contato com a Pele: Provoca irritação à pele com vermelhidão, dor e ressecamento.

Tratamento: Lave a pele exposta com quantidade suficiente de água para remoção do material. Em caso de irritação cutânea: Consulte um médico. Leve esta FISPQ.

Por contato com os Olhos: Provoca olhos com lacrimejamento e vermelhidão.

Tratamento: Enxágue cuidadosamente com água durante vários minutos mantendo as pálpebras abertas. No caso de uso de lentes de contato, remova-as, se for fácil. Continue enxaguando. Caso a irritação ocular persista: consulte um médico. Leve esta FISPQ.

Por inalação: Pode ser fatal se ingerido e penetrar nas vias respiratórias, por provocar edema pulmonar e pneumonite química.

Tratamento: Remova a vítima para local ventilado e a mantenha em repouso numa posição que não dificulte a respiração. Caso sinta indisposição, contate um CENTRO DE INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA ou um médico. Leve esta FISPQ.

Por ingestão: Nocivo se ingerido. A ingestão provoca distúrbios gastrointestinais com sensação de queimação, dor abdominal, náusea e vômito.

Tratamento: Não induza o vômito. Nunca forneça algo por via oral a uma pessoa inconsciente. Lave a boca da vítima com água em abundância. Caso sinta indisposição, contate um CENTRO DE INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA ou um médico. Leve esta FISPQ.

Efeitos no organismo por exposição a longo prazo: A exposição repetida ou prolongada pode provocar danos ao sistema nervoso central com perda de memória, distúrbios no sono, perda da habilidade de concentração, incoordenação motora e distúrbios visuais; e aos rins com proteinúria e hematúria; e ao fígado com aumento da atividade das transaminases.

Notas para o médico: Evite contato com o produto ao socorrer a vítima. Se necessário, o tratamento sintomático deve compreender, sobretudo, medidas de suporte como correção de distúrbios hidroeletrolíticos, metabólicos, além de assistência respiratória. Em caso de contato com a pele, não friccione o local atingido.

Medidas de Combate a Incêndio

Meios de Extinção: Compatível com pó químico seco, espuma para hidrocarbonetos, dióxido de carbono (CO2) e neblina d'água.

Não recomendado: Água diretamente sobre o líquido em chamas.

Perigos Específicos: A combustão do produto químico ou de sua embalagem pode formar gases irritantes e tóxicos como monóxido e dióxido de carbono. Muito perigoso quando exposto a calor excessivo ou outras fontes de ignição como: faíscas, chamas abertas ou chamas de fósforos e cigarros, operações de solda, lâmpadas-piloto e motores elétricos. Pode acumular carga estática por fluxo ou agitação. Os vapores do líquido aquecido podem incendiar-se por descarga estática. Os vapores são mais densos que o ar e tendem a se acumular em áreas baixas ou confinadas, como bueiros, porões, etc. Podem deslocar-se por grandes distâncias provocando retrocesso da chama ou novos focos de incêndio tanto em ambientes abertos como confinados. Os contêineres podem explodir se aquecidos.

Medidas de proteção da equipe de combate a incêndio: Equipamento de proteção respiratória do tipo autônomo (SCBA) com pressão positiva e vestuário protetor completo. Contêineres e tanques envolvidos no incêndio devem ser resfriados com neblina d'água.

Medidas de Controle para Derramamento ou Vazamento

Para o pessoal que não faz parte dos serviços de emergência: Isole o vazamento de fontes de ignição. Impeça fagulhas ou chamas. Não fume. Não toque nos recipientes danificados ou no material derramado sem o uso de vestimentas adequadas. Evite inalação, contato com os olhos e com a pele. Utilize equipamento de proteção pessoal. Evacuar a área próxima ao derramamento/vazamento.

Para o pessoal de serviço de emergência: Utilizar EPI completo, com luvas de proteção de PVC, óculos de proteção com proteção lateral e vestuário protetor adequado. O material utilizado deve ser impermeável. Em caso de grandes vazamentos, onde a exposição é grande, recomenda-se o uso de máscara de proteção com filtro contra vapores orgânicos. Utilizar apenas ferramentas antifaiscante e à prova de explosão.

Precauções ao meio ambiente: Evite que o produto derramado atinja cursos d'água e rede de esgotos. Não descarte diretamente no meio ambiente ou na rede de esgoto. A água de diluição proveniente do combate ao fogo pode causar poluição.

Métodos e materiais para contenção e limpeza: Utilize névoa de água ou espuma supressora de vapor para reduzir a dispersão dos vapores. Utilize barreiras naturais ou de contenção de derrame. Colete o produto derramado e coloque em recipientes próprios. Adsorva o produto remanescente, com areia seca, terra, vermiculite ou qualquer outro material inerte. Coloque o material adsorvido em recipientes apropriados e remova-os para local seguro.

Método de Descarte: Deve ser eliminado como resíduo perigoso em local devidamente regulamentado e licenciado de acordo com as legislações Municipais, Estaduais e Federais.

- **Hexano**

DOPOLAB ReSolve

FICHA DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Nome IUPAC: Hexano **N°CAS**: 110-54-3

Nome Comercial: Hexano/ n-Hexano

Fórmula: C_6H_{14}

Estado Físico: ☐ Sólido ■ Líquido ☐ Gasoso

Solubilidade em água: Desprezível

Solubilidade em outros solventes: Solúvel em etanol, éter etílico e clorofórmio.

Densidade: 0,6548 (g/mL) **PE**: 62 ºC (101,325kPa) **PF**: -95 ºC

Limite de tolerância: - ppm (LT)

50 ppm (TLV-TWA): ACGIH

Outras características

☐ Corrosivo ■ Inflamável ☐ Reativo ■ Tóxico

Manuseio: Manuseie em uma área ventilada ou com sistema geral de ventilação/exaustão local. Evite formação de vapores ou névoas. Evite a formação de cargas estáticas. Evite exposição ao produto. Evite contato com materiais incompatíveis. Não descartar o produto para o meio ambiente. Utilize equipamento de proteção individual (EPI) para evitar o contato direto com o produto.

Medidas de Higiene: Lave as mãos e o rosto cuidadosamente após o manuseio e antes de comer, beber, fumar ou ir ao banheiro. Roupas contaminadas devem ser trocadas e lavadas antes de sua reutilização. Remova a roupa e o equipamento de proteção contaminado antes de entrar nas áreas de alimentação.

Armazenagem: Mantenha o produto em local fresco, seco e bem ventilado, distante de fontes de calor e ignição. Mantenha os recipientes bem fechados e devidamente identificados. O local de armazenamento deve ter piso impermeável, isento de materiais combustíveis e com dique de contenção para reter em caso de vazamento.

Efeitos no Organismo e Primeiros Socorros

Por contato com a Pele: Provoca irritação à pele com ressecamento e vermelhidão.

Tratamento: Lave a pele exposta com quantidade suficiente de água para remoção do material. Em caso de irritação cutânea: Consulte um médico. Leve esta FISPQ.

Por contato com os Olhos: Provoca lacrimejamento, dor e vermelhidão.

Tratamento: Enxágue cuidadosamente com água durante vários minutos. No caso de uso de lentes de contato, remova-as, se for fácil. Continue enxaguando. Caso a irritação ocular persista: consulte um médico. Leve esta FISPQ.

Por inalação: A aspiração do produto pode causar edema pulmonar e pneumonite química.

Tratamento: Remova a vítima para local ventilado e a mantenha em repouso numa posição que não dificulte a respiração. Caso sinta indisposição, contate um CENTRO DE INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA ou um médico. Leve esta FISPQ.

Por ingestão: Pode provocar náuseas e vômitos, se ingerido.

Tratamento: Não induza o vômito. Nunca forneça algo por via oral a uma pessoa inconsciente. Lave a boca da vítima com água em abundância. Caso sinta indisposição, contate um CENTRO DE INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA ou um médico. Leve

esta FISPQ.

Efeitos no organismo por exposição a longo prazo: Pode provocar irritação do trato respiratório e efeitos narcóticos como falta de ar, tosse, tontura, sonolência, fraqueza, perda de consciência e dor de cabeça. Pode provocar danos ao sistema cardiovascular com taquicardia e arritmia ventricular. Pode provocar danos ao sistema nervoso central com perda da consciência e convulsão por exposição repetida ou prolongada

Notas para o médico: Evite contato com o produto ao socorrer a vítima. Se necessário, o tratamento sintomático deve compreender, sobretudo, medidas de suporte como correção de distúrbios hidroeletrolíticos, metabólicos, além de assistência respiratória. Em caso de contato com a pele, não friccione o local atingido.

Medidas de Combate a Incêndio

Meios de Extinção: Compatível com espuma resistente à álcool, neblina d'água, pó químico e dióxido de carbono (CO_2).

Não recomendado: Água diretamente sobre o líquido em chamas.

Perigos Específicos: A combustão do produto químico ou de sua embalagem pode formar gases irritantes e tóxicos como monóxido e dióxido de carbono. Muito perigoso quando exposto a calor excessivo ou outras fontes de ignição. Pode acumular carga estática por fluxo ou agitação. Os vapores do líquido aquecido podem incendiar-se por descarga estática. Os vapores são mais densos que o ar e tendem a se acumular em áreas baixas confinadas, como bueiros, porões, etc. Podem deslocar-se por grandes distâncias provocando retrocesso da chama ou novos focos de incêndio tanto em ambientes abertos como confinados. Os contêineres podem explodir se aquecidos.
Medidas de proteção da equipe de combate a incêndio: Equipamento de proteção respiratória do tipo autônomo (SCBA) com pressão positiva e vestuário protetor completo. Contêineres e tanques envolvidos no incêndio devem ser resfriados com neblina d'água.

Medidas de Controle para Derramamento ou Vazamento
Para o pessoal que não faz parte dos serviços de emergência: Isole o vazamento de fontes de ignição. Impeça fagulhas ou chamas. Não fume. Não toque nos recipientes danificados ou no material derramado sem o uso de vestimentas adequadas. Evite inalação, contato com os olhos e com a pele. Utilize equipamento de proteção pessoal. Evacuar a área próxima ao derramamento/vazamento.
Para o pessoal de serviço de emergência: Utilizar EPI completo com óculos de proteção com proteção lateral, luvas de PVC, calçado de segurança e vestimenta impermeável. Em caso de grandes vazamentos, onde a exposição é grande, recomenda-se uso de máscara de proteção com filtro contra vapores ou névoas.
Precauções ao meio ambiente: Evite que o produto atinja cursos d'água e rede de esgotos.
Métodos e materiais para contenção e limpeza: Utilize névoa de água ou espuma supressora de vapor para reduzir a dispersão dos vapores. Utilize barreiras naturais ou de contenção de derrame. Colete o produto derramado e coloque em recipientes próprios. Adsorva o produto remanescente, com areia seca, terra, vermiculite ou qualquer outro material inerte. Coloque o material adsorvido em recipientes

apropriados e remova-os para local seguro. Utilizar apenas ferramentas antifaiscantes e à prova de explosão.

Método de Descarte: Deve ser eliminado como resíduo perigoso em local devidamente regulamentado e licenciado de acordo com as legislações Municipais, Estaduais e Federais.

- **Etanol**

FICHA DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Nome IUPAC: Etanol **N°CAS**: 64-17-5

Nome Comercial: Álcool Etílico

Fórmula: C_2H_6O

Estado Físico: ☐ Sólido ■ Líquido ☐ Gasoso

Solubilidade em água: Miscível em água
Solubilidade em outros solventes: Miscível em éter etílico, acetona e clorofórmio. Solúvel em benzeno

Densidade: 0,79 (g/mL) **PE**: 77 ºC **PF**: -117 ºC

Limite de tolerância: 780 ppm (LT): NR-15, Anexo n°11

1000 ppm (TLV-TWA): ACGIH

Outras características

☐ Corrosivo ■ Inflamável ☐ Reativo ■ Tóxico

Manuseio: Manuseie em uma área ventilada ou com sistema geral de ventilação/exaustão local. Evite formação de vapores ou névoas. Evite inalação e o contato com a pele, olhos e roupas. Evite respirar vapores ou névoas do produto. Evite contato com materiais incompatíveis. Utilize equipamento de proteção individual (EPI) para evitar o contato direto com o produto.

Medidas de Higiene: Não coma, beba ou fume durante o manuseio do produto. Lave bem as mãos antes de comer, beber, fumar ou ir ao banheiro. Roupas contaminadas devem ser trocadas e lavadas antes de sua reutilização.

Armazenagem: Mantenha o produto em local fresco, seco e bem ventilado, distante de fontes de calor e ignição. O local de armazenamento deve conter bacia de contenção para reter o produto, em caso de vazamento. Mantenha os recipientes bem fechados e devidamente identificados. O local de armazenamento deve ter piso impermeável, isento de materiais combustíveis e com dique de contenção para reter em caso de vazamento.

Efeitos no Organismo e Primeiros Socorros

Por contato com a Pele: Pode provocar irritação a pele com vermelhidão e ressecamento.
Tratamento: Remova as roupas e sapatos contaminados. Lave a pele exposta com grande quantidade de água, por pelo menos 15 minutos. Procure atenção médica. Leve esta FISPQ.

Por contato com os Olhos: Provoca irritação ocular grave com vermelhidão, lacrimejamento e dor.
Tratamento: Lave com água corrente por pelo menos 15 minutos, mantendo
Tratamento: Lave com água corrente por pelo menos 15 minutos, mantendo as pálpebras abertas. Retire lentes de contato quando for o caso. Procure atenção médica imediatamente. Leve esta FISPQ.

Por inalação: Pode provocar irritação no trato respiratório e gastrointestinal com tosse, dor de garganta, náuseas, sensação de queimação, dor abdominal e diarréia.
Tratamento: Remova a vítima para local arejado e mantenha-a em repouso. Monitore a função respiratória. Se a vítima estiver respirando com dificuldade, forneça oxigênio. Se necessário aplique respiração artificial. Procure atenção médica. Leve esta FISPQ.

Por ingestão: Pode provocar defeitos genéticos por ingestão. Pode provocar abortos espontâneos, defeitos congênitos e outros problemas de desenvolvimento. Pode provocar depressão do sistema nervoso central com tontura, sonolência, vertigens, dores de cabeça, incoordenação motora e perda de consciência.
Tratamento: Lave a boca da vítima com água em abundância. NÃO INDUZA O VÔMITO. Procure atenção médica. Leve esta FISPQ.

Efeitos no organismo por exposição a longo prazo: Pode provocar danos ao sistema nervoso central com tremores, irritabilidade, perda de concentração e confusão mental por exposição repetida ou prolongada. Provocar danos hepáticos com acúmulo de gordura no fígado e cirrose em caso de exposição crônica por ingestão. Pode causar ressecamento da pele após contato repetido.
Notas para o médico Evite contato com o produto ao socorrer a vítima. Mantenha a vítima em repouso e aquecida. Não forneça nada pela boca a uma pessoa inconsciente. O tratamento sintomático deve compreender, sobretudo, medidas de suporte como correção de distúrbios hidroeletrolíticos, metabólicos, além de assistência respiratória.

Medidas de Combate a Incêndio
Meios de Extinção: Compatível com espuma resistente a álcool, neblina d'água, pó químico e dióxido de carbono (CO2).
Perigos Específicos: Produto altamente inflamável. Recipientes podem explodir quando aquecidos. Quando aquecido pode liberar vapores tóxicos e irritantes. Risco de explosão em ambientes fechados.
Medidas de proteção da equipe de combate a incêndio: Equipamento de proteção respiratória do tipo autônomo (SCBA) com pressão positiva e vestuário protetor completo. Contêineres e tanques envolvidos no incêndio devem ser resfriados com neblina d'água.

Medidas de Controle para Derramamento ou Vazamento

Para o pessoal que não faz parte dos serviços de emergência: Remova todas as fontes de ignição. Impeça fagulhas ou chamas. Não fume. Não toque nos recipientes danificados ou no material derramado sem o uso de vestimentas adequadas. Evite inalação, contato com os olhos e com a pele. Utilize equipamento de proteção individual.

Para o pessoal de serviço de emergência: Utilizar EPI completo, com luvas de proteção de PVC, borracha natural ou nitrílica, vestuário protetor adequado e óculos de proteção ou protetor facial contra respingos. Em caso de grandes vazamentos, onde a exposição é grande, recomenda-se o uso de máscara de proteção com filtro contra vapores orgânicos.

Precauções ao meio ambiente: Evite que o produto derramado atinja cursos d'água e rede de esgotos. Não descarte diretamente no meio ambiente ou na rede de esgoto. A água de diluição proveniente do combate ao fogo pode causar poluição.

Métodos e materiais para contenção e limpeza: Colete o produto derramado e coloque em recipientes próprios. Adsorva o produto remanescente, com areia seca, terra, vermiculite, ou qualquer outro material inerte. Coloque o material adsorvido em recipientes apropriados e remova-os para local seguro.

Método de Descarte: Deve ser eliminado como resíduo perigoso em local devidamente regulamentado e licenciado de acordo com as legislações Municipais, Estaduais e Federais.

- **Propanona**

FICHA DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Nome IUPAC: Propanona **N°CAS**: 67-64-1

Nome Comercial: Acetona

Fórmula: C_3H_6O

Estado Físico: ☐ Sólido ■ Líquido ☐ Gasoso

Solubilidade em água: Completamente miscível

Solubilidade em outros solventes: Solventes orgânicos comuns completamente miscível

Densidade: 0,79 (g/mL) **PE**: 56,29 ºC **PF**: -95,7 ºC

Limite de tolerância: 780 ppm (LT): NR-15, Anexo n°11

500 ppm (TWA): ACGIH

Outras características

☐ Corrosivo ■ Inflamável ☐ Reativo ■ Tóxico

Manuseio: Providenciar ventilação adequada. Proporcionar troca de ar suficiente e/ou sistema exaustor nas salas de trabalho. Manusear de acordo com as boas práticas

industriais de higiene e segurança. Usar equipamento pessoal de proteção. Evitar inalação, ingestão e contato com a pele e os olhos.

Medidas de Higiene: Não coma, beba ou fume durante o manuseio do produto. Lave bem as mãos antes de comer, beber, fumar ou ir ao banheiro. Roupas contaminadas devem ser trocadas e lavadas antes de sua reutilização.

Armazenagem: Armazenar em local arejado. Manter afastado do calor, de fontes de ignição e de materiais incompatíveis a serem indicados pelo fabricante.

Efeitos no Organismo e Primeiros Socorros
Por contato com a Pele: O contato com a pele causa o ressecamento, podendo provocar irritações e dermatites.

Tratamento: Remover imediatamente a roupa e os sapatos contaminados. Lavar imediatamente com muita água durante pelo menos 15 minutos. Se necessário, consultar o médico.

Por contato com os Olhos: Causa irritação dos olhos, conjuntivite e queimadura química (líquido).

Tratamento: Lave imediatamente com água corrente, também em baixo das pálpebras por, pelo menos, 15 minutos. Se a irritação do olho persistir, consultar um médico. No caso de contato com o olho, remova as lentes de contato e lave imediatamente com muita água, também sob as pálpebras durante pelo menos 15 minutos.

Por inalação: Quando inalados os vapores causam irritação da mucosa. Em altas concentrações os vapores inalados tem efeito narcótico e anestésico, e podem provocar dor-de-cabeça, vertigens, náuseas, sonolência, mal estar e perda de consciência. Em concentrações muito altas podem provocar até o coma.
Tratamento: Procurar ar fresco no caso de inalação acidental de vapores ou produtos de decomposição. Se não houver respiração, aplicar respiração artificial. Se necessário, consultar um médico.

Por ingestão: Quando ingerido provoca problemas gastro-intestinais, dor-de-cabeça, náuseas, vômito, narcoses e até o coma.

Tratamento: Não provocar o vômito. Lave a boca com água corrente.

Efeitos no organismo por exposição a longo prazo: Exposições repetidas poderá causar conjuntivite crônica, bronquite, gastrite e faringite.
Notas para o médico: Realizar lavagem gástrica de forma cautelosa. Não forneça leite nem óleo comestível/digestível. Tratar a acidose.

Medidas de Combate a Incêndio
Meios de Extinção: Compatível Água neblina, CO_2, espuma p/ álcool e pó químico.
Não recomendado: Jato de água de grande vazão.
Perigos Específicos: Líquido volátil. Sob a ação do calor há risco de explosão devido ao aumento da pressão interna. Líquido altamente inflamável. A mistura vapor/ar é

explosiva quando exposta a aquecimento intenso. Pode provocar combustão em contato com chama nua ou superficies muito aquecidas.
Medidas de proteção da equipe de combate a incêndio: Equipamento de proteção pessoal: luvas adequadas de proteção, óculos de segurança e roupas de proteção. Usar equipamento de respiração autônomo para combate a incêndios, se necessário.

Medidas de Controle para Derramamento ou Vazamento
Precauções Pessoais, equipamentos de proteção e procedimentos de emergência: Coloque placas de aviso na área contaminada e não permita o acesso de pessoas não autorizadas. Evitar o contato com a pele e os olhos. Mantenha longe de chamas e faíscas. Armazene longe do calor. Usar equipamentos de proteção individual. Se possível estancar o vazamento. Se indicado posicionar os recipientes danificados de modo que o ponto de vazamento fique para cima.
Precauções ao meio ambiente: Conter os vazamentos. Tente impedir que o produto entre nas canalizações ou nos cursos d'água. Evitar que o produto entre no sistema de esgotos.
Métodos para contenção e limpeza: Recolher o derramamento. Coletar e transferir para recipiente corretamente etiquetados. Produto inflamável. Tomar todas as precauções necessárias. Aterrar equipamentos e conteineres. Manter em recipientes fechados adequados até a disposição.

Método de Descarte: Descartar o conteúdo/recipiente em uma instalação de incineração aprovada. Este produto não deve ser descartado diretamente nos esgotos, cursos d'água ou no solo. Fazer a disposição de acordo com a regulamentação local.

- **Heptano**

FICHA DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Nome IUPAC: Heptano **N°CAS**: 142-82-5

Nome Comercial: Heptano/n-Heptano

Fórmula: C_7H_{16}

Estado Físico: ☐ Sólido ■ Líquido ☐ Gasoso

Solubilidade em água: 0,05g/L a 20°C (quase insolúvel)

Solubilidade em outros solventes: Solúvel.

Densidade: 0,68 (g/mL) **PE**: 98,4 ºC **PF**: -90,6 ºC

Limite de tolerância: - ppm (LT)

50 ppm (TLV-TWA): ACGIH

Outras características

☐ Corrosivo ■ Inflamável ☐ Reativo ■ Tóxico

Manuseio: Evitar agitação ou aquecimento abertos para atmosfera, pois tais ações podem gerar vapores do produto. Os recipientes, mesmo que já tenham sido esvaziados, retêm resíduos e vapores do produto e devem ser manuseados como se estivessem cheios. Não reutilizar os recipientes. Resíduos tóxicos e explosivos do produto podem permanecer nos mesmos. Manusear o produto em áreas abertas ou com ventilação local e geral. Não furar, cortar ou soldar qualquer equipamento ou recipiente contendo o produto ou seus vapores. No laboratório, trabalhar manuseando o produto no interior de capelas. Não efetuar transferências sob pressão de ar ou oxigênio. Evitar o contato do produto com materiais incompatíveis com o mesmo.

Medidas de Higiene: Não coma, beba ou fume durante o manuseio do produto. Lave bem as mãos antes de comer, beber, fumar ou ir ao banheiro. Roupas contaminadas devem ser trocadas e lavadas antes de sua reutilização.

Armazenagem: Armazenar o produto em temperatura ambiente e em local seco, fresco, bem ventilado e sinalizado, numa área de estocagem para líquidos inflamáveis com sistema de combate a incêndio e resfriamento. Recomenda-se a instalação de sistema de alarme de incêndio e detecção de vazamento nos locais de armazenamento e utilização do produto. As instalações elétricas do local de armazenamento deverão ser classificadas de acordo com as normas vigentes, conforme citado acima. Não armazenar junto com outros produtos considerados incompatíveis ou próximo a fontes de ignição. Instalar sinalização de alerta para os perigos e riscos existentes na área, bem como de atenção para não adentramento na área de risco com fontes de calor ou chamas. As áreas com risco de exposição deverão ser sinalizadas com os dizeres: "PERIGO: LÍQUIDO INFLAMÁVEL; NÃO FUMAR". Produtos e materiais incompatíveis: ácido sulfúrico, ácido nítrico, peróxido de hidrogênio, cloretos, óxido de prata, flúor, cromo, cloro, óxido de cromo, peróxido de sódio e materiais oxidantes.

Efeitos no Organismo e Primeiros Socorros

Por contato com a Pele: Irritação.
Tratamento: Lavar com sabão e água corrente em abundância por 15 minutos, pelo menos. Remover roupas e sapatos contaminados. Não friccionar e nem apalpar. Encaminhar a vítima para atendimento médico imediatamente.

Por contato com os Olhos: Pode causar irritação e conjuntivite.
Tratamento: Lavar com água corrente em abundância por 15 minutos, pelo menos, mantendo as pálpebras abertas. Não friccionar. Encaminhar a vítima para atendimento médico imediatamente.

Por inalação: Irritação nas vias respiratórias e sonolência.
Tratamento: Remover a vítima para o ar fresco; se houver parada respiratória, aplicar respiração artificial. Encaminhar a vítima para serviço médico.

Por ingestão: Irritações nas mucosas da boca, da faringe, do esôfago e aparelho gastrointestinal, cefaleias, sonolência, vertigens, desmaios e parada respiratória.
Tratamento: Lave a boca da vítima com água em abundância. NÃO INDUZA O VÔMITO. Encaminhar a vítima para atendimento médico imediatamente.

Efeitos no organismo por exposição a longo prazo: Se a exposição prolongada, pode provocar dor de cabeça, náuseas, tonteiras e perturbações visuais e auditivas. Pode produzir depressões moderadas, seguidas de falta de coordenação motora e confusão mental, podendo evoluir até a perda da consciência. Pode causar vômitos e diarréia, além de efeitos narcotizantes, se ingerido. Pode causar lesões no sistema nervoso periférico, formigamento e alterações de sensibilidade. Pode causar arritmia cardíaca.
Notas para o médico: Evite contato com o produto ao socorrer a vítima. Mantenha a vítima em repouso e aquecida. Não forneça nada pela boca a uma pessoa inconsciente. O tratamento sintomático deve compreender, sobretudo, medidas de suporte como correção de distúrbios hidroeletrolíticos, metabólicos, além de assistência respiratória.

Medidas de Combate a Incêndio
Meios de Extinção: Produto inflamável. Pó químico, dióxido de carbono, espuma e água em forma de neblina.
Não recomendado: Água em forma de jato pleno ou diretamente sobre o líquido pode não ser efetivo no combate a incêndio deste produto.
Perigos Específicos: A queima do produto pode produzir monóxido de carbono, dióxido de carbono, vapores do produto não queimado e material particulado, além de outros produtos perigosos, dependendo da temperatura atingida e de outros materiais ou produtos existentes no local onde a queima estiver ocorrendo. O produto é muito perigoso quando exposto à chama, centelha ou calor. Seus vapores, mais densos que o ar, podem se deslocar por grandes distâncias e provocar retrocesso de chamas. Contêineres podem explodir quando aquecidos.
Medidas de proteção da equipe de combate a incêndio: Os responsáveis pelo combate/controle do incêndio deverão utilizar equipamento autônomo de proteção respiratória (pressão positiva) e roupas de aproximação ao fogo, as quais oferecem proteção, porém limitada.

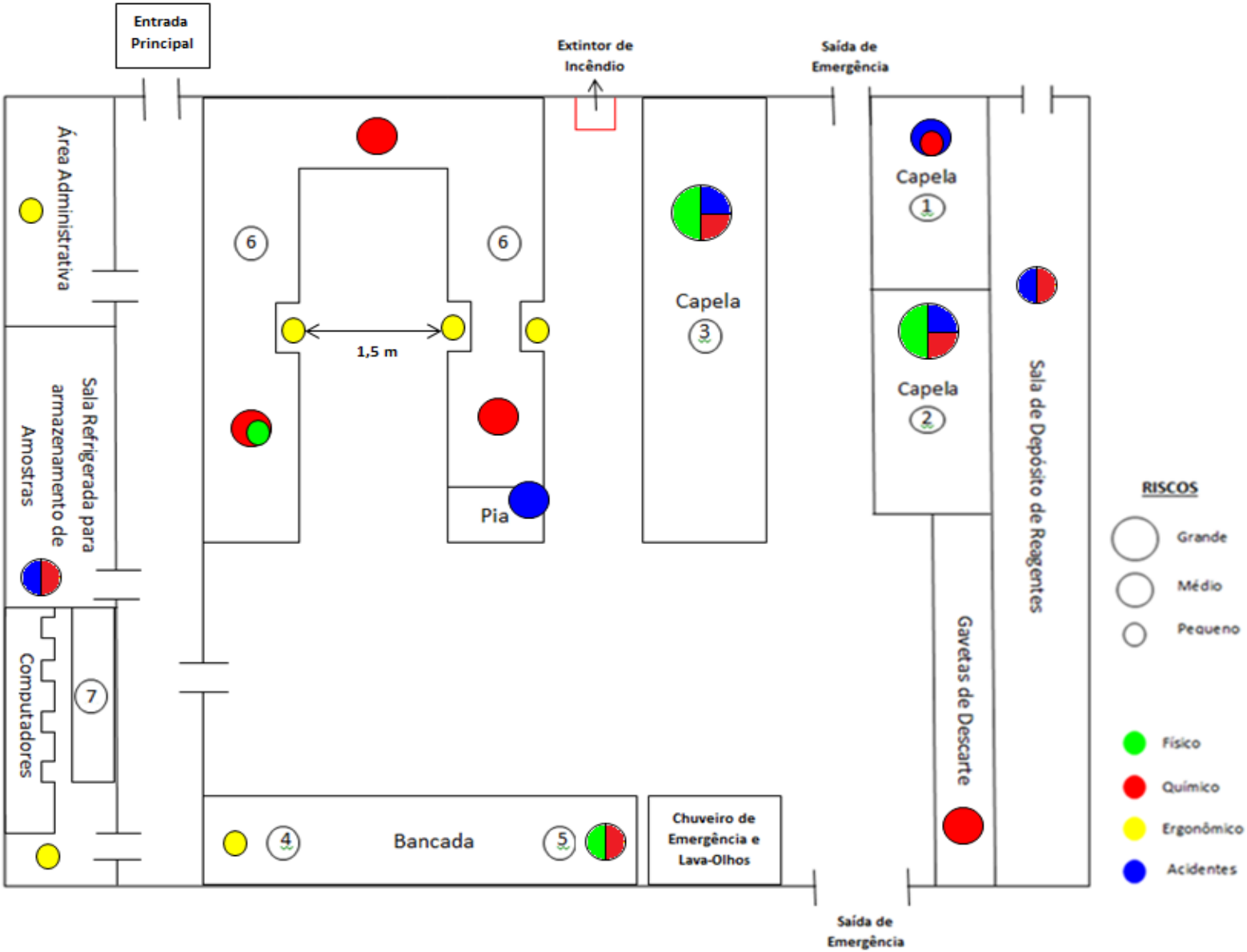
Medidas de Controle para Derramamento ou Vazamento
Para o pessoal que não faz parte dos serviços de emergência: Não respirar vapores nem aerossóis. Evitar o contato com a substância. Armazenar afastado de chamas, superfícies aquecidas e fonte de ignição. Assegurar ventilação adequada. Evacuar a área de perigo, observar os procedimentos de emergência, consultar um especialista.
Para o pessoal de serviço de emergência: Utilizar equipamento autônomo de proteção respiratória operando no modo pressão positiva e roupa impermeável de proteção química com visor, para evitar contato com a pele, mucosa e olhos.
Precauções ao meio ambiente: Evitar o ingresso do produto vazado em redes de esgoto, rios, lagos, lagoas e qualquer outro corpo de água ou manancial. Atenção para o fato de o piso ser impermeável, pois o produto poderá contaminar o solo e o lençol freático. Utilizar abafamento por espuma para minimizar a emissão de vapores. Contatar o órgão estadual e/ou local de meio ambiente, se houver vazamento e contaminação de águas superficiais ou subterrâneas, solo ou mananciais.
Métodos para contenção e limpeza: Estancar o vazamento, se isso for possível ser realizado sem risco. Isolar a área. Em caso de grandes derramamentos, fazer um dique de contenção / barreira e bombear o produto vazado para recipientes adequadamente identificados para posterior recuperação ou descarte. Em caso de pequenos vazamentos, recolher com material absorvente (areia, terra seca, vermiculita ou outro

material não combustível ou inflamável) e acondicionar em recipientes limpos, adequadamente identificados, para posterior descarte. Utilizar ferramentas que não provoquem faíscas para recolher o material absorvido. O material absorvente utilizado deverá ser, posteriormente, encaminhado para incineração ou coprocessamento em cimenteiras, obtendo previamente a permissão do órgão ambiental. Remover o solo contaminado e tratar como resíduo.

Método de Descarte: Não dispor em lixo comum. Não descartar no sistema de esgoto ou em cursos d'água. Confinar se possível, para posterior recuperação ou descarte. A disposição final desse material deverá ser acompanhada por especialista e de acordo com a legislação ambiental vigente.

ANEXO D

MAPA DE RISCO DO DOPOLAB/ReSolve


Entrada Principal
Extintor de Incêndio
Saída de Emergência
Área Administrativa
Sala Refrigerada para armazenamento de Amostras
Computadores
6
6
1,5 m
Pia
Capela
3
Capela
1
Capela
2
Sala de Depósito de Reagentes
Gavetas de Descarte
7
4
Bancada
5
Chuveiro de Emergência e Lava-Olhos
Saída de Emergência
RISCOS
Grande
Médio
Pequeno
Físico
Químico
Ergonômico
Acidentes

Sala de Depósito de Reagentes

Nesta sala há dois tipos de riscos: Químico e de Acidente. O primeiro é decorrente dos diversos tipos de produtos químicos que são armazenados nesse local, e o segundo existe pela possibilidade de algum recipiente quebrar durante seu transporte e manuseio. Embora haja o perigo, o laboratório implementa medidas que reduzem o risco de acidentes, tais como: Na sala os reagentes são mantidos em um local fresco, seco, bem ventilado e distante de fontes de calor e ignição, e cada produto é identificado e armazenado em uma gaveta com outros que sejam compatíveis com suas propriedades. Além disso, os reagentes são transportados com auxílio de um carrinho de transporte específico.

Gavetas de Descarte

Nesta gaveta há um risco Químico decorrente dos diversos tipos de produtos químicos, misturas e resíduos que são armazenados nesse local para posterior destinação e disposição final. Essas gavetas possuem um sistema de exaustão, são tratadas com Teflon e os produtos depositados nelas são identificados e armazenados em gavetas compatíveis. Além disso, essas gavetas dispõem de dique de contenção, caso haja um vazamento.

Capelas:

Todas as capelas do laboratório são de Fluxo Laminar e possuem filtro para retenção de partículas e vapores orgâncios.

Capela 1

Nesta capela ocorre uma pré-limpeza dos equipamentos. Isso é feito para que na limpeza posterior na pia, onde é usado apenas sabão, não haja produtos químicos perigoros indo para o esgoto. Devido à manipulação dos equipamentos e vidrarias há uma possibilidade de quebra dos mesmos, justificando o risco de Acidentes. Além disso, na pré-limpeza há ainda resquícios de produtos químicos nos equipamentos/vidrarias, confirmando há presença de um pequeno risco Químico.

Capela 2

Nesta capela há um equipamento de Extração, onde foram indentificados três tipos de riscos: Físico, Químico e de Acidentes. O risco Físico está associado ao calor gerado pelo equipamento, o Químico pelos produtos químicos que estão sendo manipulados e extraídos, e o de Acidentes pela possibilidade de quebra de equipamentos/vidraria.

Capela 3

Nesta capela há uma área de Recuperação de Solventes, um Evaporador rotativo, além de um equipamento para determinar a densidade. Foram indentificados três tipos de riscos: Físico, Químico e de Acidentes. O risco Físico está associado ao calor gerado pelo Evaporador rotativo e pela recuperação de solventes, o Químico pelos produtos químicos que estão sendo manipulados, e o de Acidentes pela possibilidade de quebra de equipamento/vidraria.

A área do laboratório que foi identificada como a mais propensa a acidentes foi a região entre as Capelas 1/2 e 3, justificando as duas saídas de emergência, além do Chuveiro de Emergência e do Lava-Olhos.

Bancada

- Balanças (4): No laboratório há quatro balanças, e como não há cadeiras para que os funcionários possam sentar e pesar seus produtos é necessário um encurvamento dos mesmos para que eles possam medir, justificando o risco Ergonômico leve.
- Estufas (5): No laboratório há quatros estufas que são utilizadas para secar os produtos e esterelizar os equipamentos. Elas operam a altas temperaturas, criando um risco Físico médio, além da manipulação dos produtos, justificando o risco Químico. Os profissionais utilizam luvas especiais para manusear esse equipamento, uma vez que operado de forma inadequada pode ocasinar queimaduras.

Bancada em U (6)

Nesta bancada ocorrem diversas análises, tais como: Análise de Asfaltenos, Análise SARA, determinação da Viscosidade e definição do Teor de Água em Petróleo utilizando um Titulador Karl Fischer. Nesta seção foram identificados riscos Químicos, devido à manipulação de produtos químicos, e um risco Físico leve, devido ao ruído emitido pela Centrífuga durante o seu funcionamento. E embora o laboratório possua bancos ergonômicos e respeitem a distância de um metro entre os analistas, há a existência de pequenos riscos Ergonômicos durante a atividade devido ao tempo que os trabalhadores permanecem em posição ortostática, além da forma que os mesmos se sentam durante as análises.

Pia

Durante a limpeza dos equipamentos/vidrarias pode ocorrer a quebra dos mesmos, justificando o risco médio de Acidentes.

Área Administrativa

Nesta área foram identificados apenas riscos Ergonômicos leves, que ocorrem devido ao tempo que os trabalhadores permanecem em posição ortostática e da forma que os mesmos se sentam durante o expediente.

Sala Refrigerada para armazenamento de Amostras

Nesta sala há dois tipos de riscos: Químico e de Acidente. O primeiro é decorrente dos diversos tipos de produtos químicos que são armazenados nesse local, e o segundo existe pela possibilidade de algum recipiente quebrar durante seu transporte e manuseio. Embora haja o perigo, o laboratório implementa medidas que reduzem o risco de acidentes, tais como: Na sala as amostras são mantidas em um local regrigerado e distante de fontes de calor e ignição, e cada produto é identificado e armazenado em um armário com outros que sejam compatíveis com suas propriedades.

Sala de Computadores

Nesta sala além dos computadores, há armários para guardar os objetos pessoais (7). Foram identificados apenas riscos Ergonômicos leves, que ocorrem devido ao tempo que os

pesquisadores permanecem em posição ortostática e da forma que os mesmos se sentam para trabalhar no computador.