



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Michelle Ferreira Dias

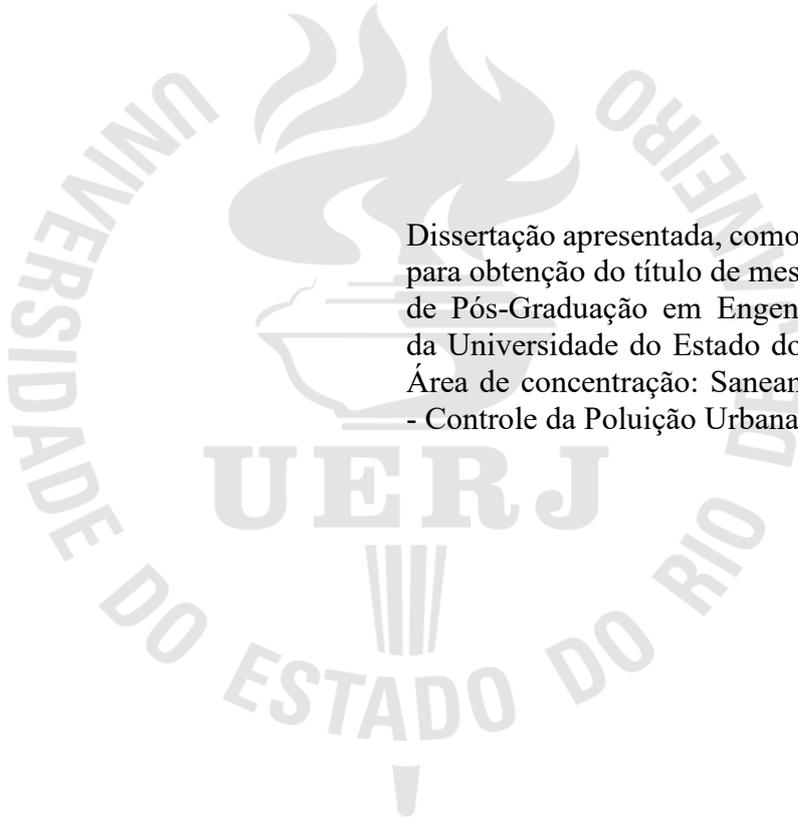
**Avaliação da aplicabilidade de ferramenta computacional para  
gerenciamento de resíduos químicos em Instituições de Ensino Superior**

Rio de Janeiro

2022

Michelle Ferreira Dias

**Avaliação da aplicabilidade de ferramenta computacional para gerenciamento de  
resíduos químicos em Instituições de Ensino Superior**



Dissertação apresentada, como requisito parcial  
para obtenção do título de mestre, ao Programa  
de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental  
da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.  
Área de concentração: Saneamento Ambiental  
- Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Elmo Rodrigues da Silva

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

D541 Dias, Michelle Ferreira.  
Avaliação da aplicabilidade de ferramenta computacional para  
gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino superior /  
Michelle Ferreira Dias. – 2022.  
156f.

Orientador: Elmo Rodrigues da Silva.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia ambiental - Teses. 2. Resíduos perigosos - Teses. 3.  
Gestão ambiental - Teses. 4. Universidades e faculdades - Teses. I.  
Silva, Elmo Rodrigues da. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Faculdade de Engenharia. III. Título.

CDU 628.4.045

Bibliotecária: Júlia Vieira – CRB7/6022

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese,  
desde que citada a fonte.



Assinatura

14/06/2022

Data

Michelle Ferreira Dias

**Avaliação da aplicabilidade de ferramenta computacional para gerenciamento de  
resíduos químicos em Instituições de Ensino Superior**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Aprovada em: 18 de maio de 2022.

Banca Examinadora:



---

Prof. Dr. Elmo Rodrigues da Silva (Orientador)  
Faculdade de Engenharia - UERJ



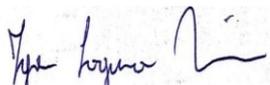
---

Prof. Dr. Luiz Antônio Arnaud Mendes  
Faculdade de Engenharia - UERJ



---

Prof.ª. Dr.ª. Rosane Cristina de Andrade  
Faculdade de Engenharia - UERJ



---

Dr. Igor Laguna Vieira  
Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN/MG)

Rio de Janeiro

2022

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível graças ao apoio dos meus familiares amigos, colegas de trabalho e aos que colaboraram direta ou indiretamente com a sua realização. Desta forma, a seguir, transmito meus sinceros agradecimentos:

Aos meus queridos pais, pelas ações incondicionais de uma vida inteira e, aonde quer que estejam, olham por mim. Para sempre minhas estrelas guias.

À minha irmã Karin e aos meus sobrinhos Theo, Enzo e Mariah, pelo carinho, apoio e companhia de todas as horas.

Às minhas tias, em especial, Sandra e Vera Lúcia, por torcerem para a conclusão deste trabalho.

Às minhas amigas Juliana, Isana, Roberta, Fernanda, Renata, Nylana, Jussara e Andrea e muitas outras, por entenderem que a minha ausência era por um bom motivo.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da UERJ, pela oportunidade em realizar este curso, bem como aos seus professores pelos valiosos conhecimentos transmitidos e aos funcionários pelo efetivo apoio nas questões institucionais.

Ao meu querido e dedicado orientador, Dr. Elmo Rodrigues da Silva, pelos ricos e engrandecedores conhecimentos, pela sensibilidade, compreensão e apoio incondicional neste momento.

Aos integrantes do Projeto Cogere, pelo apoio fundamental na execução dessa pesquisa, em especial, agradeço ao Marcelo Bruno de Lima, gestor competente da Prefeitura dos *campi* da UERJ, pela parceria e generosidade na transmissão de seu conhecimento técnico, bem como aos colegas de equipe e amigos, Neemias Espindola dos Santos e Thiago Lizardo, pela viabilização da ferramenta computacional que foi utilizada, não poupando esforços para isso.

Aos meus amigos e companheiros do curso de mestrado, André Vidal Pessoa e Paulo Alan Mattos Monteiro, por dividirem os momentos de alegria e de tensão, sempre com muito entusiasmo.

Obrigada, Deus.

A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo de busca. E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria.

*Paulo Freire*

## RESUMO

DIAS, Michelle Ferreira. **Avaliação da aplicabilidade de ferramenta computacional para gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino superior**. 2022. 156f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Desde os anos 1970 cresce a participação das universidades nos debates das questões ambientais e na construção de ações em prol do desenvolvimento sustentável. Muitas dessas instituições buscam adotar tal conceito em seus *campi* por meio de políticas institucionais. Contudo, dificuldades são encontradas nesse processo como: falta de comprometimento e de uma cultura ambiental, insuficiência de recursos, descontinuidade das ações, carência de ferramentas computacionais para apoio à gestão, por exemplo. A Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), objeto deste estudo, ainda não possui uma política ambiental formalizada, nem um plano de gerenciamento de resíduos, apesar das ações em curso pela Prefeitura dos seus *campi*. Esta pesquisa visa avaliar a aplicação de uma ferramenta computacional (Sistema de Gerenciamento de Resíduos Perigosos – SIGER) desenvolvida na UERJ e foi aplicada em oito laboratórios do seu Instituto de Química. Os procedimentos utilizados foram: pesquisa bibliográfica, análise documental, questionário, observações *in loco* sobre o manejo dos resíduos nos laboratórios. Após os ajustes nas funções do SIGER para essa finalidade, foi feito o levantamento nos laboratórios, a fim de implementar a base de dados. O estudo mostrou a necessidade de ajustes desse sistema para cumprir melhor a sua função de apoio ao gerenciamento de resíduos. Um dos problemas identificados diz respeito à alta quantidade de informações a serem lançadas na sua base de dados, demandando maior disponibilidade dos técnicos, o que nem sempre ocorre. Foi identificada também a falta de algumas funções no sistema para a sua otimização, como a caracterização por tipo específico de resíduos no gráfico estatístico, possibilitando a identificação na variação de resíduos. Espera-se que a universidade dê continuidade a este trabalho, institucionalizando uma política de gerenciamento de resíduos, em particular dos perigosos, para que ela avance em sua trajetória de promoção da sustentabilidade socioambiental.

Palavras-chave: Resíduos perigosos. Planos de gerenciamento. Universidades brasileiras. Laboratórios químicos. Sustentabilidade ambiental.

## ABSTRACT

DIAS, Michelle Ferreira. Evaluation of the computational tool applicability for chemical waste management in higher education institutions. 2022. 156p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Since the 1970s, the participation of universities in debates on environmental issues and in the construction of actions in favor of sustainable development has grown. Many political institutions search through the concept of their institutional fields. Difficulties are necessarily in this process, such as: lack of commitment and of an environmental one, dependence on resources, continuity of actions, need for computational tools to support management, for example. The State University of Rio de Janeiro (UERJ), object of this study, still does not have a formalized environmental policy, nor a waste management plan, despite the actions underway by the City Hall of its campuses. This research aims to evaluate the application of a computational tool (Hazardous Waste Management System - SIGER) developed at UERJ and applied in eight laboratories of its Institute of Chemistry. The procedures used were: bibliographic research, document analysis, questionnaire, on-site observations on waste management in laboratories. After adjusting the functions of SIGER for this purpose, a survey was carried out in the laboratories to implement the database. The study showed the need for adjustments to this system to better fulfill its role of supporting waste management. One of the problems identified concerns the high amount of information to be released in its database, demanding greater availability of technicians, which is not always the case. It was also identified the lack of some functions in the system for its optimization, such as the characterization by specific type of residues in the statistical graph, allowing the identification of the variation of residues. It is expected that the university will continue this work, institutionalizing a waste management policy, particularly hazardous waste, so that it can advance in its path of promoting socio-environmental sustainability.

Keywords: Hazardous waste. Management plans. Brazilian universities. Chemical laboratories. Environmental sustainability

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma do processo de classificação dos resíduos sólidos.....	19
Figura 2 - Diagrama de <i>Hommel</i> adotado pela <i>National Fire Protection Association</i> (NFPA) .....	36
Figura 3 - Classificação de resíduos químicos e sua destinação .....	44
Figura 4 – Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) .....	55
Figura 5 - Antigo depósito de resíduos - <i>Campus Maracanã/UERJ</i> .....	72
Figura 6 - Sede da Coleta Seletiva de Papel (Projeto Coopere) .....	72
Figura 7 – Abrigo de Resíduos no Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha da UERJ .....	74
Figura 8 - Sede atual do Projeto Cogere.....	74
Figura 9 - Planta de situação do <i>campus</i> da UERJ (Bairro Maracanã) .....	79
Figura 10 – Vista da fachada dos fundos do PHC.....	79
Figura 11 - Tela de inserção do login e senha no SIGER.....	84
Figura 12 - Tela do menu "navegação" do SIGER.....	84
Figura 13 - Tela da entrada de dados da “Segregação, Acondicionamento e Identificação” no SIGER.....	87
Figura 14 - Mapa conceitual da dissertação .....	89
Figura 15 - Retirada de passivos químicos do abrigo de resíduos no PHCL .....	95
Figura 16 - Exemplo de embalagens distribuídas pela Prefeitura dos <i>campi</i> .....	96
Figura 17 - Modelo de rótulo para o descarte de resíduos na UERJ .....	97
Figura 18 - Quantitativo de resíduos em laboratórios - <i>campus</i> Maracanã (2017 a 2020).....	98
Figura 19 - Quantitativo de resíduos dos laboratórios - <i>campus</i> Maracanã (2017 a 2020).....	98
Figura 20 - Tela do SIGER – Definições .....	100
Figura 21 - Laboratório de Graduação do DFQ (sala 300).....	101
Figura 22 - Laboratório de Tecnologia Ambiental (sala 304).....	101
Figura 23 - Laboratório de Microbiologia e Química Ambiental (sala 305).....	102
Figura 24 – Lab. de Microbiologia e Química Ambiental (sala 305/relatório em PDF).....	102
Figura 25 - Laboratório de Catálise Ambiental (sala 319) .....	103
Figura 26 - Laboratório de Catálise Ambiental (sala 319 - relatório em PDF).....	103
Figura 27 - Laboratório de Graduação 1 (sala 323).....	104
Figura 28 - Laboratório de Graduação 1 (sala 323 - relatório em PDF) .....	104
Figura 29 - Laboratório de Tecnologia Analítica de Processo (sala 326) .....	105

Figura 30 – Lab. de Tec. Analítica de Processos (sala 326 - relatório/ PDF) .....	105
Figura 31 - Laboratório de Tecnologia Ambiental II (sala 423) .....	106
Figura 32 - Telas do SIGER de não conformidades nas etapas de manejo (sala 423) .....	106
Figura 33 - Laboratório de Bioprocessos (sala 427).....	107
Figura 34 - Laboratório de Tecnologia Ambiental II (sala 423 – relatório/ PDF) .....	107
Figura 35 - Planilha de controle/etapas de manejo (Lab. Grad. DFQ - sala 300) .....	108
Figura 36 - Planilha de controle/etapas de manejo (Lab. Tec. Amb. - sala 304) .....	108
Figura 37 - Quantidade de geração de resíduos (Lab. de Grad. DFQ - sala 300) .....	109
Figura 38 - Quantidade de geração de resíduos (Lab. Tec. Amb. - sala 304) .....	109
Figura 39 - Variação de geração de resíduos (Lab. Graduação DFQ - sala 300).....	109
Figura 40 - Variação de geração de resíduos (Lab. de Tec. Amb. - sala 304) .....	110
Figura 41 - Roteiro de Transporte interno dos resíduos perigosos.....	110
Figura 42 - Situação encontrada - Recipientes de coleta e transporte .....	111

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Aspectos legais e normativos brasileiros aplicáveis aos resíduos.....	24
Quadro 2 - Alguns elementos para a gestão de segurança de laboratórios.....	26
Quadro 3 - Processos sugeridos para a hierarquia na gestão de resíduos de laboratórios.....	31
Quadro 4 - Procedimentos indicados no manejo de produtos químicos .....	35
Quadro 5 - Tipos de tratamento químico utilizados em laboratórios .....	48
Quadro 6 - Teses e dissertações realizadas na UERJ por pesquisadores do Projeto Cogere ...	76
Quadro 7 - Publicações produzidas por pesquisadores/colaboradores do Projeto Cogere.....	78
Quadro 8 - Lista dos Laboratórios pesquisados .....	92

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Tipos e quantitativo de resíduos dos laboratórios do IQ (2020 a 2021) .....	99
Tabela 2 - Quantitativo de resíduos químicos dos laboratórios (2020 a 2021) .....	99

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
ANVISA	Agência de Vigilância Sanitária
BPL	Boas Práticas de Laboratório
CGTRQ	Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos
CONAMA	Comissão Nacional do Meio Ambiente
COSAT	Comissão de Saúde e Ambiente de Trabalho
DFQ	Departamento de Físico-Química
DGA	Divisão de Gestão Ambiental
DOPI	Departamento de Operações e Projetos Industriais
DPQ	Departamento de Processos Químicos
DQA	Departamento de Química Analítica
DPGI	Departamento de Química Geral e Inorgânica
DQO	Departamento de Química Orgânica
DTPB	Departamento de Tecnologia de Processo Bioquímicos
ENSEQUI	Encontro Nacional de Segurança em Química
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
EPC	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
FAPERJ	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
FCM	Faculdade de Ciências Médicas
FISPQ	Ficha de Informação Segurança de Produtos Químicos
FISQ	Foro Intergovernamental de Segurança Química
GGA	Grupo Gestor Ambiental
GHS	<i>Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals</i>
IQ	Instituto de Química
LABTAM	Laboratório de Tecnologia Ambiental
LANCEN	Laboratório Central do Espírito Santo
MSDS	<i>Material Safety Data Sheet</i>
NBR	Norma Brasileira de Referência

NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
PEAMB	Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental
PGR	Plano de Gerenciamento de Resíduos
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PHLC	Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
POP	Procedimentos Operacionais Padrão
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RSS	Resíduos Sólidos de Saúde
SIG	Sistema de Informação Gerencial
SIGER	Sistema de Gerenciamento dos Serviços de Saúde
SGAS	Secretaria de Gestão Ambiental e Sustentabilidade
SGR	Sistema de Gerenciamento de Resíduos
SIRGIPE	Sistema de Gerenciamento de Resíduos Perigosos
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA	Sistema Unificado de Atenção a Sanidade Agropecuária
SUINFRA	Superintendência de Infraestrutura
SUGERE	Sistema Unificado de Gestão de Resíduos
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFFS	Universidade Federal Fronteira Sul
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPEL	Universidade Federal de Pelotas
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USEPA	<i>Unites States Environmental Protection Agency</i>
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1. ASPECTOS CONCEITUAIS, NORMATIVOS E LEGAIS SOBRE RESÍDUOS .....</b>	<b>19</b>
<b>2. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PERIGOSOS EM LABORATÓRIOS .....</b>	<b>25</b>
2.1 Segurança Química.....	25
2.2 Boas Práticas de Laboratório .....	28
2.3 A hierarquia na segregação de resíduos .....	30
2.4 Inventário de substâncias químicas em laboratórios .....	32
<b>3. PAPEL DAS UNIVERSIDADES NA CONSTRUÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL .....</b>	<b>51</b>
<b>4. O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PERIGOSOS EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS BRASILEIRAS.....</b>	<b>58</b>
4.1 Universidade Estadual de Campinas – Unicamp.....	60
4.2 Universidade Federal do Paraná (UFPR) .....	62
4.3 Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) .....	63
4.4 Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).....	64
4.4 Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).....	65
4.5 Universidade de São Paulo (USP).....	66
4.6 Universidade Federal Fluminense (UFF) .....	68
4.7 Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).....	68
4.8 Universidade Federal de Lavras (UFLA) .....	69
4.9 Universidade Federal Fronteira Sul (UFFS).....	70
4.10 Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).....	71
<b>5. SISTEMAS COMPUTACIONAIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS .</b>	<b>81</b>
5.1 <i>Softwares</i> para apoio ao gerenciamento de resíduos em universidades .....	82
5.2 Sistema de Gerenciamento de Resíduos Serviços de Saúde (SIGER) .....	83
<b>6. METODOLOGIA.....</b>	<b>88</b>
6.1 Tipo de estudo .....	88
6.2 Estrutura conceitual da Dissertação.....	88
6.3 Laboratórios Pesquisados .....	91
6.4 Coleta de Dados.....	92
<b>7. RESULTADOS .....</b>	<b>94</b>

7.1 O Gerenciamento atual dos resíduos gerados no <i>campus</i> Maracanã da UERJ .....	94
7.2 Aplicação do SIGER para apoio ao gerenciamento nos laboratórios do Instituto de Química da UERJ .....	99
<b>8. DISCUSSÃO .....</b>	<b>112</b>
8.1 Sobre ações de sustentabilidade e gerenciamento de resíduos nas universidades pesquisadas.....	112
8.2 Aplicabilidade do SIGER enquanto sistema de informação gerencial.....	115
8.3 Aplicabilidade do SIGER para a identificação de não conformidades .....	116
8.4 Aplicabilidade do SIGER para a identificação e quantificação dos resíduos perigosos ..	117
8.5 Aplicabilidade do SIGER em atendimento à Norma RDC ANVISA nº 222/2018.....	117
8.6 Aplicabilidade do SIGER em atendimento à Lei Federal nº. 12.305/2010.....	118
<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>119</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE 1 - Listas de verificação para armazenamento e descarte de produtos resíduos perigosos .....</b>	<b>137</b>
<b>ANEXO - Cartilha para segregação, acondicionamento e armazenamento temporário de Resíduos Químicos.....</b>	<b>145</b>

## INTRODUÇÃO

O modelo de desenvolvimento capitalista, baseado na produção crescente de bens e serviços voltados para o consumo de massa, tem provocado desequilíbrios na biosfera em escala global devido, entre outros fatores, ao uso intensivo de recursos naturais não renováveis e à poluição generalizada do meio ambiente. Em decorrência desse modelo, a humanidade chegou ao século XXI imersa em problemas complexos de natureza econômica, social e ambiental.

Tais problemas tornam a questão da sustentabilidade ambiental um processo fundamental para a manutenção da vida no planeta e um grande desafio atual e futuro para a sociedade e suas organizações. Cabe salientar que as definições sobre “sustentabilidade” e “desenvolvimento sustentável” refletem diferentes perspectivas. Se por um lado há consenso sobre a busca da satisfação dos objetivos econômicos, ambientais e sociais, para as atuais e futuras gerações, por outro, há uma dificuldade na integração dos critérios ambientais em uma sociedade bastante desigual em termos de justiça e equidade. Portanto, não será possível alcançar a tão almejada “sustentabilidade” se não forem enfrentadas seriamente essas questões (CAMPELO; SILVEIRA, 2016).

Nesse contexto, destaca-se a importância das universidades “na busca por um novo modelo de desenvolvimento que se caracterize pela durabilidade, eficiência, equidade, solidariedade e sustentabilidade” (WACHHOLZ, 2017, p. 16). Assim, diversas instituições, sobretudo a partir dos anos de 1990, passaram a incorporar tais aspectos em suas atividades (AFONSO, 2003; JARDIM, 1998).

Fouto (2002), Tauchen e Brandli (2006), Wachholz (2017), por exemplo, levantaram e analisaram algumas iniciativas no campo da sustentabilidade em universidades brasileiras e internacionais, propondo modelos de gestão ambiental específicos para elas e introduzindo os conceitos de “*EcoCampus*” ou de “*Campus Verde*”, os quais vêm sendo adotados por muitas Instituições de Ensino Superior (IES), sobretudo na Europa e nos EUA.

Apesar dessas iniciativas, muitas são as dificuldades e desafios a serem enfrentados pelas IES, a saber: rigidez organizacional e excessiva burocracia; falta de recursos financeiros; inexistência de política institucional para gestão ambiental, sustentada por programas permanentes de educação para sustentabilidade; pouco comprometimento por parte da comunidade acadêmica; desconhecimento da legislação; ausência de treinamento e capacitação para essa finalidade; resistência ou dificuldade dos profissionais em mudar seus hábitos;

ausência de fiscalização pelos órgãos de controle ambiental, falta de sistemas computacionais para apoio à gestão das informações (ZAGONEL *et al.*, 2019).

Complementarmente, Figuerêdo (2006) afirma que o ensino associado às boas práticas de gestão ambiental é uma obrigação inerente às IES, sendo fundamental a existência de uma política de gestão institucional que busque, entre outros: a responsabilidade social e ambiental; a formação de cultura interna de segurança química nos laboratórios; a otimização dos processos que impliquem no uso racional dos recursos ambientais, materiais e financeiros; além do óbvio, mas nem sempre respeitado, atendimento às normas e legislações.

Cabe esclarecer que a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), local do objeto deste estudo, vem buscando seguir o exemplo de outras universidades, ao propor práticas mais sustentáveis em suas ações. Uma dessas iniciativas ocorreu em 2005, quando o Prefeito dos *campi* criou uma assessoria para tratar do problema dos resíduos, em função de alguns acidentes com produtos químicos ocorridos em laboratórios do Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha (PHLC), localizado no bairro do Maracanã (MONTENEGRO, 2013). Contudo, as ações empreendidas foram descontinuadas devido à mudança na gestão na Prefeitura em meados de 2007.

Para dar prosseguimento ao trabalho iniciado, ainda em 2007, foi criado o Projeto de extensão (Cogere), vinculado ao Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da UERJ e cadastrado no Departamento de Extensão (Depext/ UERJ).

Em 2017, o gerenciamento dos resíduos foi retomado no *Campus* Francisco Negrão de Lima por iniciativa da Prefeitura dos *campi*, com a contratação de dois técnicos para executarem este serviço.

Ao longo desses anos, vários trabalhos foram desenvolvidos por alunos do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PEAMB) e do Programa Multidisciplinar de Meio Ambiente (PPGMA), em colaboração com a equipe do projeto Cogere, sobre temas relacionados à segurança química e à gestão de resíduos de laboratórios (BARROS, 2007; FORNICIARI, 2008; GOMES, 2017; LACERDA, 2008; LIMA, 2012; LONGO, 2006; MENDES, 2005; REIS, 2009). Um dos resultados dessas pesquisas foi o desenvolvimento de duas ferramentas computacionais para apoio ao gerenciamento de resíduos em laboratórios, a saber: a) Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Perigosos – SIGIRPE (MENDES, 2011); b) Sistema de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde – SIGER (SANTOS, 2016b).

Observa-se que muitos problemas apontados nos trabalhos citados são recorrentes em alguns laboratórios da UERJ, como, por exemplo: descarte inadequado dos resíduos; não padronização dos rótulos dos recipientes de armazenamento; falta de fichas de controle de resíduos descartados e de local adequado para seu armazenamento temporário nos laboratórios; falta de treinamento em questões de segurança e manejo de resíduos; existência de passivos químicos etc.

Tais problemas, em parte, decorrem pelo fato da universidade ainda não possuir uma política ambiental institucionalizada e, como consequência, não ter um plano integrado de gerenciamento de resíduos, apesar das iniciativas em curso. Nesse sentido, o planejamento das ações para esta finalidade, depende também do desenvolvimento de ferramenta computacional para a gestão de informações que possa auxiliar a tomada de decisão pelos gestores.

Assim, este estudo visa contribuir com o gerenciamento adequado de tais resíduos no âmbito da UERJ ao avaliar a potencialidade na aplicação de ferramenta computacional (SIGER) para apoio ao gerenciamento de resíduos químicos de laboratórios. Cabe ressaltar que esta pesquisa contou com a valiosa colaboração da equipe do Projeto Cogere e dos técnicos da Prefeitura.

A dissertação está estruturada em quatro capítulos. No primeiro é apresentado os aspectos conceituais e legais relativos aos resíduos. No segundo são abordados temas relacionados à segurança química, às boas práticas de laboratório e o manejo de resíduos em laboratórios. No terceiro é mostrado o papel das universidades na construção da sustentabilidade ambiental, citando alguns exemplos de gerenciamento de resíduos perigosos em universidades públicas brasileiras. No quarto é abordado o gerenciamento de resíduos perigosos em algumas universidades públicas brasileiras. No quinto são apresentados exemplos de sistemas computacionais para o gerenciamento de resíduos, bem como o sistema SIGER, desenvolvido para dar apoio ao gerenciamento dos resíduos na instituição estudada (UERJ). No sexto é apresentada a metodologia da pesquisa em que são descritas as características metodológicas, os instrumentos e os procedimentos para a coleta de dados, para posterior análise do caso estudado. No sétimo têm-se os resultados da pesquisa e no oitavo é apresentada a sua discussão a fim de subsidiar as conclusões e propor as recomendações.

## **Objetivo Geral**

Avaliar a potencialidade na aplicação de ferramenta computacional de apoio ao gerenciamento de resíduos químicos de laboratórios.

## **Objetivos específicos**

- Levantar informações sobre o processo de manejo de resíduos químicos perigosos gerados nos laboratórios selecionados para a pesquisa;
- Avaliar a aplicabilidade do *software* SIGER – Sistema de Gerenciamento dos Serviços de Saúde como instrumento auxiliar para o gerenciamento dos resíduos químicos de laboratórios;
- Analisar os resultados da aplicabilidade do SIGER;
- Propor recomendações para subsidiar um futuro Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) da universidade.

## 1. ASPECTOS CONCEITUAIS, NORMATIVOS E LEGAIS SOBRE RESÍDUOS

Os resíduos perigosos (incluindo os que são gerados em laboratórios de ensino e pesquisa em universidades) são regulamentados pela norma técnica ABNT NBR 10004 (ABNT, 2004)<sup>1</sup>, que classifica os resíduos segundo o seu potencial de risco à saúde humana, animal, vegetal ou às suas estruturas. Segundo esta norma, eles são classificados como:

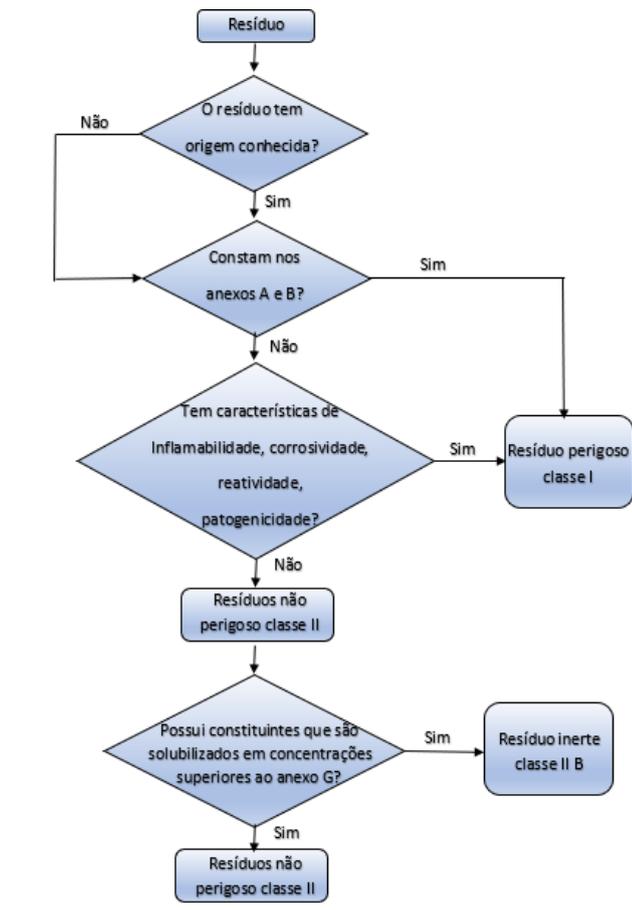
- a) Classe I – Resíduos Perigosos são os que apresentam risco à saúde pública ou ao ambiente, com características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- b) Classe II – Resíduos Não Perigosos;
- c) Classe II A: Resíduos Não inertes são resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes e podem ter propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água;
- d) Classe II B: Resíduos Inertes são resíduos que, submetidos ao teste de solubilização (ABNT NBR 10.006), não apresentam nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água.

A classificação de resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com as listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, 2015). Esse processo de classificação está mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo de classificação dos resíduos sólidos

---

<sup>1</sup> A NBR 10004 segue os preceitos do “Code of Federal Regulations” (CFR), Title 40, “Protection of Environment”, Part 260-265, “Hazardous Waste Management” da EPA (FIGUERÉDO, 2006; SILVA, 2006).



Fonte: ABNT NBR 10.004 (ABNT, 2004).

Conforme estabelece a norma NBR 10.004 (ABNT, 2004), para se classificar um resíduo em função de suas características de inflamabilidade, ele deve apresentar uma das seguintes propriedades:

- Ser líquida e ter ponto de fulgor inferior a 60°C, determinado conforme ABNT NBR 14598 ou equivalente, excetuando-se as soluções aquosas com menos de 24% de álcool em volume;
- Não ser líquida 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 vigorosa e persistentemente, dificultando a extinção do fogo;
- Ser um oxidante definido como substância que pode liberar oxigênio e, como resultado, estimular a combustão e aumentar a intensidade do fogo em outro material;
- Ser um gás comprimido inflamável, conforme a Legislação Federal sobre transporte de produtos perigosos (Portaria nº 204/1997 do Ministério dos Transportes) (ABNT, 2004, p. 3).

Segundo ainda essa norma, às características de corrosividade de um resíduo ocorrem quando este apresenta uma das seguintes propriedades:

- Ser aquosa e apresentar pH inferior ou igual a 2, ou, superior ou igual a 12,5, ou sua mistura com água, na proporção de 1:1 em peso, produzir uma solução que apresente pH inferior a 2 ou superior ou igual a 12,5;
- Ser líquida ou, quando misturada em peso equivalente de água, produzir um líquido e corroer o aço (COPANT 1020) a uma razão maior que 6,35 mm ao ano, a uma temperatura de 55°C, de acordo com USEPA SW 846 ou equivalente. (ABNT, 2004, p. 3).

Segundo Paim *et al.* (2002), em geral, são consideradas fontes de ignição quando: um líquido possua o ponto de fulgor abaixo de 140 °C, um sólido que seja capaz de causar fogo por fricção ou absorção de umidade, ou ainda, que sofra mudanças químicas espontâneas que resultem em queima vigorosa e persistente.

Ainda conforme a norma NBR 10004 (ABNT, 2004), a reatividade de um resíduo ocorre quando este apresenta uma das seguintes propriedades:

- Ser normalmente instável e reagir de forma violenta e imediata, sem detonar;
- Reagir violentamente com a água; c) formar misturas potencialmente explosivas com a água;
- Gerar gases, vapores e fumos tóxicos em quantidades suficientes para provocar danos à saúde pública ou ao meio ambiente, quando misturados com a água;
- Possuir em sua constituição os íons CN<sup>-</sup> ou S<sup>2-</sup> em concentrações que ultrapassem os limites de de 250 mg de HCN liberável por quilograma de resíduo ou 500 mg de H<sub>2</sub>S liberável por quilograma de resíduo, de acordo com ensaio estabelecido no USEPA - SW 846;
- Ser capaz de produzir reação explosiva ou detonante sob a ação de forte estímulo, ação catalítica ou temperatura em ambientes confinados;
- Ser capaz de produzir, prontamente, reação ou decomposição detonante ou explosiva a 25°C e 0,1 MPa (1 atm);
- Ser 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 (ABNT, 2004, p. 4).

Para Paim *et al.* (2002), são consideradas reativas as soluções aquosas de materiais instáveis que: sofram mudanças químicas violentas sem detonação, reajam violentamente com água formando misturas potencialmente explosivas ou gerem gases perigosos ou possivelmente letais. Os materiais detonantes ou explosivos também se incluem nesta classe.

Para se identificar a toxicidade de um resíduo, ele deve apresentar uma das seguintes propriedades:

- a) Quando o extrato obtido desta amostra, segundo a ABNT NBR 10005, contiver qualquer um dos contaminantes em concentrações superiores aos valores constantes no anexo F. Neste caso, o resíduo deve ser caracterizado como tóxico com base no ensaio de lixiviação, com código de identificação constante no anexo F;

- b) Possuir uma ou mais substâncias constantes no anexo C e apresentar toxicidade. Para avaliação dessa toxicidade, devem ser considerados os seguintes fatores: natureza da toxicidade apresentada pelo resíduo; concentração do constituinte no resíduo; potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, tem para migrar do resíduo para o ambiente, sob condições impróprias de manuseio; persistência do constituinte ou qualquer produto tóxico de sua degradação; potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, tem para degradar-se em constituintes não perigosos, considerando a velocidade em que ocorre a degradação; extensão em que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, é capaz de bioacumulação nos ecossistemas; efeito nocivo pela presença de agente teratogênico, mutagênico, carcinogênico ou ecotóxico, associados a substâncias isoladamente ou decorrente do sinergismo entre as substâncias constituintes do resíduo;
- c) Ser constituída por restos de embalagens contaminadas com substâncias constantes nos anexos D ou E;
- d) Resultar de derramamentos ou de produtos fora de especificação ou do prazo de validade que contenham quaisquer substâncias constantes nos anexos D ou E;
- e) Ser comprovadamente letal ao homem;
- f) Possuir substância em concentração comprovadamente letal ao homem ou estudos do resíduo que demonstrem uma DL50 oral para ratos menor que 50 mg/kg ou CL50 inalação para ratos menor que 2 mg/L ou uma DL50 dérmica para coelhos menor que 200 mg/kg. Os códigos destes resíduos são os identificados pelas letras P, U e D, e encontram-se nos anexos D, E e F (ABNT, 2004, p. 4).

Quanto à patogenicidade de um resíduo, a norma considera que:

- Um resíduo é caracterizado como patogênico (código de identificação D004) se uma amostra representativa dele, obtida segundo a ABNT NBR 10007, contiver ou se houver suspeita de conter, microorganismos patogênicos, proteínas virais, ácido desoxirribonucléico (ADN) ou ácido ribonucléico (ARN) recombinantes, organismos geneticamente modificados, plasmídios, cloroplastos, mitocôndrias ou toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais;
- Os resíduos de serviços de saúde deverão ser classificados conforme ABNT NBR 12808. Os resíduos gerados nas estações de tratamento de esgotos domésticos e os resíduos sólidos domiciliares, excetuando-se os originados na assistência à saúde da pessoa ou animal, não serão classificados segundo os critérios de patogenicidade (ABNT, 2004, p.5).

Os agentes prejudiciais à saúde humana ou animal que são associados às características de toxicidade de um resíduo, a NBR 10004 (ABNT, 2004, p. 5) assim os define:

- Agentes carcinogênicos: substâncias, misturas, agentes físicos ou biológicos cuja inalação ingestão e absorção cutânea possa desenvolver câncer ou aumentar sua frequência. O câncer é o resultado de processo anormal, não controlado da diferenciação e proliferação celular, podendo ser iniciado por alteração mutacional;
- Agentes teratogênicos: qualquer substância, mistura, organismo, agente físico ou estado de deficiência que, estando presente durante a vida embrionária ou fetal, produz uma alteração na estrutura ou função do indivíduo dela resultante;
- Agentes mutagênicos: qualquer substância, mistura, agente físico ou biológico cuja inalação, ingestão ou absorção cutânea possa elevar as taxas espontâneas de danos ao material genético e ainda provocar ou aumentar a frequência de defeitos genéticos.

Na Resolução Conama nº 5/1993 (BRASIL, 1993), o resíduo perigoso é caracterizado como toda substância química que apresenta risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente devido às suas características químicas de acordo com a classificação da norma ABNT NBR 10.004. Estes resíduos devem ser submetidos a tratamento e disposição final específicos, de acordo com as características de toxicidade, inflamabilidade, corrosividade e reatividade, segundo exigências do órgão ambiental competente, que vai estabelecer os critérios e padrões para lançamento de efluentes em corpos d'águas.

Os rejeitos a serem eliminados devem atender ao que estabelece Resolução Conama nº. 357/2005 (BRASIL, 2005) que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (SILVA, 2006).

A norma NBR 10004/2004 (ABNT, 2004) define resíduos sólidos como aqueles que se apresentam nos estados sólido e semi-sólido, ou que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente viáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A Política Nacional de Resíduos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº. 12.305/2010 (BRASIL, 2010a), dispõe sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluído os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis e que complementam as normas estabelecidas pelo Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama), devendo com isto elaborarem o plano de gerenciamento de resíduos perigosos (BRASIL, 2020).

Cabe ressaltar que algumas alterações foram feitas na PNRS pelo recente Decreto Federal nº 10.936/2021 (BRASIL, 2022a), a respeito de alguns aspectos relacionados à destinação energética de resíduos perigosos e ao cadastro nacional de operadores de resíduos perigosos.

Para a implementação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Perigosos, faz-se necessário o atendimento às legislações e normas aplicáveis ao tema que visem o comprometimento público, das empresas privadas e sociedade em geral, em prol da proteção da saúde, da segurança e do meio ambiente, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Aspectos legais e normativos brasileiros aplicáveis aos resíduos.

<b>LEGISLAÇÕES</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Lei Federal nº 6.938/1981	Institui a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.
Lei Federal nº 9605/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
Lei Federal nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e altera a Lei nº 9605/1998 e dá outras providências.
Resolução Conama nº 357/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Resolução Conama nº 430/2011	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357.
Resolução Anvisa nº 222/2018	Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências.
Resolução ANTT nº 5947/2021	Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências.
Decreto Federal nº 10.936/2022	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
<b>NORMAS TÉCNICAS - ABNT</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
NBR 11.175/1990	Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de Desempenho - Procedimento
NBR 10157/1987	Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento
NBR 12235/1992	Armazenamento de resíduos sólidos perigosos - Procedimento
NBR 10.004/2004	Resíduos Sólidos – Classificação;
NBR 10.005/2004	Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido
NBR 10.006/2004	Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos
NBR 10.007/2004	Amostragem de Resíduos Perigosos;
NBR 14.725/2009-1	Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 1: Terminologia
NBR 14.725/2009-2	Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 2: Sistema de Classificação de Perigos
NBR 14.725/2009-3	Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 3: Rotulagem
NBR 7500/2017	Identificação para o transporte terrestre para o manuseio, movimentação, armazenamento de produtos.

Fonte: A autora (2022).

## 2. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PERIGOSOS EM LABORATÓRIOS

### 2.1 Segurança Química

A segurança química é o conjunto de estratégias de controle e prevenção de efeitos indesejáveis de produtos químicos, tendo como principal objetivo garantir a sistematização e integração das atividades que os envolvem e o alinhamento das diretrizes governamentais e institucionais (SANTIAGO; GUIMARÃES, 2018). Devem ser implementadas ações para a prevenção de acidentes causados por produtos químicos (derramamentos, incêndio, explosões, contatos acidentais) ou exposição aos riscos decorrentes destes, para resguardar a saúde e segurança dos seus usuários.

A segurança química tem sido abordada desde o ano de 2000 no evento bianual - Encontro Nacional de Segurança em Química (Ensequi), fórum acadêmico para a discussão dessa temática (NOLASCO *et al.*, 2006). O primeiro encontro ocorreu na Unicamp em Campinas – SP, discutindo-se estratégias para implementação de uma política de segurança em laboratórios e o tratamento dos resíduos químicos em universidades (GERBASE *et al.*, 2005).

A terceira sessão do Foro Intergovernamental de Segurança Química – FISQ, realizada em Salvador, em 2000, recomendou ações prioritárias para o manuseio de substâncias químicas, para aplicar as seis áreas programáticas do capítulo 19 da Agenda 21, dentre elas: intercâmbio de informações para a capacitação na gestão segura e saudável e a elaboração de procedimentos que garantam que os materiais perigosos sejam acompanhados de informações de segurança (FIGUERÊDO, 2006).

Em 2004 ocorreu o 3º Ensequi, na Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói/RJ, sendo abordados os aspectos relevantes relacionados ao gerenciamento de resíduos químicos e ao atendimento das exigências da legislação ambiental e políticas de segurança, sendo lançada a Carta de Niterói, apontando ações, como a criação de grupos de trabalho, necessárias para a minimização do impacto ambiental e o risco aos envolvidos em atividades de ensino e pesquisa (GERBASE *et al.*, 2005).

O trabalho realizado nos laboratórios com agentes potencialmente perigosos faz parte da rotina e para reduzir ou eliminá-los, se faz necessário o cuidado com as práticas e regras de segurança (GOMES, 2011). Assim, na gestão dos laboratórios de universidades, a realização

de um programa exitoso e efetivo de segurança química pressupõe o comprometimento de todos para garantir um ambiente saudável e seguro (FOSTER, 2004).

Para tal, um conjunto de ações e procedimentos deve ser estabelecido no que tange aos recursos materiais, técnicos e humanos, como: planos de higiene ocupacional relacionados aos agentes químicos; departamento de higiene ocupacional; políticas e regras de segurança; plano de emergência; inspeção de laboratórios; gerenciamento de substâncias perigosas; gerenciamento de suprimentos; treinamento de empregados e estudantes; comitê departamental de segurança, entre outros (FOSTER, 2003). Alguns desses importantes elementos que compõem a gestão de segurança de laboratórios estão listados no Quadro 2.

Quadro 2 - Alguns elementos para a gestão de segurança de laboratórios

<b>AÇÕES</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Programa de higiene e segurança do trabalho	Devem conter medidas de caráter administrativo, de organização do trabalho e uso de equipamentos de proteção individual – EPI (FOSTER, 2003).
Departamento de Higiene e Segurança do Trabalho	Tem a responsabilidade de assumir a inspeção de laboratórios, atualização de inventários, treinamentos, disponibilizar FISPQ e gerenciamento de substâncias perigosas (FOSTER, 2003).
Políticas e regras de segurança	Visam proteger o pessoal de laboratório, evitando-se as práticas de trabalho inseguras e a exposição a materiais perigosos (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2011).
Plano de emergência	Deve conter instruções claras e precisas com nomes e telefones de contato em casos de derramamento, incêndio, ou em situações de emergências médicas, etc (FOSTER, 2003). Ferramenta de gestão ambiental, presente na norma ISO 14001, seção 4.4.1, que trata da Preparação e Resposta à Emergências. Ela recomenda que as organizações devem estabelecer, implementar e manter procedimentos para identificar potenciais situações de emergências e acidentes que possam ter impactos significativos (DE MARTINI JUNIOR; GUSMÃO, 2009).
Plano de contingência	Visa identificar as respostas para um conjunto de situações de emergências, previamente identificadas, atribuindo tarefas pessoais, equipamentos a serem utilizados e planos de evacuação, caso necessário (FIGUEREDO, 2006).
Inspeção de laboratórios	Observa a existência e usos de EPIs para cada atividade; a estocagem de substâncias químicas; a sinalização e rótulos de produtos; a exaustão; armazenamento de cilindros de gás e dos equipamentos de segurança de emergência (FOSTER, 2003).
Gerenciamento de substâncias perigosas	Deve ser baseado em um plano a ser implementado por um setor responsável pelas etapas de aquisição, recebimento, entrega, armazenamento, estocagem, manuseio e descarte de substâncias perigosas (FOSTER, 2003).
Setor de manutenção	É o setor responsável pelos serviços de ar condicionado, ventilação, iluminação, gases e outros equipamentos, para garantir a segurança e saúde dos usuários (FOSTER, 2003).
Treinamento de funcionários e estudantes	Etapa fundamental que visa orientar funcionários e estudantes sobre riscos associados ao manuseio de produtos químicos e como devem proceder com o descarte dos materiais residuais perigosos (FIGUEREDO, 2006).

Fonte: a autora (2022).

A segurança química é operacionalizada por meio de dispositivos legais e voluntários, bem como por instrumentos, mecanismos e práticas, que são aplicados ao longo de todo o ciclo de vida da substância, em busca de um equilíbrio entre os aspectos sociais, econômicos e ambientais (FIOCRUZ, 2021).

Em relação às substâncias perigosas, a Agência de Vigilância Sanitária (Anvisa) tem a missão de regulamentar, controlar e fiscalizar os produtos e serviços que envolvam riscos à saúde pública, fazendo as seguintes recomendações: implementação de protocolo de compras e de recebimento de doações de reagentes; rotulagem dos recipientes contendo substâncias químicas; sinalização quanto aos riscos e medidas de segurança; codificações e simbologias; procedimentos para neutralização de substâncias ou tratamento de resíduos; cuidados no manuseio de produtos e passivos químicos; riscologia química (diagrama de *Hommel*); embalagem e acondicionamento; fichas de acompanhamento; abrigo seguro em almoxarifado e na destinação de resíduos químicos perigosos (BRASIL, 2006).

Estes procedimentos quando bem planejados e executados implicam no adequado manejo de produtos químicos e materiais residuais, e, quando estão associados às técnicas de minimização na geração de resíduos, propiciam uma maior segurança aos usuários dos laboratórios (FIGUERÊDO, 2006).

## 2.2 Boas Práticas de Laboratório

A adoção de boas práticas de laboratório faz parte de programas de biossegurança<sup>2</sup> que envolvem: a organização do ambiente laboratorial; a utilização correta de equipamentos de proteção; procedimentos seguros na manipulação de material biológico e de substâncias químicas; a utilização de processos de descontaminação; o gerenciamento de substâncias químicas e rotinas a serem seguidas em caso de acidente (TEIXEIRA, 2010).

Em 1981, a *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) recomendou princípios de Boas Práticas de Laboratório (BPL), orientando os laboratórios para que mantivessem um padrão de qualidade em seus serviços, envolvendo preocupações com a segurança dos usuários e com a proteção ao meio ambiente (FIGUEIREDO, 2012). As “BPLs” tiveram início em 1994 com a criação da Comissão Técnica BPL pelo Inmetro. Em 1995 foi elaborada a primeira versão brasileira baseada no documento *Principles on Good Laboratory Practice* pela OECD.

Desde então, foram disponibilizadas revisões, sendo a mais atual publicada em julho de 2009 e nomeada Norma nº NIT-DICLA 035 (TEIXEIRA; VALLE, 2010). De acordo com esta norma, os princípios são aplicados aos planos de segurança ambiental e de saúde exigidos pelos órgãos regulamentadores. O processo de sua implementação não caracteriza a certificação do laboratório, mas sim a sua acreditação em uma atividade específica, sendo ela de caráter voluntário (FRAGA *et al.*, 2012). Trata-se de um sistema de qualidade que contempla o processo organizacional e as condições nas quais estudos não clínicos de segurança à saúde humana e ao meio ambiente são planejados, desenvolvidos, monitorados, registrados, arquivados e relatados (INMETRO, 2021).

---

<sup>2</sup> Segundo o Ministério da Saúde, “a biossegurança compreende um conjunto de ações destinadas a prevenir, controlar, mitigar ou eliminar riscos inerentes às atividades que possam interferir ou comprometer a qualidade de vida, a saúde humana e o meio ambiente. Desta forma, a biossegurança caracteriza-se como estratégica e essencial para a pesquisa e o desenvolvimento sustentável sendo de fundamental importância para avaliar e prevenir os possíveis efeitos adversos de novas tecnologias à saúde” (BRASIL, 2010b, p.15).

Com o intuito de se garantir a aplicação destes princípios, um dos instrumentos utilizados nos laboratórios são os Procedimentos Operacionais Padrão (POP), que são documentos com vistas a padronizar e minimizar a ocorrência de desvios na execução das atividades e evitar variáveis indesejáveis nos serviços prestados (BORBA *et al.*, 2010). Os POPs são procedimentos documentados os quais descrevem como conduzir testes ou atividades não especificadas em detalhes no plano de estudo ou métodos de ensaio (INMETRO, 2021).

Cabe ressaltar que algumas das recomendações de boas práticas utilizadas em padrões microbiológicos são as mesmas utilizadas na segurança no manejo de substâncias químicas, como:

- 1) Não coma, não beba, não fume e não armazene comida em laboratórios; mantenha as mãos distantes do rosto, não tocar nos olhos, nariz e boca ao utilizar luvas; utilize equipamentos de proteção individual (jalecos, óculos de proteção, luvas e proteção de face); elimine ou trabalhe cuidadosamente com objetos cortantes; trabalhe cuidadosamente para minimizar o potencial de substâncias formadoras de aerossol e confine aerossóis o máximo possível nas suas fontes de geração (exemplo: cabines de biossegurança); desinfete superfícies de trabalho e equipamentos depois de utilizá-los; lave as mãos depois de remover equipamentos de proteção individual, depois do contato com materiais contaminados e antes de deixar o laboratório (NATIONAL RESEARCH COUNCIL (2011);
- 2) Cuidados no manuseio e instalação de gases comprimidos devem ser realizados de acordo com as normas de segurança. De maneira geral, os cilindros de gases devem ser acondicionados fora do laboratório, em local especialmente projetado e adequadamente ventilados; protegidos do calor e da umidade; firmemente presos e longe de aparelhos de ar-condicionado (LACEN, 2020);
- 3) Cuidados especiais deverão ser dados às operações onde se realize aquecimento: não utilizar o aquecimento em chama direta ou indireta (bico de *Bunsen*, *Mecker*, maçaricos e outros) com produtos inflamáveis (CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA, 2021).
- 4) Para a lavagem de vidraria, siga a ordem de prioridade: enxágue, lavagem com água e detergente, banho de ultrassom, banho com solução de alcoolato de sódio; banho de solução de ácido; banho com água régia. A água régia é altamente oxidante e reativa e é um produto de ácido nítrico com o clorídrico, dando origem ao cloro molecular e cloreto de nitrosila. A água régia somente poderá ser utilizada, se outros métodos não forem eficientes para limpar a vidraria. Se usar água régia ou solução de alcoolato de sódio, recicle-os em recipientes adequados (GPQM, 2020; TORRERO, 2017).

### 2.3 A hierarquia na segregação de resíduos

A gestão sustentável dos resíduos sólidos pressupõe a adoção de práticas de redução no uso de matérias-primas e de energia, evitando-se o seu desperdício nas fontes geradoras, bem como a reutilização direta e/ou reciclagem de resíduos. Essa hierarquização na gestão, conforme proposta pela Agenda 21, foi denominada de princípio dos “3Rs” (BRASIL, 2006).

De acordo com o art. 9º da Lei Federal nº. 12.305/2010 (BRASIL, 2010a): “na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

No seu parágrafo 1º, ela diz que: “poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental”.

Com relação à hierarquia de gestão de resíduos perigosos gerados em laboratórios e centros de pesquisa, recomenda-se que ela seja pautada na seguinte ordem decrescente de prioridade: 1) redução na fonte que busca minimizar a própria geração, embasada na química verde<sup>3</sup>; 2) reaproveitamento dos resíduos, convertendo-os à sua capacidade de reutilização. E, quando esgotadas estas possibilidades, deve-se seguir ao tratamento interno dos resíduos nos laboratórios para a redução do volume e a toxicidade e, se isso não for possível, parte-se para o tratamento externo. A disposição final é última etapa com o descarte do rejeito dentro das normas e padrões legais (FIGUERÊDO, 2006).

A *National Research Council* (2011) recomenda ainda quatro níveis de ações na gestão dos resíduos, a saber:

---

<sup>3</sup> A **Química Verde** é um ramo da Química que foi definido pela primeira vez em 1991, por John Warner e Paul Anastas, membros da agência ambiental norte-americana *Environmental Protection Agency* (EPA). Isso ocorreu após a criação de uma lei nacional de prevenção à poluição. Os dois a definiram como sendo o desenvolvimento de produtos químicos e processos que buscam a redução ou eliminação do uso e da geração de substâncias perigosas (DIAS, 2022; SILVA *et al.*, 2005).

- **Prevenção da poluição ou redução na fonte:** reduzindo a escala de operações de laboratório, reduzindo a formação de resíduos e substituindo produtos químicos não perigosos ou menos perigosos;
- **Reutilizar ou redistribuir os materiais excedentes:** comprar apenas o necessário e manter os produtos químicos inventariados para evitar a compra de duplicatas;
- **Tratamento, recuperação e reciclagem de materiais dentro dos resíduos:** recuperação energética e segura de substâncias;
- **Descarte por meio de incineração, tratamento ou aterro sanitário:** o descarte é o método menos desejável, embora os aterros de resíduos perigosos modernos possam conter resíduos por muitas décadas há sempre um risco futuro de vazamento, contaminação por escoamento ou outras liberações prejudiciais para o ambiente.

Estas regras básicas devem ser consideradas na implementação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos (PGRS) de uma Universidade, tornando-se o processo mais eficaz na prevenção de cargas poluentes (NOLASCO *et al.*, 2005). As principais etapas que devem estar presentes na gestão de resíduos estão apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Processos sugeridos para a hierarquia na gestão de resíduos de laboratórios

ETAPA	DEFINIÇÕES
Redução na fonte	Qualquer ação que reduza ou elimine a própria geração do material residual na fonte geradora (FIGUERÊDO, 2006). A redução na fonte, também conhecida como prevenção da poluição, reduz ou elimina a geração de resíduos na fonte e refere-se a qualquer prática que reduza o uso de materiais perigosos nos processos produtivos e inclui qualquer prática que reduza a quantidade e/ou toxicidade dos poluentes que entram no fluxo de resíduos antes da reciclagem, tratamento ou descarte (EPA, 2021).
Reuso ou reutilização	Uso do resíduo como insumo sem que o mesmo sofra qualquer tratamento (JARDIM, 1998). O reuso é exemplificado quando produtos químicos excedentes de pesquisas são distribuídos dentro da instituição ou quando produtos velhos, com prazo de validade vencidos são reaproveitados em usos menos nobres, como limpeza de bancadas, neutralização ou precipitação de materiais para descarte (FIGUERÊDO, 2006). Com o objetivo de reduzir os resíduos na química inorgânica, os ciclos e cadeias de experimentos devem ser projetados onde o produto do primeiro experimento pode ser reutilizado como o material inicial para o segundo, economizando substâncias em aulas práticas (SCHNEIDER; WISKAMP, 1994).
Reciclagem	Qualquer ação que viabilize a reutilização de um material residual, na sua forma original, mediante a submissão deste material a algum tipo de processamento, sendo o caso da destilação de solventes orgânicos contaminados, processo o qual regenera os solventes originais (FIGUERÊDO, 2006). O reciclo envolve o uso do material (ou do seu conteúdo energético) após algum tipo de tratamento (JARDIM, 1998). Para ser capaz de realizar processos eficazes de reciclagem, produtos, subprodutos e resíduos indesejados devem ser coletados separadamente. Experimentos de reciclagem são realizados facilmente e destacam interessantes facetas de química inorgânica, como exemplo: o ácido clorídrico diluído pode ser tratado em um processo de reciclagem em um curso de laboratório para iniciantes (SCHNEIDER; WISKAMP, 1994).
Recuperação	Qualquer ação que viabilize a reutilização de um material em forma diferente do original, mediante a sua submissão à algum tipo de processamento: recuperação de materiais de catalisadores e da recuperação de metais preciosos, na forma elementar, a partir do processamento de sais metálicos residuais (FIGUERÊDO, 2006). Os resíduos recuperados podem não somente ser sucessivamente reutilizados no mesmo processo em que foram gerados, como também podem se transformar em matéria prima para outros processos (AMARAL <i>et al.</i> , 2001). Outro exemplo é o sistema de recuperação de cobre em sua forma metálica Cu <sup>0</sup> empregando hidrogênio como redutor em linha de alto vácuo (BENDASSOLLI <i>et al.</i> , 2000). Os solventes com pontos de ebulição baixos, no entanto, de alta vaporização e

	perda para o ar atmosférico é tomado como exemplo, evitando-se com a utilização de uma coluna curta de carvão ativado no processo, absorvendo o diclorometano, sendo proposto em experimentos modelos de aulas práticas para a recuperação do solvente (SANTOS, 2014).
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: a autora (2022).

Os laboratórios químicos convivem rotineiramente com o problema da geração de resíduos perigosos e devem buscar programas gerenciais que sistematizem ações que os direcionem ao seu destino correto. Neste sentido, a Anvisa estabeleceu a normatização do gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS), incluindo os laboratórios de ensino e pesquisa (BRASIL, 2018) propondo as seguintes etapas: segregação; acondicionamento; identificação; transporte interno; armazenamento temporário; armazenamento externo; coleta interna; transporte externo; destinação e disposição final ambientalmente adequada (tratamento), com o objetivo de minimizar a produção de resíduos, dando-se a eles, um encaminhamento seguro de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente. Estas etapas no manejo de resíduos estão detalhadas nas seções a seguir.

#### **2.4 Inventário de substâncias químicas em laboratórios**

O inventário de resíduos perigosos é um instrumento técnico-administrativo utilizado na primeira etapa para subsidiar o Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGR) de uma universidade (NOLASCO *et al.*, 2006). Em geral, ele é implementado em instituições que priorizam a redução de riscos ambientais e nos locais de trabalho, promovendo, entre outras ações, a racionalização do uso de insumos, evitando-se compras desnecessárias, e a minimização de materiais residuais (FIGUERÊDO, 2006).

A metodologia utilizada no inventário de ativos e passivos químicos<sup>4</sup> de laboratórios consiste na realização de entrevistas aos responsáveis dos laboratórios com o objetivo de coletar informações sobre as características dos resíduos e suas principais fontes geradoras. Essas fontes são codificadas e inseridas em um mapa de resíduos e aplicadas à uma planilha específica, contendo também a classificação dos resíduos segundo a norma ABNT NBR 10.004 (PENATTI *et al.*, 2008).

A caracterização dos ativos é automática, pois faz parte do plano de gerenciamento e, em geral, apresenta rótulos íntegros, sendo que a identificação dos passivos pode ser bastante crítica pelos seguintes fatores: ausência total de rótulos ou qualquer outro indicativo do produto; rótulos deteriorados pelo tempo ou ilegíveis; misturas complexas incluindo mais de uma fase (GIL *et al.*, 2007; AMÂNCIO *et al.*, 2013).

No inventário de passivos químicos, utiliza-se um formulário contendo as seguintes informações: área geradora; descrição da composição do resíduo químico; motivo do descarte; quantidade; volume e tipo de embalagem; marca; lote; data de vencimento; e se o frasco estava aberto ou não (ANDRADE *et al.*, 2015).

A frequência de atualizações de inventário químico deve ser no mínimo anual e deve incluir: nome da substância química; número de registro no *Chemical Abstracts Service* (CAS)<sup>5</sup>; nome do fabricante; proprietário/gerador; número do laboratório; localização de produtos químicos dentro do laboratório (FOSTER, 2004).

Sassioto (2005) afirma que o sistema de inventário tem o intuito de aumentar a rastreabilidade de cada resíduo durante o seu ciclo de vida. Ele auxilia na prevenção de novas

---

<sup>4</sup> Entende-se por ativo é aquele resíduo gerado rotineiramente nas atividades de ensino e de pesquisa, ou seja, o principal alvo de qualquer programa de gerenciamento (JARDIM, 1998). O resíduo passivo é aquele já estocado na unidade, o qual muitas vezes não se apresenta totalmente agregado, identificado com data de validade vencida e frascos vazios. Já os ativos são todos os resíduos gerados na rotina de trabalho da unidade geradora, após implantado um programa de gerenciamento de resíduos (GIL *et al.*, 2007).

<sup>5</sup> Para facilitar a identificação das substâncias químicas, existem vários sistemas de numeração. O mais conhecido e utilizado é o número CAS, número de registro fornecido pelo *Chemical Abstracts Service* (CAS). Esta entidade foi fundada em 1907, nos EUA, e começou organizando e indexando a produção científica na área química. A partir de 1965, elaborou um sistema que registra cada substância química com um número (UNIFAL, 2022). Informações sobre o CAS ver: <<https://www.cas.org/pt-br/about/cas-content>>.

aquisições de produtos, elimina estoques em excesso e auxilia o monitoramento das substâncias que se degradam com o tempo (SILVA *et al.*, 2008). Além disso, também contribui com a eliminação dos produtos desatualizados e promove o uso mais eficiente de espaço de armazenamento nos laboratórios. Figuerêdo (2006) aponta outras vantagens desse processo como: economia de recursos financeiros; minimização de materiais residuais; aumento de segurança química; fornecimento de informações para subsidiar planos de gestão; atendimento rápido e eficiente às demandas representadas por auditorias e controle de produtos químicos.

Uma prática recomendável aos laboratórios é a de oferecer o reagente disponível em excesso a outros locais, por meio de bolsa de resíduos, edital de oferta etc., sendo que sua utilização nas atividades de ensino, pesquisa, laudos, entre outros, dependerá do estado do produto e da sua data de validade (AFONSO *et al.*, 2005). A bolsa de resíduos traz agilidade no reaproveitamento e troca de produtos recuperados entre as diversas instituições, trazendo benefícios ao ambiente pela diminuição do volume de resíduos descartados e a compra desnecessária de novos reagentes (ALBERGUINI *et al.*, 2003).

## **2.5 Manejo de substâncias perigosas**

O manejo de materiais residuais é entendido como a ação de gerenciar os resíduos e rejeitos, em seus aspectos intra e extra instituição, desde a geração até a disposição final, incluindo as etapas de acondicionamento, identificação, segregação na fonte, transporte interno, armazenamento temporário, tratamento interno, descarte, transporte externo e disposição final (COSTA, 2012; FIGUERÊDO, 2006; GIL, 2007). Alguns dos aspectos relacionados ao manejo de produtos químicos estão listados no Quadro 4.

Quadro 4 - Procedimentos indicados no manejo de produtos químicos

PROCEDIMENTOS	DESCRIÇÃO
Fluxo da destinação de resíduos químicos perigosos	O fluxo de destinação de cada resíduo no interior das instituições informa o local de geração, horário da coleta e quantidade gerada que facilita o seu rastreamento (BRASIL, 2006).
Identificação dos passivos químicos	Os passivos químicos estocados nas dependências da instituição devem receber classificação como: identificados, não identificados ou misturados/contaminados (BRASIL, 2006).
Recebimento de doações de reagentes	Os reagentes que não mais usados no laboratório, se estiverem dentro do prazo de validade, recomenda-se disponibilizá-los a outros laboratórios para evitar o aumento de resíduos (BRASIL, 2006).
Incompatibilidade química	Deve ser observada a incompatibilidade entre os produtos utilizados nos laboratórios e no seu descarte, pois podem reagir violentamente entre si resultando numa explosão ou podendo produzir gases altamente tóxicos ou inflamáveis (FIOCRUZ, 2021).
Rotulagem	O rótulo do fabricante das substâncias existente na embalagem deve ser protegido com adesivo plastificado para que resista até o descarte final.
Informações de risco	As informações sobre risco das substâncias nos laboratórios, representadas pela letra R, apontam a natureza dos riscos específicos e, as indicadas pela letra S, referem-se as precauções a serem tomadas na utilização da substância química e são seguidas de número (FIGUERÊDO, 2006). Elas são encontradas nos rótulos de insumos químicos e/ou nas Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ e devem fazer parte das rotinas e serem mantidas em local de fácil acesso nas situações de emergências (BRASIL, 2006).
Pictogramas	Representações gráficas simples de objetos ou conceitos são utilizadas para transmitir informações sobre os riscos físicos, ambientais e à saúde, e são geralmente designados para uma classe e/ou categoria de substâncias (FIOCRUZ, 2021). Diagrama de <i>Hommel</i> é um sistema de identificação de riscos desenvolvido pelo <i>National Fire Protection Association – NFPA</i> dos EUA, que tem sido adotado mundialmente por representar clara e diretamente os riscos envolvidos na manipulação de insumos químicos (BRASIL, 2006).
Fichas de segurança química (FISPQ) ou MSDS	São fichas contendo as características dos riscos associadas aos resíduos químicos, conforme a NBR 14725-1 (ABNT, 2010). A FISPQ é conhecida internacionalmente como <i>Material Safety Data Sheet</i> (MSDS), é prevista na Convenção 170 da OIT, em seu artigo 8º (FIGUERÊDO, 2006).
Ficha com Dados de Segurança de Resíduos (FDRS)	Os rótulos de resíduos químicos perigosos devem vir acompanhados pela FDRS, conforme estabelecido pela NBR 16.725 (ABNT, 2014). Ela fornece informações dos resíduos quanto à segurança, saúde e ao meio ambiente e recomendações sobre medidas de precaução e procedimento de emergência (SANTOS, 2016a).
Equipamentos de proteção individual (EPIs)	De acordo a norma NBR 14725-1 (ABNT, 2010), o EPI é todo dispositivo ou produto, de uso individual, utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho, de uso obrigatório e regulamentado pela NR-6 – Equipamento de proteção individual (BRASIL, 2018). São exemplos de EPIs: luva, calçado, máscaras com elemento filtrante, óculos de segurança e jaleco.
Equipamento de proteção coletiva (EPC)	Os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) são dispositivos e sistemas criados com a finalidade prevenir acidentes de grupos de trabalhadores e terceiros que estejam envolvidos na realização de uma determinada atividade (SEDUC, 2021). São exemplos de EPC: cabines de segurança, fluxo laminar de ar, lava olhos, chuveiro de emergência, manta ou cobertor, vaso de areia, extintores de incêndio (FIGUEIREDO, 2012).

Fonte: a autora (2022).

Na seção a seguir será abordada cada uma das etapas necessárias para o adequado manejo de resíduos em laboratórios.

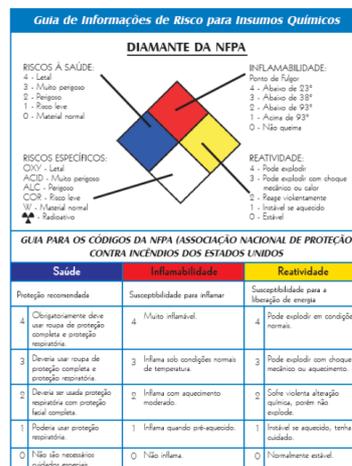
## 2.6 Identificação e classificação de resíduos

Cabe à instituição proceder à classificação dos resíduos perigosos segundo a RDC ANVISA nº 222/2018 (BRASIL, 2018), baseando-se no princípio da precaução, em função de suas características de periculosidade (produto inflamável, corrosivo, reativo ou tóxico) (COSTA, 2012). Deve-se realizar a identificação dos materiais residuais em embalagens de modo a permitir o reconhecimento dos constituintes nela contidos, fornecendo informações ao correto manejo dos materiais residuais (FIGUERÊDO, 2006).

Os recipientes utilizados para o acondicionamento dos resíduos deverão ser rotulados com etiquetas confeccionadas em material resistente ao seu manuseio e armazenagem. Os rótulos devem conter a inscrição “Resíduo Perigoso” ou “Resíduo Químico”, o nome do resíduo químico, bem como sua composição qualitativa, frases e símbolos de risco, o nome do responsável pela geração do resíduo, o volume armazenado e a data de armazenamento (DI VITTA, 2021). Se não for possível informar a composição química básica qualitativa do resíduo de maneira precisa, deve-se fornecer informações detalhadas sobre o processo gerador (CAVALCANTE; DI VITTA, 2014). Os rótulos devem ser elaborados atendendo aos requisitos da norma NBR 16725 (ABNT, 2014).

Uma metodologia adotada para identificação do resíduo é a simbologia de risco *National Fire Protection Association* (NFPA), também conhecida como diagrama de *Hommel* (Figura 2), devendo estar presentes nos rótulos dos recipientes.

Figura 2 - Diagrama de *Hommel* adotado pela *National Fire Protection Association* (NFPA)



Fonte: Brasil (2006).

## 2.7 Segregação de resíduos

A segregação dos resíduos na origem deve estar prevista no momento da geração, de acordo com a classificação e destinação final dos mesmos (COSTA, 2012).

A segregação consiste no ato de separar os resíduos e reagrupá-los em categorias de acordo com os critérios que evitem a mistura de resíduos incompatíveis e/ou os que prejudiquem o processo de tratamento e/ou disposição final, bem como outra classificação que atenda ao objetivo da segregação (UNICAMP, 2021). Ela tem o papel de propiciar um ambiente de trabalho seguro e menos perigoso e deve ser feita no momento e local da geração dos resíduos, de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas, bem como os riscos envolvidos (GIL *et al.*, 2007).

O primeiro critério a ser considerado na segregação de um resíduo é a sua periculosidade, sendo assim, um resíduo perigoso deve ser separado de outro não perigoso. O segundo critério envolve o estado físico do resíduo, com isto, resíduos sólidos devem ser separados de resíduos líquidos (DI VITTA, 2021). No caso de misturas de resíduos em um mesmo recipiente coletor é importante a realização do teste de incompatibilidade química, pois ela pode causar acidentes por combustão, explosão, formação de gases tóxicos, corrosão, entre outros (CAVALCANTE; DI VITTA, 2014; NOLASCO, 2006; FOSTER, 2004).

A segregação e a rotulagem dos resíduos ativos são as medidas mais consideráveis e sem elas toda a implementação de gerenciamento de resíduos se inviabiliza, transformando um ativo conhecido e de fácil destinação, em um passivo incógnito, envolvendo um moroso e custoso processo de identificação, além de acarretar misturas muitas vezes perigosas e cujos tratamentos se tornam inviáveis (NOLASCO *et al.*, 2006).

Os resíduos inorgânicos devem ser segregados segundo as classes a seguir (FONSECA, 2009): soluções aquosas de metais pesados; ácidos e/ou soluções ácidas; bases e/ou soluções básicas; sulfetos; cianetos; mercúrio metálico (recuperação); sais de prata (recuperação); metais pesados.

E os resíduos orgânicos devem ser segregados segundo as classes a seguir (FONSECA, 2009): solventes orgânicos não-halogenados; solventes orgânicos com mais que 5% de água; solventes orgânicos com menos que 5% de água; soluções de material orgânico biodegradável; soluções aquosas contendo substâncias orgânicas; soluções de corantes; soluções de substâncias

carcinogênicas, mutagênicas, teratogênicas ou que apresente toxicidade conhecida; pesticidas (descrever a classe a que pertencem: organoclorados, organofosforados etc.); outras.

## 2.8 Acondicionamento dos resíduos

O acondicionamento é o ato de conter temporariamente o resíduo químico em um recipiente, com as seguintes características: estanque, durável, resistente à punctura, ruptura e vazamento e compatível quanto à forma, volume, peso e natureza química do resíduo produzido e com o equipamento de transporte (UFMG, 2015; NETO, 2009).

Os recipientes ou embalagens primárias que contêm resíduos perigosos devem ser identificados de acordo com a NBR 14725-3 (ABNT, 2012), Rotulagem de Produtos Químicos (*Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals – GHS*) e a NBR 16725 (ABNT, 2014). As caixas para transporte desses recipientes devem ser identificadas conforme Resolução nº 5.232/2016 (BRASIL, 2016) da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), e ABNT NBR 7500 (ABNT, 2017).

Ao transferir uma substância química de um fabricante para outro recipiente, este será chamado de recipiente secundário e deve acompanhar as seguintes informações: nome da substância química; riscos envolvidos; nome do fabricante; nome do pesquisador; e data da transferência para o novo recipiente (FOSTER, 2005).

Alguns procedimentos para o adequado acondicionamento de materiais residuais, conforme recomendados por Figuerêdo (2006, p.145), estão listados a seguir:

- Caracterize previamente o material residual, em termos de composição química e estado físico, para assegurar-se da compatibilidade química e física da substância com o recipiente coletor e com outras substâncias acumuladas na mesma embalagem interna;
- Selecione embalagens compatíveis física e quimicamente com o material residual a ser acondicionado;
- Utilize preferencialmente, sempre que a compatibilidade química assim o permitir e nos casos de materiais que ataquem o vidro, embalagens plásticas de polietileno e de poliestireno, de resistência adequada ao material residual acondicionado;
- Utilize garrafas de vidro âmbar, com tampa de rosca adequada para acondicionar produtos sensíveis à luz como os reagentes orgânicos, sais de prata e iodetos entre outros;
- Reutilize frascos originais do fornecedor, submetidos previamente à um triplice lavagem e devidamente rotulados, para acondicionar materiais residuais de mesma natureza química, sempre que o volume do frasco for adequado aos propósitos do acondicionamento;
- Não utilize garrafas plásticas frágeis, em especial garrafas de comercial, devido ao risco de vazamento durante a estocagem;

- Não utilize recipientes de produtos alimentícios para conter materiais residuais por questão de segurança;
- Inspeccione as embalagens para se precaver contra possibilidade de corrosão, contaminação interna e externa ou quaisquer outras avarias. Embalagens que apresentem sinais de diminuição de sua resistência devem ser descartadas ou recondiçionadas;
- Estime a taxa de geração do material residual para selecionar um tamanho de embalagem que seja proporcional ao conteúdo a ser envasado;
- Nunca exceda a  $\frac{3}{4}$  de capacidade do frasco, ou seja, em frascos de 4L, coloque no máximo 3 L de material residual para manter uma folga de expansão do líquido e ajudar a prevenir vazamentos;
- Utilize tampas adequadas e boa vedação, principalmente no caso de substâncias inflamáveis voláteis ou substâncias corrosivas e mantenha o recipiente sempre fechado;
- Mantenha o recipiente em área bem ventilada, quando estiver em uso;
- Identifique através de rotulagem adequada, o conteúdo do recipiente;
- Evite misturas complexas de modo a favorecer e mesmo viabilizar o reaproveitamento de materiais e o tratamento dos rejeitos;
- Não misture produtos ativos: estes deverão ser desativados e no próprio laboratório;
- Use óculos de proteção, luvas e um jaleco durante o enchimento dos frascos e bombonas;
- Use, se necessário, um sifão ou um funil para realizar a transferência de material para o recipiente, evitando derramamentos e transbordamentos; nunca deixe um funil em um recipiente quando não estiver efetuando a operação de adição de material residual;
- Inventarie cada recipiente envasado para se ter um controle da quantidade de material residual a ser manejado;
- Mantenha o frasco coletor nas proximidades do local de geração e sob controle direto do gerador, enquanto estiver em uso;
- Mantenha em cada laboratório apenas um frasco, em uso, para recolher cada tipo de resíduo ou rejeito segregado. Uma vez cheios, estes frascos devem ser recolhidos dos diversos laboratórios e reunidos em um entreposto setorial ou institucional;
- Use nos laboratórios frascos coletores menores, com capacidade inferior a 10-15L. No entreposto setorial ou institucional os materiais residuais podem ser acumulados em recipientes maiores (30, 60, 200 L) para que o reaproveitamento do resíduo ou o tratamento do rejeito ocorram em uma escala técnica e economicamente viável.

## 2.9 Transporte interno de resíduos

O recolhimento e transporte interno consistem no deslocamento dos resíduos dos pontos de geração até local destinado ao armazenamento temporário ou armazenamento externo, com a finalidade de disponibilização para a coleta (BRASIL, 2006). Para instalações prediais verticais podem ser utilizados elevadores, já no caso de instalações horizontais podem ser utilizados carrinhos de carregamento individual e de pequenos volumes, não motorizados, ou outro meio, dependendo da disponibilidade financeira e logística de cada instituição (NOLASCO, 2006).

A coleta e o transporte dos resíduos dos laboratórios devem ser realizados por um responsável indicado, que deverá utilizar um carrinho específico para esta finalidade

(FIGUEIREDO, 2012). Na etapa de transporte, a coleta interna de resíduos deverá atender às necessidades da unidade geradora quanto à frequência e horários (COSTA, 2012).

O transporte interno de produtos químicos deve ser cuidadoso, para evitar derramamentos, quedas, vazamentos e choques (LANCEN, 2019), não sendo permitido o transporte simultâneo de grupos de resíduos diferentes que possam apresentar incompatibilidade. O transporte deve ser realizado sem esforço excessivo ou risco de acidentes para o usuário. Após as coletas, o funcionário deve lavar as mãos ainda enluvadas, retirar as luvas e colocá-las em local próprio (BRASIL, 2006).

Os equipamentos para o transporte interno (carros de coleta) devem ser constituídos de material rígido, lavável, impermeável e dotados de tampa articulada ao próprio corpo do equipamento, cantos e bordas abauladas. Os carros de coleta devem ter, preferencialmente, pneus de borracha e estar devidamente identificados com símbolos de risco do resíduo. Os recipientes com mais de 400 litros de capacidade devem possuir válvula de dreno no fundo (BRASIL, 2006).

O responsável por este serviço deve seguir as recomendações para o transporte interno seguro (LANCEN, 2019): transportar recipientes de vidro acondicionados em caixas de material resistente e a prova de vazamento; utilizar carrinhos apropriados para o transporte de cilindros de gás; não pegar os frascos pelo gargalo, ao transferi-los para a caixa de transporte; usar avental, luvas e óculos de proteção durante o transporte; e, sempre que possível, levar o *kit* de emergência, para o caso de acidente.

## **2.10 Armazenamento de resíduos**

O armazenamento interno é um local para a guarda temporária dos resíduos já acondicionados em locais próximos aos pontos de geração, visando gerar a coleta dentro do estabelecimento e otimizar o deslocamento entre os pontos geradores e a coleta externa, podendo ficar armazenados em um local específico dentro da própria área de trabalho, se estiverem em pequenos volumes (BRASIL, 2018). Já o armazenamento externo é um local reservado para a guarda até a etapa da coleta externa.

Os resíduos devem passar por inertização por tratamento químico, quando necessário. Todas as bombonas contendo líquidos ou pastas devem ser neutras ou levemente básicas e

reduzidoras, reduzindo o risco de incompatibilidade em caso de acidentes. Com isto, não se deve armazenar resíduos ácidos em recipientes metálicos e nem encher o recipiente (utilizar no máximo 90 % do seu volume) (CUNHA, 2001; PAIM *et al.*, 2002).

Os resíduos à espera de tratamento ou prontos para a disposição final deverão ser armazenados provisoriamente em um local apropriado seguindo as normas NBR 12.235 - armazenamento de resíduos sólidos perigosos (ABNT, 1992) e aplica-se a todos e quaisquer resíduos perigosos Classe I, conforme definido na ABNT NBR 10.004.

O armazenamento em containers e/ou tambores deve obedecer às seguintes condições, dentre outras, segundo a NBR 12.235 (ABNT, 1992):

- Os contêineres e/ou tambores devem se apresentar em boas condições de uso, sem ferrugem acentuada nem defeitos estruturais aparentes;
- Dependendo das características dos resíduos a serem armazenados, os contêineres e/ou tambores devem ser de material compatível ou ter recebido algum tipo de revestimento ou impermeabilização, de modo a evitar reações indesejáveis e, conseqüentemente, danos ao recipiente;
- Os recipientes contendo os resíduos devem estar sempre fechados, exceto por ocasião da manipulação dos resíduos, seja adição ou remoção;
- Um contêiner e/ou tambor contendo resíduos perigosos não deve ser aberto, manuseado ou armazenado de modo a possibilitar o vazamento do material ou, ainda, o rompimento ou dano ao recipiente;
- As operações de transferência, armazenamento, adição, retirada, abertura e fechamento de recipientes (contêineres, tambores, etc.) com resíduos corrosivos, tóxicos ou, sob qualquer outro modo nocivos ao homem, devem ser executadas com pessoal dotado do Equipamento de Proteção Individual (EPI) adequado;
- Os recipientes devem ser dispostos na área de armazenamento, de tal forma que possam ser inspecionados visualmente;
- Cada recipiente deve ser identificado quanto a seu conteúdo, sendo que essa identificação deve ser efetuada de forma a resistir à manipulação dos mesmos, bem como as condições da área de armazenamento em relação a eventuais intempéries;
- Cada recipiente deve ser armazenado em sua área específica de acordo com as características de compatibilidade dos resíduos.

A escolha da área e das instalações adequadas para a estocagem de materiais residuais exige a consideração de questões relativas à segurança, à saúde e o conhecimento prévio das propriedades físicas e químicas das substâncias (FIGUERÊDO, 2006).

Para armazenar solventes inflamáveis, recomenda-se construções feitas de alvenaria contendo: prateleiras com revestimento em tinta epóxi; não possuir janelas para evitar a entrada de luminosidade; ventilação mantida por elementos vazados e portão de chapas perfuradas; piso confeccionado em placas de concreto vazadas, permitindo no caso de derramamentos acidentais, o escoamento do resíduo por uma canaleta onde o resíduo pode ser recolhido; não possuir fontes de eletricidade para evitar possíveis explosões devido a formação de vapores. (ALBERGUINI *et al.*, 2003; BRASIL, 2006). Estes locais de armazenagem de resíduos devem

permitir facilidade de acesso e operação das coletas internas e externas (COSTA, 2012). O abrigo de resíduos deve ser projetado, construído e operado conforme as recomendações a seguir (BRASIL, 2006):

- Ter porta dotada de proteção inferior, impedindo o acesso de vetores e roedores;
- Ter piso com caimento na direção das canaletas ou ralos;
- Estar identificado, em local de fácil visualização, com sinalização de segurança - com a palavra Resíduos Químicos - com símbolo;
- Prever a blindagem dos pontos internos de energia elétrica, quando houver armazenamento de resíduos inflamáveis;
- Ter dispositivo de forma a evitar incidência direta de luz solar;
- ter sistema de combate a incêndio por meio de extintores de CO<sub>2</sub> e PQS (pó químico seco);
- Ter *kit* de emergência para os casos de derramamento ou vazamento, incluindo produtos absorventes;
- Armazenar os resíduos constituídos de produtos perigosos corrosivos e inflamáveis próximos ao piso;
- Observar as medidas de segurança recomendadas para produtos químicos que podem formar peróxidos;
- Não receber nem armazenar resíduos sem identificação;
- Organizar o armazenamento de acordo com critérios de compatibilidade, segregando os resíduos em bandejas;
- Manter registro dos resíduos recebidos;
- Manter o local trancado, impedindo o acesso de pessoas não autorizadas.

## 2.11 Tratamento de Resíduos

O tratamento de resíduos perigosos consiste em método, técnica ou processo realizado para mudar as características ou a composição física, química, biológica de materiais residuais a fim de recuperar ou reciclar o que for de interesse, recuperar energia e reduzir volume e/ou transformá-los em não perigosos ou menos perigoso para transporte, estocagem e disposição final (FIGUERÊDO, 2006). E ainda, o tratamento é voltado para a imobilização de componentes perigosos, fixando-os em materiais insolúveis. Segundo Tocchetto (2005), as principais formas de tratamento são: conversão dos constituintes tóxicos em formas menos perigosas ou insolúveis; alteração da estrutura química facilitando sua incorporação ao ambiente; destruição dos compostos tóxicos; separação das frações tóxicas, reduzindo volume e periculosidade.

O tratamento de resíduos *in situ* deve ser priorizado para o mínimo ser encaminhado para tratamento fora da unidade geradora (destinação final) (JARDIM, 1998). Este tratamento pode ser executado dentro da própria instituição, sob a responsabilidade do gerador, no próprio

laboratório ou setor gerador ou ainda, em uma central institucional que agregue corrente maior ou mais complexa de materiais residuais para tratamento.

Forti e Alcaide (2011) recomendam que o resíduo não classificado como perigoso pode ser descartado como resíduo comum. No caso de resíduos químicos, os devidos cuidados têm que ser tomados e quando existem dúvidas quanto ao procedimento correto, a melhor opção é nunca descartar nas lixeiras ou na rede de esgotos, procurando sempre a orientação do gestor. É indicado também verificar a possibilidade de doação, reciclagem ou recuperação dos resíduos.

Se a opção for a de realizar o descarte na rede de esgoto ou nas lixeiras de resíduo comum, algumas regras devem ser seguidas rigorosamente. Segundo essas autoras, alguns compostos podem ser descartados como resíduo comum com a devida diluição, como, por exemplo:

- **Orgânicos:** Açúcares; amido; aminoácidos e sais de ocorrência natural; ácido cítrico e seus sais (Na, K, Mg, Ca, NH<sub>4</sub>); ácido lático e seus sais (Na, K, Mg, Ca, NH<sub>4</sub>),
- **Inorgânicos:** a) Sulfatos, carbonatos: Na, K, Mg, Ca, Sr, NH<sub>4</sub>; b) Óxidos: B, Mg, Ca, Sr, Al, Si, Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Zn c); Cloretos: Na, K, Mg d); Boratos: Na, K, Mg, Ca,
- **Não devem ser descartados no lixo comum:** hidrocarboneto halogenado; composto inflamável em água; explosivos como azidas e peróxidos; polímeros que se solubilizam em água formando gel; materiais que possuem reatividade com a água; produtos químicos malcheirosos; nitrocompostos; brometo de etídio; formol; materiais contaminados com produtos químicos perigosos: absorventes cromatográficos, sílica, alumina, sephadex, vidros, papel de filtro, luvas e outros materiais descartáveis contaminados.

O Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ) da Universidade Federal do Rio do Grande do Sul, em seu Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, propõe um fluxo para a classificação de resíduos químicos e de sua destinação conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Classificação de resíduos químicos e sua destinação



Fonte: UFRGS (2022a).

A seguir, serão apresentados alguns processos de tratamento de resíduos perigosos que, na maioria das vezes, são constituídos por uma sequência de operações unitárias químicas, físicas e ainda envolve os processos biológicos e térmicos (LIMA JUNIOR, 2001; NOLASCO *et al.*, 2006).

### 2.11.1 Tratamento Térmico

O tratamento térmico de resíduos é todo processo cuja operação é realizada acima da temperatura mínima de 800° C de acordo com a Resolução Conama nº 316/2002 (BRASIL, 2002). Os principais processos são: incineração; coprocessamento; combustão em caldeiras e fornos; detonação e vitrificação (FIGUERÊDO, 2006).

A incineração é o processo de pré-tratamento mais utilizado na destruição de resíduos perigosos (FONSECA, 2009). Porém, para muitos pesquisadores a incineração trata-se de um método de disposição e não de tratamento (LIMA JUNIOR, 2001).

O processo de incineração ocorre numa atmosfera oxidante, e numa temperatura superior a 900°C. Em geral, o calor requerido para a incineração é oriundo da oxidação das ligações orgânicas de carbono e hidrogênio que existem no interior do resíduo (LIMA JUNIOR,

2001). É usado para destruir a fração orgânica do material residual, e diminuir o seu volume, enquanto a fração inorgânica, notadamente metais pesados, é recolhida pelos equipamentos de controle de poluição e dispostas em aterros sanitários (FIGUERÊDO, 2006).

A incineração é eficiente com resíduos orgânicos, contudo não é capaz de destruir compostos inorgânicos, podendo apenas concentrá-los nas cinzas, tomando o transporte e disposição mais segura (LIMA JUNIOR, 2001).

O coprocessamento é a técnica de queimar rejeitos, concomitantemente com a produção de cimento, em fornos de fabricação de clínquer. Os compostos orgânicos são queimados com alta eficiência devido à elevada temperatura de operação do forno – da ordem de 1400° C – enquanto os materiais inorgânicos reagem com as matérias primas passando a fazer parte da estrutura cristalina do clínquer, sem prejudicar a qualidade do cimento (FIGUERÊDO, 2006). Apesar desta tecnologia ser amplamente utilizada no Brasil, existem riscos à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente devido à formação e emissão de partículas poluentes, volatilização de metais pesados, bem como sua concentração no cimento e ainda o risco de acidentes durante o transporte dos resíduos da fonte geradora à indústria cimenteira (ROCHA; LINS; ESPÍRITO SANTO, 2011).

A combustão em fornos industriais é normalmente realizada com o objetivo de recuperar materiais e energia. Já a detonação é um método usado para tratar materiais explosivos e altamente reativos, principalmente orgânicos, os quais sofrem separação molecular nas temperaturas extremamente altas geradas durante a detonação. A vitrificação é uma tecnologia que usa altas temperaturas para transformar o resíduo em um material vítreo fundido. O subsequente resfriamento do material fundido resulta em blocos sólidos que são resistentes à lixiviação de constituintes perigosos (FIGUERÊDO, 2006).

Outro tipo de tratamento térmico para destruição de resíduos é o arco de plasma que é aplicada à substância tóxica temperaturas de até 15000°C sob a forma de nuvem de gás superaquecida (tocha de plasma), que a transforma numa forma atômica ou iônica, o material resultante é um resíduo vítreo e não drenável. Ele é um sistema que pode substituir a incineração, o coprocessamento em fornos de cimento e aterros especiais, porém no Brasil é pouco utilizado (FACÓ, 2004).

### 2.11.2 Tratamento físico

Os métodos de tratamento físico envolvem a remoção física, a microencapsulação e a estabilização. A remoção física é um processo que remove os constituintes perigosos dos materiais residuais através de técnicas de separação como destilação, evaporação, extração por solvente e por arraste de vapor, cristalização, precipitação, filtração, troca iônica, adsorção, osmose reversa, quelação, entre outros (FIGUERÊDO, 2006).

A destilação é uma tecnologia de tratamento que utiliza a temperatura com o parâmetro de processo e é aplicável no tratamento de resíduos contendo compostos orgânicos que são voláteis o bastante para serem removidos pela aplicação de calor. De forma simplificada, a destilação consiste no aquecimento do resíduo até o seu ponto de ebulição, separação dos vapores da fase líquida, e então condensação do vapor formando uma nova fase líquida. O condensado contém uma maior concentração no material mais volátil do que havia originalmente na alimentação (LIMA JUNIOR, 2001).

A extração por arraste de vapor é uma tecnologia de tratamento usualmente empregada para remover compostos orgânicos de correntes residuais líquidas. O processo envolve a aplicação direta de vapor a um líquido e a subsequente condensação dos compostos orgânicos extraídos. Este método não só remove os constituintes perigosos do material residual, como também pode ter o benefício de tornar esses constituintes menos tóxicos (FIGUERÊDO, 2006).

O processo de filtração passa pelas seguintes etapas: ação mecânica de filtrar; sedimentação de partículas sobre o leito; floculação de partículas, que estavam em formação, pelo aumento da possibilidade de contato entre elas; e formação de película gelatinosa no meio filtrante, promovida por microrganismos que aí se desenvolvem (LIMA JUNIOR, 2001).

A sedimentação pode ter como objetivo a clarificação do líquido, o espessamento da suspensão ou a lavagem dos sólidos (como é o caso da lavagem da lama de carbonato na indústria da celulose pelo processo sulfato). Para isto, realiza-se uma suspensão com baixa concentração de sólidos para obter um líquido com um mínimo de sólidos, obtém-se também uma suspensão mais concentrada do que a inicial, mas o objetivo é clarificar o líquido (LIMA JUNIOR, 2001).

A centrifugação consiste na separação entre sólidos e líquidos através da rápida mistura deles em um vaso. É utilizada a força centrífuga para acelerar a sedimentação de partículas do meio líquido. As unidades de filtração usam a força centrífuga para direcionar o fluxo através do filtro nas centrífugas e assim aumentar a taxa de filtração (LIMA JUNIOR, 2001).

### 2.11.3 Tratamento químico

Tratamentos químicos são tecnologias que empregam algum tipo de produto químico para transformar os componentes originais em outros menos perigosos ou até para reduzir volume ou facilitar a posterior remoção física de constituintes perigosos dos materiais residuais. São aplicados usualmente em instituições de ensino e pesquisa: neutralização ácido-base; precipitação química/clarificação; oxiredução; absorção em carvão ativado e a troca iônica (FIGUEIRÊDO, 2006). Constituem-se como tratamentos que alteram a constituição química do resíduo e são empregados, principalmente, na eliminação de componentes tóxicos (LIMA JUNIOR, 2001). Os tratamentos mais comuns e os mais usuais citados em PGRs são a neutralização ácido/base e a precipitação química de metais (NOLASCO, 2006).

Existem modelos de gestão de resíduos químicos que contemplam parte do tratamento internamente na instituição (no laboratório ou numa unidade específica de tratamento) ou direcionam para tratamento externo em empresas especializadas neste serviço. Os tipos de tratamento químico internamente mais comumente utilizados nos laboratórios encontram-se apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Tipos de tratamento químico utilizados em laboratórios

TRATAMENTO	DESCRIÇÃO
Neutralização	A neutralização consiste em minimizar a periculosidade do resíduo por meio de reações químicas que aumentem a sua compatibilidade com outros resíduos (CUNHA, 2001). Ela indica uma reação entre um ácido e uma base em quantidades proporcionais de modo a cancelar ou neutralizar características ácidas ou básicas do meio (MEDINA <i>et al.</i> , 2010). É um procedimento relativamente simples usado para reduzir a corrosividade de um material por meio da elevação ou redução do pH, atingindo uma taxa considerada neutra, geralmente entre 6 e 9 (FIGUEIRÊDO, 2006).
Precipitação química de metais	A precipitação química é amplamente usada em sistemas aquosos e não aquosos para remover metais tóxicos presentes nas correntes de resíduos (LIMA JUNIOR, 2001). É uma das técnicas mais usadas devido a simplicidade de operação e obtenção de sobrenadante com reduzida concentração de resíduos perigosos. Ela ocorre através de elevação do pH da solução por meio da adição de hidróxidos, sulfetos, cloretos, sulfatos ou carbonatos. A maioria dos cátions pode ser precipitada como sulfetos insolúveis por tratamento como sulfeto de sódio em solução neutra. Entretanto, a concentração de sulfetos na solução deve ser rigorosamente controlada por meio do pH, para impedir a redissolução dos sulfetos. Excesso de sulfeto pode ser destruído por hipoclorito (FIGUEIRÊDO, 2006). A concentração do precipitado é obtida por técnicas de sedimentação, tais como coagulação e floculação. O sistema pode ser utilizado em sistemas aquosos como uma etapa de pré-tratamento antes das águas residuárias serem submetidas a um tratamento biológico. A precipitação química usa a adição de substâncias químicas para converter um componente solúvel presente em uma alimentação líquida em um material sólido insolúvel. O precipitado pode então ser removido da solução por filtração, flotação ou sedimentação. O processo é amplamente utilizado para a remoção de metais tóxicos dissolvidos, como sais insolúveis. Os principais agentes precipitantes usados para converter metais solúveis e compostos inorgânicos à suas formas mais insolúveis, incluem cal, soda cáustica, sulfeto de sódio, e em menor extensão, carbonato de cálcio, fosfato e sulfeto ferroso (LIMA JUNIOR, 2001).

Fonte: a autora (2022).

## 2.12 Transporte externo de resíduos

Trata-se da remoção dos resíduos perigosos do abrigo de resíduos (armazenamento externo) até a unidade de tratamento ou disposição final, utilizando-se técnicas que garantam a preservação das condições de acondicionamento e a integridade dos trabalhadores, da população e do meio ambiente, devendo estar de acordo com as orientações dos órgãos de limpeza urbana (BRASIL, 2018).

No transporte de resíduos químicos perigosos, o veículo deverá portar o Certificado de Capacitação para Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos Fracionados, devendo, ainda, atender ao disposto nas Normas NBR 7.500 (ABNT, 2017), NBR 7.503 (ABNT, 2020a) e NBR 9.735 (ABNT, 2020b).

O transporte de produtos perigosos é regulamentado pela Resolução da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) nº 5.947 (BRASIL, 2021), que aprova as instruções complementares para fiscalização de transporte rodoviário de produtos perigosos no âmbito nacional.

### **2.13 Descarte/Disposição final dos resíduos**

Este processo consiste na destinação definitiva de resíduos no solo ou em locais previamente preparados para recebê-los que dependerá de aprovação do órgão regulador que atende a região onde está localizado o estabelecimento. Na solicitação, além das informações de caracterização qualitativa e estimativa de geração anual de cada resíduo, deve ser indicada a destinação e a forma de tratamento externo para este fim: para recuperação, para descarte, incineração ou aterros Classe I (BRASIL, 2018).

Pela legislação brasileira a disposição de resíduos deve atender a critérios técnicos de construção, instalação, ampliação, modificação e operação, para as quais é exigido licenciamento ambiental de acordo com a Resolução Conama nº 237/1997 (BRASIL, 1997).

Deve-se contratar empresa especializada, autorizada por órgão de controle e fiscalização ambiental federal e estadual, que emitirá o certificado de aprovação para a disposição final dos resíduos e procederá ao adequado tratamento e/ou destinação. É importante que se atenda às condições básicas de segurança de modo a não alterar a quantidade/qualidade deles (FIGUEIREDO, 2012).

A seguir são descritas as principais opções de tratamento e disposição final de resíduos químicos (UNICAMP, 2021, p. 7):

- Incineração: resíduos predominantemente orgânicos, halogenados ou não, podendo conter quantidades limitadas de metais tóxicos e cinzas;
- Recuperação de solventes: os solventes exaustos ou contaminados podem ser recuperados quando for técnica e economicamente viável;
- Coprocessamento em fornos de cimento: poderão ser encaminhados apenas resíduos que possam substituir parte do combustível do forno do cimento (alto poder calorífico) ou parte da matéria prima (compostos de cálcio, silício ou alumínio);
- Aterro para Resíduos Perigosos: classe I - aterro industrial - Técnica de disposição final de resíduos químicos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública, minimizando os impactos ambientais e utilizando procedimentos específicos de engenharia para o confinamento destes (BRASIL, 2006). Devem ser destinados resíduos predominantemente inorgânicos sólidos com no máximo 5% de umidade, após comprovada a inviabilidade de outras alternativas de tratamento ou disposição final. Recomenda-se o uso de técnicas como estabilização e/ou solidificação para

resíduos contendo metais agudamente tóxicos como arsênio, chumbo, sais de mercúrio, entre outros;

- Aterro Sanitário com codisposição: podem receber além de resíduos não perigosos domésticos e administrativos, resíduos não perigosos gerados em atividades de serviço, pesquisa e manutenção.

Como forma de enfrentar os problemas relacionados ao manejo de resíduos em laboratórios, muitas universidades brasileiras vêm desenvolvendo programas e projetos para a melhoria de seu manejo, implicando em um melhor desempenho ambiental e segurança no trabalho. Algumas experiências neste sentido serão abordadas a seguir.

### 3. PAPEL DAS UNIVERSIDADES NA CONSTRUÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

As questões ambientais globais tornaram-se um dos temas importantes nos debates e nas preocupações das organizações públicas, privadas e da sociedade civil. Portanto, as universidades, enquanto produtoras e disseminadoras do conhecimento, devem participar ativamente desse debate.

Tais questões, agravadas pelas mudanças climáticas, estão relacionadas ao ciclo de crises econômicas e sociais que ocorrem no modelo de desenvolvimento econômico, o qual é liderado pelos países industrializados e mais ricos. Esse modelo baseia-se na crença do progresso contínuo e na inovação tecnológica que, de certa forma, tem perpetuado a exclusão social e a degradação ambiental em todo o mundo. Em muitos aspectos, ainda que tenham ocorrido avanços tecnológicos em muitos países, tal modelo ainda é bastante dependente da exploração dos recursos naturais não renováveis, principalmente do petróleo, subestimando assim a complexa cadeia ecossistêmica que dá a base da sustentabilidade da vida em todos os seus níveis (SILVA *et al.*, 2009).

Esses impactos cumulativos sobre a biosfera explicam, em parte, a incidência de doenças epidêmicas provocadas por arbovírus, a exemplo da febre amarela, dengue, zika, ebola, gripe aviária e, mais recentemente, a pandemia da Covid-19, provocada pelo coronavírus SARS-CoV 2, causando a morbidade e óbitos em grande escala em todo mundo. Isso torna ainda mais agudas as crises econômicas, sanitárias, sociais e ambientais herdadas do século passado, se interconectando, na atualidade, em graus e proporções imprevisíveis em termos de conflitos humanos (CASTRO *et al.*, 2020).

Há algum tempo, as consequências desse modelo de sociedade de consumo vêm sendo denunciadas por cientistas, organizações internacionais e meios de comunicação. Tais formadores de opinião apontam para a necessidade de se construir outro tipo de desenvolvimento, mais sustentável, que respeite os processos naturais, as culturas e as crenças dos povos, além de assumir compromissos efetivos que garantam a sobrevivência das próximas gerações (SILVA *et al.*, 2009).

Por outro lado, é fato que muitos dos princípios da sustentabilidade vêm sendo incorporados por diversas organizações em todo o mundo, reforçando a necessidade premente de se promover transformações estruturais que levem a uma maior equidade social, a melhoria

dos aspectos socioculturais, a uma maior eficiência econômica com um menor impacto ambiental das atividades (PROENÇA, 2018).

No contexto internacional, o debate acerca da crise ambiental teve um avanço na primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), realizada em Estocolmo, Suécia, em 1972. Entretanto, foi em sua segunda versão, em 1992, na cidade do Rio de Janeiro (Rio-92), que o desenvolvimento sustentável, considerando os aspectos de crescimento econômico, da inclusão social e da proteção ambiental, foi reconhecido como um conceito relevante a ser implementado em todo o mundo.

Desde então, as IES passaram a desempenhar seu protagonismo, desenvolvendo metodologias, tecnologias e estudos para avaliar a dimensão dos impactos desse modelo de desenvolvimento. Além disso, foram empreendidas algumas ações sustentáveis em seus campi, por meio da implantação de políticas ambientais voltadas para a gestão ambiental (TAUCHEN; BRANDLI, 2006). Zagonel et al. (2019) citam também a importância da participação das IES nos debates internacionais a esse respeito.

Matos *et al.* (2015) esclarecem que a Declaração de Talloires, organizada pela Unesco, em Paris (1990), por exemplo, foi o primeiro documento oficial subscrito por universidades de todo o mundo, se comprometendo com o Desenvolvimento Sustentável. A Declaração de Halifax (Canadá, 1991) apontava para a responsabilidade das universidades na construção de políticas e ações em prol da sustentabilidade.

No campo das grandes conferências mundiais, a Cúpula da Terra durante a Rio 92, deu origem à Declaração do Rio e à Agenda 21. No fórum paralelo ao evento oficial, as Organizações Não Governamentais propuseram o Tratado de Educação Ambiental (EA) para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global (SILVA; MENDES, 2009). Ainda durante essa conferência, o Conselho de Reitores Europeus lançou a Carta Universitária para o Desenvolvimento Sustentável e, em 1994 (Genebra) foi criado o Programa *Cooperation Programme in Europe for Research on Nature and Industry through Coordinated University Studies (Copernicus)*. O Programa conta com a participação de mais de 320 de IES que se comprometiam com a adoção de ações em prol da sustentabilidade socioambiental (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Na Declaração de Kyoto (Japão, 1993), sob a liderança da *International Association of Universities* (IAU), cerca de 90 líderes universitários reuniram-se para propor uma declaração

de princípios, baseada nas declarações emanadas das conferências de *Talloires* (1990), *Halifax* (1991) e *Swansea* (1993) (KRAEMER, 2004).

A Declaração Mundial sobre Educação Superior no Século XXI, realizada pela Unesco em Paris, em 1998, recomendou uma maior cooperação entre as IES para a sustentabilidade. Já a Declaração de Lüneburg (2001) tratou do papel da educação superior durante a Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável de 2002, em Joanesburgo (a Rio+10). A Iniciativa de Sustentabilidade do Ensino Superior (ISES) se preparou para participar da Rio+20 em 2012 (MATOS *et al.*, 2015).

A Declaração de *Thessaloniki* (Grécia), promovida pela Unesco em 1997, foi um marco da educação ambiental lançado na Conferência Internacional sobre Ambiente e Sociedade com o tema da Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade (MATOS *et al.*, 2015).

Cabe destacar também a criação da Organização Internacional de Universidades para o Desenvolvimento Sustentável e o Meio Ambiente (OIUDSMA), em 1995, na Costa Rica, para atuar como uma rede no desenvolvimento de programas de ensino e pesquisadores nessa área. Essa iniciativa concentrou-se principalmente na esfera ibero-americana. Seu trabalho pioneiro durou mais de 15 anos, lançando as bases para muitas IES no campo da sustentabilidade (CAMPOS *et al.*, 2018).

A *Alianza de Redes Iberoamericanas de Universidades por la Sustentabilidad y el Ambiente* (ARIUSA), criada em 2007, deu continuidade a esse trabalho como uma “rede das redes” universitárias na América Latina, Caribe e Espanha, coordenando atividades de cooperação para promover o compromisso das universidades com a sustentabilidade. Dela participam 26 redes universitárias ambientais, com 442 universidades e outras IES de 16 países da região: Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Equador, Espanha, Guatemala, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Peru, Venezuela (ARIUSA, 2022).

Em 2006, o *Higher Education Funding Council for England*, a fim de contribuir para o desenvolvimento da ética sustentável em IES europeias, estimulou a disseminação do conceito

de *EcoCampus*<sup>6</sup>, criando um sistema de gerenciamento e premiação, que busca consolidar a incorporação de práticas ambientais nos *campi* universitários, através de uma certificação alinhada à norma ISO 14.001(OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Em 2015, na Assembleia Geral das Nações Unidas foram estabelecidos os 17 objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) que se aplicam universalmente e têm em vista a “mobilização de esforços para acabar com todas as formas de pobreza, combater as desigualdades e enfrentar as mudanças climáticas, assegurando que ninguém seja deixado para trás” (ONU, 2022). A Figura 4 ilustra os 17 objetivos do ODS.

---

<sup>6</sup> *EcoCampus* (Eco-Escolas) é um programa internacional da *Foundation for Environmental Education*, desenvolvido em muitas instituições pelo mundo. Ele é estimulado pela Associação Bandeira Azul da Europa (ABAE), a fim de encorajar ações e reconhecer o trabalho de qualidade pelas IES, no âmbito da Educação Ambiental para a Sustentabilidade. Em Portugal, esse conceito foi adotado, desde 1996, por meio do Programa Eco-Escolas, que conta com a parceria de vários municípios e apoios para algumas das suas atividades. Ele fornece metodologia, formações, materiais pedagógicos, apoios e enquadramento ao trabalho da escola aderente ao programa. É um processo suplementar que promove a melhoria contínua da gestão ambiental do *Campus*, planejando ações que envolvam todos os serviços, assim como o incentivo a adoção de comportamentos sustentáveis nas comunidades acadêmica e local por meio de premiações (ECOCAMPUS, 2022).

Figura 4 – Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Fonte: Souto; Batalhão, 2020.

A cada nova conferência realizada, aumenta a ênfase sobre a importância das universidades na construção de uma sociedade mais sustentável, contudo, ainda existe um longo caminho a percorrer. A esse respeito, em sua inspiradora tese de doutorado sobre os desafios ambientais das universidades, Wachholz (2017, p. 63) remarca que:

A cada nova conferência também é perceptível que os avanços são muito lentos e que enquanto as instituições não implantarem políticas ambientais que assegurem a permanência da sustentabilidade em todas as atividades da instituição, vão seguir criando novas declarações e assumindo as mesmas responsabilidades socioambientais da década de 90 (p.59). [...] É possível perceber que os avanços em sustentabilidade no ensino superior brasileiro são significativos, embora ainda estejam mais focados nas estruturas dos *campi*, nos programas básicos de gestão de resíduos e em disciplinas isoladas em poucos cursos de graduação e pós-graduação. Ainda é necessário um longo caminho a percorrer, principalmente no que se refere à construção e implantação de políticas ambientais institucionais.

Fouto (2002), ao discutir a inserção da sustentabilidade nas universidades, propõe um modelo segundo quatro níveis de intervenção, a saber: 1. educação dos tomadores de decisão para um futuro sustentável; 2. proposição de soluções, paradigmas e valores que apontem para uma sociedade mais sustentável; 3. operação dos *campi* universitários como modelos e exemplos práticos de sustentabilidade; e 4. coordenação e comunicação entre os níveis anteriores e entre estes e a sociedade.

Para se medir a performance ambiental de IES, o *UI GreenMetric World University Ranking*, criado em 2010 com a denominação *Universitas Indonesia* (UI), tem o propósito de medir os esforços na propagação da sustentabilidade dentro dos *campi* universitários, por meio de indicadores. O sistema de ranking proposto abrange indicadores específicos nas áreas ambiental, econômica e educacional, que pode ser consultado na página eletrônica do GreenMetric (UI GREENMETRIC, 2022). Em 2021, a USP ficou entre as 10 primeiras colocadas do ranking, entre as 956 universidades participantes (USP, 2022).

No contexto brasileiro, algumas organizações públicas, entre elas as universidades, vêm adotando o Programa Agenda Ambiental da Administração Pública - Agenda A3P, criado pelo Ministério do Meio Ambiente, em 1999. O seu principal objetivo é promover e incentivar as instituições a adotarem e implantarem ações na área de responsabilidade socioambiental. Trata-se de uma iniciativa voluntária com base em seis eixos temáticos, para o caso das IES: 1) uso racional dos recursos naturais e bens públicos; 2) gestão de resíduos e efluentes gerados; 3) qualidade de vida no ambiente de trabalho e estudo; 4) sensibilização e capacitação dos servidores e professores; 5) contratações públicas sustentáveis; 6) construções, reformas e ampliações sustentáveis (BRASIL, 2017).

Até junho de 2015, 165 instituições públicas municipais, estaduais e federais possuíam o termo de adesão vigente com o programa (duração de cinco anos e depois precisa renovar); 545 órgãos foram cadastrados na Rede A3P, que é um canal de comunicação para troca de experiências, podendo participar as instituições que não assinaram o seu termo de adesão (BRASIL, 2022b).

Estas instituições federais devem atender aos instrumentos do Decreto nº. 7.746/2012 (BRASIL, 2012a). Conforme o art. 16 desse decreto, os órgãos federais devem elaborar e implantar o Plano de Logística Sustentável (PLS), sob a responsabilidade do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. O PLS foi institucionalizado por meio da Instrução Normativa nº 10 (BRASIL, 2012b), que estabeleceu as regras para elaboração dos planos. Trata-se de uma ferramenta de planejamento que permite ao órgão ou entidade estabelecer

práticas de sustentabilidade e racionalização dos gastos e processos na Administração Pública. Todos os órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica, fundacional e as empresas estatais dependentes devem elaborar seus planos (BRASIL, 2022b).

Apesar dessas iniciativas, muitas são as dificuldades apresentadas pelas instituições, conforme mostram os estudos de Zagonel *et al.* (2019), destacando algumas delas, a saber: rigidez organizacional e excessiva burocracia; falta de recursos financeiros; inexistência de política institucional para gestão ambiental, sustentada por programas permanentes de educação voltados para a sustentabilidade; pouco comprometimento por parte da comunidade acadêmica com as causas ambientais; desconhecimento da legislação ambiental; ausência de treinamento, capacitação e de uma cultura em gestão ambiental; resistência ou à dificuldade dos profissionais em mudar suas práticas; ausência de fiscalização das atividades que geram impactos ambientais pelos órgãos de controle ambiental.

Moreira *et al.* (2014), complementando e reforçando as questões apontadas por Zagonel *et al.* (2019), identificam alguns dos principais problemas para a implementação da gestão ambiental e de resíduos em IES, a saber: resistência à mudanças devido à comodidade e morosidade dos trâmites burocráticos; dificuldades em conscientizar os colaboradores sobre a importância de construir, implementar e manter uma política de gestão ambiental e de gerenciamento de resíduos; falta de recursos para manter funcionários capacitados e de uma estrutura logística para a implantação dessa política; estrutura descentralizada e fragmentada das instituições e mudança de gestores ao longo do processo; resistência dos docentes em incluir a dimensão ambiental em suas práticas de ensino; falta de incentivo pelos órgãos de fomento; pouco ou nenhum comprometimento da administração e da comunidade universitária; carência de campanhas de educação ambiental, em particular sobre os resíduos; falta de tempo das pessoas envolvidas na gestão dos resíduos, pelas demandas de produtividade de seus cargos.

Nesse sentido, para a inserção efetiva do conceito de sustentabilidade nas universidades, é premente a necessidade de reformulação nas suas funções e estrutura, dando um salto qualitativo na sua forma de gerir, de produzir, de agir, de acordo com as demandas e desafios da atualidade. Sobre isso, Wachholz (2017, p. 29) enfatiza que:

Uma ambientalização integral só acontece quando a Instituição compreende e se conscientiza da crise ambiental e assume a sua responsabilidade política com estas transformações. Além de condutas isoladas e pontuais, isso resulta em um processo de maturação de valores e visões contínuas e permanentes. Somente vamos conceber a sustentabilidade quando o olhar sobre ela for de reconhecimento de seu potencial inerente do todo. Questões de ordem ética, econômica, social, política, ecológica, dentre outras, justificam a inserção da temática ambiental, principalmente da educação ambiental (EA) em todos os setores e para todos os atores da universidade.

#### 4. O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PERIGOSOS EM UNIVERSIDADES PÚBLICAS BRASILEIRAS

Apesar de inúmeras conferências internacionais apontarem para a necessidade da implantação dos princípios da sustentabilidade, as IES brasileiras ainda se deparam com desafios e problemas para colocar em prática aquilo que ensinam e as impedem de se tornarem um modelo de gestão sustentável, em particular, com relação à geração e ao descarte de resíduos (LARA, 2012).

A existência de um plano ou política ambiental é o primeiro passo para uma universidade dar início aos seus compromissos em direção à sustentabilidade. Trata-se de um documento fundamental que orienta e legitima as ações, a fim de promover uma gestão ambiental mais eficiente, servindo como base para criação de planos gestores específicos para cada setor da instituição. Os temas que fazem parte do planejamento, em geral, referem-se às compras, à administração, água e efluentes, áreas verdes, construções sustentáveis, emissões de poluentes, energia, biodiversidade e uso do solo, mobilidade, resíduos e educação ambiental. A partir do momento em que há uma política ambiental institucionalizada, as instituições passam a assumir concretamente sua responsabilidade socioambiental, com ações efetivas dentro de seus *campi* (WACHHOLZ, 2017).

Destacando a importância dessa temática no âmbito das IES, as questões a ela relacionadas passaram a ser abordadas por pesquisadores nos anos de 1990 (JARDIM, 1998; AFONSO, 2003). Tauchen e Brandli (2006) apontaram algumas iniciativas de boas práticas de sustentabilidade em universidades brasileiras e internacionais, indicando um modelo de gestão ambiental. Nesse contexto, diversas IES brasileiras vêm construindo políticas de gestão ambiental e adotando práticas mais sustentáveis em relação aos seus resíduos, sobretudo com aqueles considerados perigosos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa, através da elaboração e implantação de planos para o seu gerenciamento adequado.

Para exemplificar as iniciativas realizadas em universidades brasileiras, a seguir, estão descritas algumas delas. A Pontifícia Universidade Católica (PUCRS), por exemplo, possui ações para a “ambientalização” em seu *campus*, com ações gerenciais e de educação ambiental incluídas em seu currículo. O Programa Campus + Verde (C+V) foi criado em 2013, vinculado a Pró-Reitora de Administração e Finanças, que integra as iniciativas, propostas e práticas da universidade como parte da sua estrutura de gestão, atendendo a demanda da sustentabilidade

no *campus*. Ela possui o Instituto do Meio Ambiente (IMA) que desenvolve atividades de pesquisa, ensino e extensão. O programa C+V é dividido em seis vetores: Energia, Mobilidade, Materiais, Efluentes, Emissões e Resíduos, Água e Biodiversidade e Uso do Solo (PUCRS, 2022; WACHHOLZ, 2017)<sup>7</sup>. A Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) é citada como a primeira universidade latino-americana a receber certificação ambiental ISO 14001, em 2004; a política ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) apresentou os princípios, valores e os programas de gestão ambiental da instituição em vigor desde 2008; a Universidade Federal de Uberlândia (UFU) com política ambiental desde 2012. A Política Ambiental da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) é composta por temas como consumo consciente, monitoramento da qualidade do ar e educação ambiental. A USP, que busca a implantação de política ambientais em todos os campi, tem o Plano Diretor Socioambiental Participativo do *campus* Luiz de Queiroz (Esalq) um modelo de referência e a UFLA, com um Plano Ambiental que compreende, entre outras ações, a implantação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos, tratamento de resíduos sólidos, saneamento básico e estação de tratamento de esgoto, construções ecologicamente corretas, proteção de nascentes e matas ciliares e prevenção de endemias (WACHHOLZ, 2017).

Longe de pretender dar conta desta temática, serão apresentadas, de forma geral, algumas das experiências em universidades brasileiras, que têm sido citadas como exemplos na gestão voltada para a sustentabilidade em seus *campi* em diversas regiões do país.

---

<sup>7</sup> Exemplos de algumas ações implementadas no *campus*: registro do consumo de água em tempo (telemetria); instalação de válvulas para redução de vazão em até 50% nas torneiras dos sanitários; localização de vazamentos por geofone (identifica as frequências provenientes de vazamentos); substituições dos equipamentos eletrônicos de baixa eficiência; renovação das centrais de condicionadores de ar; criação de comissões internas de gestão de energia; melhoria do conforto térmico com telhados verdes, telhados com isolamento térmico e telhas brancas; cursos de capacitação de funcionários, alunos e professores quanto ao uso eficiente da energia; em toda a área do campus também há manutenção de lixeiras para a separação de lixo orgânico e seco e orgânico; triagem dos resíduos em diferentes classes, com destinação dos resíduos eletrônicos, químicos, biológico, de serviço de saúde, laboratorial e solventes para empresas licenciadas pelo órgão ambiental (PUCRS, 2022; WACHHOLZ, 2017).

#### 4.1 Universidade Estadual de Campinas – Unicamp

A Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) foi uma das pioneiras no Brasil, em questões de sustentabilidade ambiental em *campi* de universidades, em particular com relação ao gerenciamento de resíduos. Desde os anos 2000 começaram as primeiras reuniões sobre a necessidade da criação de uma política ambiental, representada pelo Grupo Gestor de Resíduos, junto à Coordenadoria Geral da Unicamp (CGU) (UNICAMP, 2022a).

A Política Ambiental da Unicamp foi institucionalizada em 2010 (Deliberação CONSU 533/2010), a partir do Grupo Gestor Ambiental. Com a sua evolução, foi criado o Sistema de Gestão Universidade Sustentável e o Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS). Desde 2018, o GGUS integra o quadro da Diretoria Executiva de Planejamento Integrado (DEPI) e colabora, através de 8 (oito) Câmaras Técnicas de Gestão da Sustentabilidade<sup>8</sup>, sendo componentes estratégicas do GGUS, atuando como assessoras na integração do planejamento sustentável dos *campi* e nas soluções técnicas para problemas (UNICAMP, 2022a).

Desde 2019, o DEPI realiza o levantamento de dados, a elaboração dos indicadores de sustentabilidade, a submissão dos indicadores de sustentabilidade ao sistema de ranqueamento de universidades sustentáveis *UI GreenMetric*<sup>9</sup>, além de monitorar esses indicadores. Até 2021, essa tarefa era do Plano Diretor Integrado da Unicamp e, a partir da criação da Coordenadoria de Divisão de Sustentabilidade (CSUS), em 2022, passou a ser uma de suas responsabilidades. A CSUS foi criada para integrar o planejamento e as ações sustentáveis da universidade e está no quadro da Diretoria Executiva de Planejamento Integrado (DEPI). Ela é

---

<sup>8</sup> CTGE – Câmara Técnica de Gestão de Energia; CTGRH – Câmara Técnica de Gestão de Recursos Hídricos; III. CTGFF – Câmara Técnica de Gestão de Fauna e Flora; CTGR – Câmara Técnica de Gestão de Resíduos; CTEA – Câmara Técnica de Educação Ambiental; CTGCIn – Câmara Técnica de Gestão de Campus Inteligente; VII. CTGLZ – Câmara Técnica de Gestão Lixo Zero; VIII. CTGMob – Câmara Técnica de Gestão de Mobilidade; CTGDados – Câmara Técnica de Gestão de Dados (UNICAMP, 2022a).

<sup>9</sup> A Unicamp ocupa o terceiro lugar entre as universidades mais sustentáveis do Brasil. A avaliação é do ranking *UI GreenMetric World University Ranking*, realizado anualmente pela Universidade da Indonésia. Na edição de 2020, foram avaliadas 912 universidades no mundo e 38 no Brasil. A USP e a Universidade Federal de Lavras (UFLA) permanecem nas duas primeiras posições no país (UNICAMP, 2021).

composta pela Coordenadoria de Geoprocessamento, pela Coordenadoria Escritório *Campus* Sustentável e pelo Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS) (UNICAMP, 2022a).

Dentro de sua estrutura tem-se a Coordenadoria de Gestão Ambiental e de Resíduos (GEARE), órgão ligado à Coordenadoria de Gestão de Execução do DEPI. Ela tem como objetivo fazer com que todos os resíduos perigosos tenham um destino ambientalmente adequado. Atua também na formulação de programas e projetos ligados à temática ambiental, dentre os quais: programas de Compras Sustentáveis e da Unicamp LixoZero em parceria com o Grupo Gestor Universidade Sustentável – GGUS (UNICAMP, 2022b).

A Câmara Técnica de Gestão de Resíduos (CTGR) é composta por docentes e colaboradores com o objetivo de elaborar um Programa de Gestão de Resíduos (PGR) para a universidade. Entre os documentos produzidos por este setor, têm-se: destinação de pilhas e baterias portáteis é realizada por logística reversa através da coleta feita nos coletores distribuídos pelos *campi*; destinação de amianto; destinação de óleo para rerrefino; utilização dos contêineres de lixo do *campus* para resíduo orgânico; Manual Técnico do Programa de Coleta Diferenciada da Divisão de Meio Ambiente da Prefeitura do Campus; Plano de Gestão de Resíduos – PGR; Programa de Gestão de Resíduos Biológicos – PGRB; Programa de Gestão de Resíduos Químicos – PGRQ; Segregação de resíduos químicos – critérios (UNICAMP, 2022b).

Segundo o órgão gestor (Geare), o Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) tem como objetivos: a minimização dos riscos e impactos ambientais; a sensibilização da comunidade interna e externa da Unidade/Órgão sobre a importância da gestão dos resíduos; a redução dos custos de tratamento e disposição final dos resíduos; e a prevenção de acidentes de trabalho relacionados ao manejo inadequado dos resíduos (UNICAMP, 2022c).

O descarte dos resíduos químicos perigosos é gerenciado na Unidade/Órgão pelo facilitador local. Este facilitador recebe todas as instruções do GGUS para a disposição final adequada do resíduo, sendo também o responsável pelo gerenciamento do contrato com a empresa que realiza o tratamento/disposição final dos resíduos químicos perigosos.

O Sistema de Gerenciamento de Resíduos (SGR), implementado no Instituto de Química (IQ), foi criado em 1994 e coordenado pela Comissão de Segurança do IQ e, posteriormente, pela Diretoria de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente. Segundo informações do documento intitulado “Plano de Gestão de Resíduos Local (PGRL) do Instituto

de Química” (UNICAMP, 2021), várias ações foram realizadas para o melhoramento no SGR, a saber: projeto institucional de Tratamento de Resíduos Químicos, que teve como objetivo ampliar e modernizar a infraestrutura de tratamento de resíduos químicos do IQ; apoio da Célula Operacional de Resíduos e Grupo Gestor Ambiental (GGA), GGUS (atual Geare); construção do novo depósito temporário local em 2011. Segundo ainda este documento:

O SGR do Instituto de Química tem mais de 30 anos de implantação e está consolidado servindo de modelo para outras universidades. Ele serviu como o embrião para o SGR da própria Universidade e hoje contempla não só os resíduos químicos, mas os mais diversos resíduos gerados pela Unicamp. O programa tem por objetivo atuar no gerenciamento da prevenção, em toda a cadeia de manejo de resíduos até o tratamento e a destinação final, assim como em ações de conscientização visando reduzir a geração na fonte (UNICAMP, 2021, p.12).

#### **4.2 Universidade Federal do Paraná (UFPR)**

Segundo o *site* oficial da UFPR (2022a), ela conta com a Divisão de Gestão Ambiental (DGA) localizada na Superintendência de Infraestrutura (SUINFRA), no Campus Politécnico, desde fevereiro de 2002 (na época denominada Prefeitura da Cidade Universitária/PCU), tendo como objetivo desenvolver ações ambientais de caráter administrativo, operacional e educativo. Dentre as atividades, têm-se: atuar como Agente Facilitador do Processo, buscando contatar com diferentes especialistas para buscar soluções e/ou minimização dos problemas ambientais detectados; gerenciamento integrado de resíduos e seu monitoramento (resíduo comum, resíduos perigosos, resíduos de serviços de saúde, resíduos eletrônicos e resíduo de construção civil); promover uma mudança de atitudes junto à comunidade acadêmica, buscando por uma Universidade mais limpa e sustentável; levantamento de passivos ambientais visando a destinação final adequada; assessoria aos *campi* da UFPR para o gerenciamento de resíduos gerados; assessoria aos diferentes setores da universidade quanto ao gerenciamento de resíduos perigosos gerados na UFPR.

De acordo com a UFPR (2022b), a DGA possui um conjunto de orientações para o gerenciamento de resíduos disponibilizado em sua página para acesso: “Normas para Coleta, Transporte Armazenagem de Resíduos Químicos”, com orientações contendo a “Classificação de Resíduos Laboratoriais”, “Classificação e Tratamento de Resíduos Químicos” e “Ficha de Identificação de Resíduo Químico”. Há diversos *links* no *site* com os documentos “Armazenamento, Transporte e Destinação Final de Resíduos Perigosos”; “Procedimentos para

Descarte de Resíduos Químicos”; “Solicitação de Bombonas e Lacres”; “Resíduos de vidraria de laboratório”.

### 4.3 Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Há mais de duas décadas o IQ/UFRGS desenvolve procedimentos para coleta, transporte e tratamento de resíduos orgânicos e inorgânicos. Em 2001 foi então criado o "Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos" - CGTRQ, como órgão auxiliar do Instituto de Química (UFRGS, 2022a).

No escopo de serviços do CGTRQ (UFRGS, 2022a), consta a realização de visita técnica de reconhecimento ao gerador; planejamento e elaboração de medidas para retirada do passivo químico; estabelecimento de um plano de coleta; treinamento aos usuários com os procedimentos do sistema de coleta de resíduos químicos: explanação teórica e “in loco”; transporte dos resíduos entre os *campi* da UFRGS e dentro do *campus*; responsabilidade técnica do gerador até o destino final; emissão de documentos legais necessários perante a legislação ambiental (nota fiscal, MTR, Ficha de Emergência; descontaminação de embalagens para posterior reciclagem; desativação de resíduos perigosos; pré-tratamento dos resíduos (neutralização, etc);

Ela realiza também o controle do armazenamento provisório dos resíduos até sua saída do CGTRQ; faz o recebimento de resíduos, triagem, entrega de embalagens, registro/digitação, relatório final do gerador; destilação dos solventes e caracterização dos mesmos; triagem dos reagentes não desejáveis de modo a disponibilizá-los para o almoxarifado e usuários; atualização de fornecedores/parceiros de tratamento de resíduos perigosos, bem como transportadoras desses resíduos.

De acordo com a UFRGS (2022b), o Centro conta com uma infraestrutura de 439 m<sup>2</sup> construídos que abriga as Instalações de Armazenamento Provisório, Laboratório, Armazenamento Insumos, Equipamentos; Oficina de Manutenção; Armazenamento Provisório Resíduos Aquosos para ETE; Recepção de Resíduos Químicos; Salas Administrativas; Depósito; Armazenamento Provisório de Resíduos Perigosos para Incineração e Área de Manipulação de Resíduos Perigosos.

Um grupo de pesquisa da UFRGS criou o “Programa em Química Limpa” onde destaca-se a atividade “Fluxo de Resíduos e Produtos”, que tem o objetivo de tornar úteis os resíduos gerados nos laboratórios de graduação e, desta forma, minimizar a quantidade daqueles que necessitam um descarte definitivo. Muitos destes resíduos são recuperados como produtos puros e vários experimentos novos estão sendo desenvolvidos e testados, a fim de implementar o aproveitamento daqueles que usualmente eram diretamente descartados (AMARAL *et al.*, 2001).

A Faculdade de Farmácia dessa universidade, por meio da Comissão de Saúde e Ambiente de Trabalho - COSAT elaborou o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS) elaborado para atender os preceitos legais vigentes, sobretudo, o disposto no Artigo 2º Parágrafo 1º da Resolução RDC Anvisa nº. 222, o qual determina a obrigatoriedade de implementação de requisitos de Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (UFRGS, 2018).

#### **4.4 Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)**

Na estrutura da UFSCar (2022a), foi criada a Secretaria de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (SGAS) que possui um Departamento responsável pela Gestão de Resíduos (DeGR) que desenvolve as seguintes ações: gestão dos programas de controle de resíduos em geral; controle da utilização de produtos considerados tóxicos nos *campi*; planejamento da disposição adequada e correto manejo do ativo de resíduos com ênfase em sua minimização nas fontes geradoras; coordenação de atividades de extensão ligadas à gestão e capacitação em manejo de resíduos químicos perigosos; identificação, caracterização, mapeamento e hierarquização das áreas que apresentam risco de ocorrência de acidentes decorrentes de atividades que envolvam produtos químicos perigosos; implantação do programa de gestão de resíduos, permitindo que as atividades de ensino, pesquisa e extensão sejam realizadas de maneira ambientalmente preventiva possibilitando um maior aproveitamento dos reagentes/substâncias, um menor consumo de energia e redução dos riscos às pessoas e ao meio ambiente.

Especificamente para o tratamento de resíduos químicos (UFSCAR, 2022b), ela orienta alguns procedimentos para: embalagens apropriadas; embalagens vazias; segregação;

tratamento no laboratório; acondicionamento de resíduos; coleta; tabela de incompatibilidade química e rotulagem. Ela apresenta também a “Norma para a gestão de resíduos químicos”; “Modelo de rótulos” e formulário contendo “ficha de requisição para a retirada de reagentes químicos do banco de reagentes” (UFSCAR, 2022c).

#### **4.4 Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)**

Na Universidade Federal do Rio de Janeiro os resíduos são gerenciados por iniciativas isoladas dos Institutos. Por exemplo, a Coordenação de Biossegurança do Centro de Ciências da Saúde, observando o grande volume de resíduos químicos gerados em atividades de pesquisa, aulas e prestação de serviços, implantou, em 2007, o descarte semestral de resíduos químicos por uma empresa licenciada para este fim. Para esta operação os resíduos químicos foram divididos em quatro grupos: (A) resíduos inorgânicos sólidos ou líquidos (sais, óxidos, ácidos ou bases); (B) resíduos orgânicos sólidos ou líquidos (isentos de halogenados, fosforados ou pesticidas); (C) resíduos orgânicos sólidos ou líquidos (halogenados, fosforados ou pesticidas); (D) resíduos não identificados ou misturas dos demais resíduos. Outra característica deste sistema é que o gerador é responsável por todas as etapas até a disposição final, ficando a Coordenação de Biossegurança com responsabilidade de agendar, divulgar, organizar e fornecer informações técnicas para o recolhimento adequado (MONTEIRO, 2015).

Outra iniciativa é do Instituto de Química, em 1998, criou a disciplina “Tratamento de Resíduos Químicos de Laboratório”, estruturada com visitas a indústrias químicas, palestras com especialistas na área, trabalhos inicial e final e práticas de laboratório. A Semana de Química, organizada pelos alunos dedica espaço para a realização de cursos de segurança em laboratório. Coletas seletivas de resíduos são rotina nos laboratórios das disciplinas experimentais de todos os Departamentos. A partir de uma proposta de coleta diferenciada, foram feitas rotinas de tratamento dos resíduos gerados em várias disciplinas experimentais de formação básica oferecidas (MONTEIRO, 2015).

O Instituto de Macromoléculas (IMA) da UFRJ possui um Programa de Coleta Seletiva com objetivo de informar e orientar sobre as medidas que devem ser tomadas durante o descarte dos resíduos químicos ou recicláveis. Este programa iniciou suas atividades em 1996. Desde então o programa vem monitorando e atuando diretamente nos laboratórios e na instituição com

o objetivo de reduzir o impacto ambiental decorrente das atividades de pesquisas e educar ambientalmente toda a comunidade (MONTEIRO, 2015).

A Decania do Centro de Tecnologia da UFRJ desenvolve uma política de responsabilidade ambiental por intermédio dos seguintes programas: a) Recicla CT – gestão de resíduos recicláveis; b) CT Consciente – racionalização do uso de água e energia elétrica; c) CT Verde – conservação e ampliação de áreas verdes; d) CT Destinação Responsável – gestão dos resíduos Classe I (perigosos). O objetivo principal é inserir práticas e posturas sustentáveis nas atividades diárias do campus Universitário (MONTEIRO, 2015).

Segundo o *site* da UFRJ (2020), por meio do Instituto de Química, está em fase de elaboração o Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos com orientações sobre a forma correta de separação, tratamento e descarte de resíduos químicos. Este Plano faz parte do Projeto de Extensão intitulado ‘Gerenciamento de Resíduos Laboratoriais do IQ/UFRJ’. O *site* não tem caráter operacional, e disponibiliza um questionário para que alunos tenham acesso e contribuam para o diagnóstico da situação do IQ/UFRJ em relação ao levantamento do inventário do passivo e do ativo de resíduos químicos da Unidade, que está sendo realizado junto aos docentes do IQ; e avaliação dos procedimentos de gerenciamento de resíduos químicos e infectantes dos laboratórios do IQ que trabalham com insumos químicos.

#### **4.5 Universidade de São Paulo (USP)**

Santos (2016a) apresentou a situação da Universidade de São Paulo (USP), que em meados da década de 1990, implantou seu primeiro PGRQ, inicialmente, no *Campus* de São Carlos, com as atividades realizadas na central de tratamento de resíduos químicos, denominada Laboratório de Resíduos Químicos (LRQ). Este laboratório pertence à Prefeitura do *Campus* USP de Ribeirão Preto (PUSP-RP) e ocupa papel central no PGRQ, pois tem como objetivo principal o tratamento de resíduos químicos gerados em laboratórios didáticos e de pesquisa das unidades. O resultado mostra que a viabilidade de implantação de centrais de tratamento *in situ* para resíduos gerados em IES contribuem para a adoção de práticas corretas de gerenciamento (USP, 2022a).

De acordo com o seu *site* (USP, 2022a), a sua Superintendência de Gestão Ambiental possui grupos técnicos nas áreas: de águas e efluentes, áreas verdes, edificações sustentáveis,

educação ambiental, redução de gases de efeito estufa, energia, fauna, mobilidade, resíduos sólidos, sustentabilidade na administração, uso e ocupação territorial, política ambiental na universidade, para desenvolver ações e alcançar os seguintes objetivos: ações sustentáveis, ter os *campi* como verdadeiros laboratórios para a cidade, redução de pegada de carbono.

Outro exemplo na gestão de resíduos realizada é o da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), unidade da Universidade de São Paulo (USP), situada em Piracicaba. O Serviço de Gerenciamento Ambiental e de Resíduos Químicos, criado em 2012, é responsável pela coordenação das seguintes atividades: gerenciamento de resíduos químicos gerados nos laboratórios; tratamento de resíduos químicos; recuperação de solventes; treinamento em segurança química; gestão de produtos químicos controlados (USP, 2022b).

O Programa de Gerenciamento Resíduos Químicos (PGRQ) desta escola foi desenvolvido e aprovado em 2008 pela Comissão de Resíduos Químicos, que tem a função de definir diretrizes, planejar e consolidar o gerenciamento de resíduos químicos e fomenta ações preventivas e corretivas junto aos seus geradores. Os elementos básicos do PGRQ são: instituição do programa; termo de adesão; termo de responsabilidade; recursos de informática; padronização de recipientes para armazenamento de resíduos; padronização dos rótulos utilizados nos recipientes dos resíduos; cursos de capacitação; agentes multiplicadores; avaliação interna; reuniões periódicas; monitoramento e avaliação; indicadores de desempenho; manuais de práticas gerenciais (USP, 2022c).

No PGRQ consta a implantação de um Laboratório de Resíduos Químicos para que os seus signatários tenham o apoio técnico para utilizar métodos seguros de coleta, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final de resíduos químicos estabelecidos. Nele se estabelece normas de operação, a saber: funcionamento do laboratório de resíduos químicos; classificação de resíduos; acondicionamento (segregação, armazenamento e rotulagem); armazenamento em área multi-usuários (projeto, construção e operação); frascos e embalagens vazias (acondicionamento, armazenamento e rotulagem); vidrarias de laboratório danificadas ou obsoletas não contaminadas (acondicionamento e armazenamento); descarte de resíduos não perigosos na rede de esgotos (critério e procedimentos); coleta e transporte de resíduos químicos; rótulo padrão (USP, 2022c).

A Esalq possui um Sistema chamado “Webserviços” desenvolvido para gerenciamento de Resíduos e Reagentes para o controle de resíduos, mas de caráter exclusivo para usuários do serviço interno da instituição (USP, 2022c).

#### 4.6 Universidade Federal Fluminense (UFF)

A universidade disponibiliza em sua página (UFF, 2022a), um acesso ao programa “Sustentabilidade UFF”, onde se pode ter acesso ao Plano de Logística Sustentável, o qual foi proposto a partir de reuniões com a comunidade acadêmica. A partir dos diagnósticos recebidos das unidades administrativas, realizou-se o planejamento dos objetivos, metas e ações a serem executadas no período de vigência do PLS. Alguns dos seus objetivos são: estimular ações para o consumo racional dos recursos naturais e bens públicos; viabilizar a implementação de práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos na administração. A UFF teve sua primeira participação em 2018 e ficou em 496º lugar entre as universidades mais sustentáveis do mundo e em 19º entre as universidades brasileiras no *UI GreenMetric World University Ranking*.

Por meio da Comissão de Biossegurança da Universidade Federal Fluminense dispõe em seu *site* (UFF, 2022b) o “Manual de Gerenciamento de Resíduos Químicos da Universidade Federal Fluminense”. Ele aborda tópicos de interesse para o correto gerenciamento relacionado à segurança nos laboratórios; resíduos biológicos comuns; radioativos e perfurocortantes; e resíduos químicos, enfatizando o tratamento e o descarte de resíduos nos laboratórios (UFF, 2020).

A coleta de resíduos químicos é realizada sob demanda, pela empresa AMBSERV. O aviso de coleta é enviado com antecedência, de pelo menos 24 horas, para todos os docentes e técnicos, sendo recomendado o armazenamento dos resíduos em local adequadamente seguro e reservado do laboratório, sob a responsabilidade do gerador (UFF, 2022).

#### 4.7 Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Segundo a página da *internet* dessa universidade (UFPEL, 2022a), o seu órgão de Gestão Ambiental teve origem com o Grupo de Estudos para Tratamento de Resíduos (GETR) criado em 2005. Em 2008, institucionalizou o tema em seu organograma criando o Núcleo de Saneamento Ambiental (NSA), alocado na Pró-Reitoria de Infraestrutura. Atualmente o órgão

é denominado Núcleo de Planejamento Ambiental (NPA) e está vinculado à Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento.

A UFPel (2022b), ciente de seu papel de fomentar a sustentabilidade universitária e visando buscar as adequações legais, produziu o Termo de Referência (TR) que foi remodelado para apresentação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos, instituído por meio de uma Portaria do Reitor em 2009, subsidiando os laboratórios geradores de resíduos perigosos na elaboração e implementação de seus planos.

A NPA elaborou em 2017 o seu “Manual de Gerenciamento de Resíduos Perigosos”, que em atenção aos resíduos químicos, de forma sumária apresenta (UFPEL, 2020c): minimização da geração; manuseio; segregação na origem; acondicionamento e identificação; armazenamento; coleta e transporte externos; tratamento e destinação final.

#### **4.8 Universidade Federal de Lavras (UFLA)**

De acordo com o *site* da UFLA (2020), a Diretoria de Meio Ambiente (DMA) tem por objetivo a implantação e gestão do Plano Ambiental da UFLA. Algumas de suas atribuições tem sido: planejar, coordenar e monitorar ações de conservação e recuperação ambiental; propor e desenvolver ações de saneamento, tratamento e reuso de água e esgoto; propor e coordenar ações de coleta, tratamento, recuperação e reciclagem de resíduos; planejar e coordenar ações de gestão para a economia de energia; propor e planejar campanhas de prevenção de endemias e riscos à saúde; propor e efetivar ações de prevenção e combate a incêndios. A UFLA em seu Plano de Desenvolvimento Institucional chama a atenção para sua posição no *Ui Green Metric World University Ranking* e as ações que deram à UFLA estas posições entre as instituições nacionais no *GreenMetric* são oriundas do Plano Ambiental Estruturante, gradativamente implementado na UFLA, desde 2009.

A Universidade Federal de Lavras possui a Coordenação de Resíduos que tem como objetivo: planejar, coordenar e monitorar ações de coleta, tratamento, recuperação e reciclagem de resíduos no campus e demais áreas da UFLA. Junto ao setor de resíduos químicos que é encarregado de executar as ações de recolhimento, tratamento e disposição final de resíduos químicos; presta suporte nas ações de descarte de resíduos químicos e embalagens da UFLA e também a servidores e discentes quanto às normas de segurança e uso eficiente de produtos químicos; executa ações que visam minimizar a geração de resíduos químicos em laboratórios

e outras instalações; presta suporte nas ações de aquisição, distribuição, armazenamento e uso de produtos químicos controlados pela Polícia Federal, Exército e ANVISA. O *site* da UFLA dispõe de um Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos (LGRQ) e o descreve operacionalmente como sendo:

Este laboratório é responsável pelo recolhimento, segregação, armazenamento, tratamento e disposição final dos resíduos químicos gerados em todos os laboratórios de ensino, pesquisa e prestação de serviço da UFLA...Os solventes são recuperados por meio de destilação e também retornam aos laboratórios da universidade para uso em diversas aplicações. Os compostos orgânicos que não podem ser recuperados por destilação são degradados por meio de Processos Oxidativos Avançados (POA). As soluções ácidas e básicas que não contenham metais pesados são neutralizadas. Alguns resíduos recolhidos ainda não possuem tratamento adequado. O Laboratório de Gestão de Resíduos Químicos tem trabalhado com pesquisas no intuito de desenvolver novas metodologias de tratamento e recuperação destes resíduos (UFLA, 2020).

#### **4.9 Universidade Federal Fronteira Sul (UFFS)**

Segundo o *site* da Universidade Federal Fronteira Sul (2020a), ela possui uma Comissão Permanente de Gestão do Plano de Logística Sustentável, criada pela Portaria nº 1226/GR/UFFS/2015, que tem a missão de elaborar, monitorar, avaliar e revisar o Plano de Logística Sustentável com o objetivo de promover o cumprimento de metas governamentais relacionadas à promoção da sustentabilidade nos órgãos públicos.

A UFFS possui uma página de internet que trata de “Sustentabilidade”, e na aba de “Planos de Resíduos Sólidos” o mesmo trata de dois assuntos: Plano de Resíduos de Laboratoriais e Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Cada Campus possui o seu Plano destinado aos Laboratórios, são os *campi* de Cerro Largo, Chapecó, Erechim, Laranjeiras do Sul, Passo Fundo e Realeza. A política da Universidade Federal Fronteira Sul reafirma que todos os geradores destas substâncias são responsáveis por elaborar e implementar seus planos de gerenciamento, isto explica que cada um possui o próprio, corroborando com a lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº12.305/2010), conforme apresentado no *site* (UFFS, 2020).

De acordo com a UFFS (2020b), o Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Laboratórios da UFFS é composto por: introdução, descrição do plano de gerenciamento dos resíduos da UFFS; caracterização dos laboratórios; manejo dos resíduos do grupo A, grupo B, grupo D, grupo E; transporte e coleta interna; armazenamento: aspectos gerais, coleta externa, destinação final, disposição das lixeiras de resíduos perigosos e layout dos locais, ações em

caso de emergência, acidentes e prevenção de saúde do trabalhador; instrumentos de avaliação e controle; medidas preventivas e corretivas de controle integrado de insetos e roedores.

#### **4.10 Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)**

Algumas ações que antecederam as atividades atuais de gerenciamento de resíduos na UERJ ocorreram por iniciativa de professores preocupados com a situação sanitária, como a desativação de um antigo local de deposição de resíduos feito em uma sala do andar térreo, na parte externa do Pavilhão João Lyra Filho do *campus* Maracanã. Esse depósito recebia os resíduos dos andares transportados por um duto que se acumulavam e se estendiam pela sua parte externa e, pela ação do vento, eles se espalhavam pelo estacionamento, causando impacto de ordem visual e sanitária, conforme pode ser visualizado na Figura 5.

Figura 5 - Antigo depósito de resíduos - *Campus Maracanã/UERJ*



Fonte: Acervo do Projeto Cogere (1992)

Nesse local, após a sua desativação e feita transferência dos resíduos para caçambas instaladas no estacionamento, foi feita uma pequena reforma para a instalação da sede do Projeto de Coleta Seletiva de Papel - Projeto Coopere (Figura 6), sob a coordenação do Prof. Elmo Rodrigues da Silva, da Faculdade de Engenharia e colaboração da Prof<sup>a</sup>. Norma Albarello, do Instituto de Biologia. A coleta de material reciclável era realizada em parceria com a Cooperativa de Trabalhadores da Mangueira e o projeto foi registrado, em 1999, como atividade de extensão na UERJ.

Figura 6 - Sede da Coleta Seletiva de Papel (Projeto Coopere)



Fonte: Acervo do Projeto Cogere (1999)

Posteriormente, em 2005, em função de alguns acidentes ocorridos em laboratórios do Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha (PHLC), foi criado um grupo de trabalho pela Prefeitura dos *campi*, contando com a colaboração de professores, alunos e técnicos, com diferentes

formações, a fim de organizar o gerenciamento de resíduos na UERJ, sobretudo os perigosos, provenientes dos laboratórios<sup>10</sup>.

Nessa época, o *campus* Francisco Negrão de Lima, localizado no bairro do Maracanã, em particular, o Instituto de Química e o Instituto de Biologia, localizados no Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha (PHLC), foram utilizados como áreas para estudos (SILVA E MENDES, 2007; 2009). Cabe ressaltar que esse grupo foi desativado devido a mudança na gestão da prefeitura, em 2007 e, posteriormente, a Coleta Seletiva de Papel também foi descontinuada.

Para dar prosseguimento a algumas dessas ações que vinham sendo empreendidas por esse grupo de trabalho na Prefeitura da UERJ, ainda em 2007, mantendo alguns membros desse grupo, foi criado o Projeto “Cogere” (Consumo Sustentável e Gerenciamento de resíduos). Este projeto está vinculado ao Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da UERJ e cadastrado no Departamento de Extensão (Depext/ UERJ) que concede bolsas para alunos de graduação (COGERE, 2022).

Uma das ações realizadas pela equipe foi a submissão de um projeto de pesquisa ao Edital de “Apoio às Universidades Estaduais”, em 2007, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ (COGERE, 2022; FAPERJ, 2010).

Com os recursos obtidos pela FAPERJ foi possível realizar algumas obras, adquirir equipamentos e veículo para dar apoio ao gerenciamento de resíduos e construir o abrigo

---

<sup>10</sup> A Prefeitura dos *Campi* instituiu em 13/04/2005, o Grupo de Trabalho - GERE/UERJ, vinculado à sua Coordenadoria de Infra-estrutura, para elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos para o *Campus* Francisco Negrão de Lima sob a Coordenação Geral do Prof. Luiz Antônio Arnaud Mendes e Assessoria Técnica do Prof. Elmo Rodrigues da Silva (coordenadoria de Infraestrutura e Depto. de Eng. Sanitária e do Meio Ambiente) e da Prof<sup>a</sup>. Mônica Marques Palermo (Instituto de Química). Ações realizadas em 2005 a 2008: colocação de placas nas salas do PHLC para identificação dos geradores de resíduos; atualização das plantas digitalizadas dos laboratórios; curso “Saúde Ambiental e Gestão de Resíduos” (80 h) para a equipe do projeto e funcionários dos laboratórios; realização da I Semana de Resíduos (2005), com palestras, distribuição de boletim informativo, entrega de recipientes para a coleta de seletiva de papel e de resíduos químicos; treinamento em manejo de resíduos e segurança do trabalho para funcionários da empresa de limpeza (8 h); instalação de abrigo provisório para resíduos biológicos; distribuição de instruções sobre o manejo de resíduos; projeto básico para contratação de empresa de coleta de resíduos biológicos; contratação de empresa para retirada emergencial de passivos químicos dos laboratórios; projeto básico do abrigo externo para resíduos; I Encontro de Gerenciamento de Resíduos de Laboratórios no PHLC (8 e 9 de dez. de 2008) (Documento Interno, 2008. Acervo do Projeto Cogere) (SILVA; MENDES, 2007;2009).

temporário para disposição dos resíduos químicos, biológicos e materiais recicláveis, localizado em uma área externa e contígua ao PHLC (Figura 7).

Figura 7 – Abrigo de Resíduos no Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha da UERJ



Fonte: Acervo do Projeto Cogere (2007).

A outra parte dos recursos foi utilizada na reforma da sala, onde anteriormente funcionava a coleta seletiva de papel, e para a aquisição do mobiliário e equipamentos de informática. Esta sala é a sede do Projeto Cogere e nela, provisoriamente, estão instalados os responsáveis pelo gerenciamento de resíduos da Prefeitura dos *campi* (Figura 8).

Figura 8 - Sede atual do Projeto Cogere



Fonte: Acervo do Projeto Cogere (2007).

Em 2012, o grupo recomendou à administração da universidade, a contratação de um profissional químico responsável pelo gerenciamento e de um processo para formalização de serviço com empresa especializada para a realização de coleta, transporte, tratamento, destinação ou disposição ambientalmente adequada de resíduos químicos. Mas somente em 2017 é que um técnico em química de nível superior foi contratado pela Prefeitura dos *campi*

para realizar as ações de gerenciamento adequado de resíduos da UERJ. Dentre as atividades que estão sob a sua incumbência, destacam-se: mapeamento de fontes geradoras de resíduos perigosos; orientação sobre o acondicionamento e descarte dos resíduos pelos laboratórios; disposição dos resíduos no abrigo temporário; proposição de ações corretivas e preventivas, entre outras. Quanto à contratação de empresa especializada em coleta, transporte, tratamento e destinação de resíduos químicos, está em andamento a elaboração de um projeto básico para a licitação deste serviço.

Ao longo desses anos diversos trabalhos de pesquisa foram realizados pela equipe do projeto Cogere. No quadro 6 estão apresentadas dissertações e tese defendidas nos Programas de Pós-graduação da UERJ: Mestrado profissional em Engenharia Ambiental (PEAMB) e no Doutorado Multidisciplinar em Meio Ambiente (PPGMA).

Quadro 6 - Teses e dissertações realizadas na UERJ por pesquisadores do Projeto Cogere

TÍTULO/AUTOR	CONCLUSÃO
Diretrizes para implantação de gestão ambiental na Universidade do Estado do Rio de Janeiro – <i>Campus</i> Francisco Negrão de Lima (MENDES, 2005).	A pesquisa demonstrou a necessidade urgente de mudança institucional que implique na adoção de práticas ambientalmente sustentáveis, sendo a Educação Ambiental a principal ferramenta para tal.
Avaliação das condições ambientais e de segurança em Laboratórios de Pesquisa do Instituto de Química da Universidades do Estado do Rio de Janeiro (LONGO, 2006).	É imprescindível a construção do abrigo externo e a implantação do plano de gerenciamento dos resíduos, bem como investimento na prevenção de acidentes com produtos químicos e combate a incêndio.
Avaliação dos resíduos dos laboratórios de Ensino e Pesquisa do Instituto de Biologia – Universidades do Estado do Rio de Janeiro: Uma contribuição ao Plano de Gerenciamento (BARROS, 2007).	Apesar de algumas ações terem sido realizadas nos laboratórios, a legislação não é cumprida em vários aspectos. Quanto ao descarte e tratamento dos resíduos, algumas medidas vêm sendo tomadas, mas ainda há muito a ser feito. Para o sucesso de um Plano de gerenciamento a ser implantado, a capacitação dos profissionais envolvidos com a problemática dos resíduos é muito importante.
Caracterização e avaliação do manejo de resíduos dos laboratórios do Instituto de Biologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ (REIS, 2009).	Os resultados apontam que a maioria dos laboratórios não atende ainda o que preconiza a legislação RDC Anvisa 306 (2004). Para o sucesso de um futuro Plano de Gerenciamento de Resíduos, a capacitação é muito importante. A Instituição deve investir na sua consolidação, considerando que ela não pode se furtar em adotar uma postura proativa com relação aos problemas ambientais, sejam eles dirigentes da instituição, ou profissionais que ali atuam.
Avaliação das práticas de manejo de resíduos de serviços de saúde (RSS) na Faculdade de Odontologia /UERJ (FORNICIARI, 2008).	Os resultados obtidos apontam: necessidade de melhoria no manejo dos RSS, sobretudo, quanto ao descarte de resíduos comuns, feito separadamente dos resíduos biológicos; maior adequação do transporte interno de resíduos e dos coletores de lixo; interdição do descarte de resíduos químicos na rede de esgoto. A falta de conscientização e conhecimento da legislação por parte dos profissionais e alunos agrava a situação, considerando-se que não há programa de treinamento permanente. A ausência de um Plano de Gerenciamento de RSS (PGRSS) é outro fator agravante.
Sistema de gerenciamento integrado de resíduos perigosos: modelagem e validação nos laboratórios da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (MENDES, 2011).	É imprescindível criar uma estrutura institucional que elabore o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos para implementá-lo por meio de políticas ambientais em seus <i>campi</i> , sustentado por programas de Educação Ambiental permanentes. O sistema SIGIRPE foi elaborado e testado, mas não foi possível verificar sua aplicação por outros usuários.

Fonte: PEAMB (2022).

Quadro 6 - Teses e dissertações realizadas na UERJ por pesquisadores do Projeto Cogere (cont.)

Gerenciamento de resíduos químicos de laboratórios: estudo de caso do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LIMA, 2012).	O estudo corrobora a necessidade de: implementação do Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos Perigosos; criação de Coordenação de Gestão Ambiental presidida por especialista; construção de saídas de emergência; capacitação permanente dos funcionários e alunos.
Diretrizes para gestão de emergências em situações de acidentes químicos: Estudo em uma universidade pública do Estado do Rio de Janeiro (MONTENEGRO, 2013).	O estudo mostrou que o Instituto de Química não possui uma Gestão de Emergências Químicas, com ausência de brigada de incêndio e não cumprimento de normas técnicas e regulamentares. Apesar disso, existem laboratórios com medidas de segurança e saúde. Recomenda a metodologia de Análise de Vulnerabilidade é uma boa ferramenta para elaboração de diretrizes voltadas para um Plano de Emergência, quando conduzida por equipe especializada.
Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde Através de um Sistema Computacional: Modelagem e Teste em uma Unidade de Saúde da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (SANTOS, 2016b).	Na aplicação na unidade piloto, o uso do sistema computacional teve desempenho satisfatório, fornecendo subsídios para a implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, além de possibilitar identificar acidentes e riscos ambientes.
Gerenciamento de Resíduos Químicos: estudo de caso em Hospital de Ensino localizado no município do Rio de Janeiro (GOMES, 2017).	A não priorização pela alta administração da instituição no adequado gerenciamento dos seus RSS, aliada a pouca adesão por parte dos funcionários no seu correto manejo e a rotatividade dos profissionais das empresas terceirizadas, são fatores que acarretam prejuízos no gerenciamento dos resíduos químicos. Além disso, a ausência de uma comissão estruturada para a gestão dos resíduos e a não atribuição de responsabilidades aos envolvidos no processo são impasses para a sua efetividade. A isso se acrescenta a falta de participação das equipes gestoras nos treinamentos realizados pelo Gerente de Resíduos do hospital. Torna-se imprescindível a constituição de um grupo interdisciplinar no hospital para o desenvolvimento de política institucional de gestão dos RSS,

Fonte: PEAMB (2022).

No quadro 7 também estão apresentadas algumas publicações de integrantes da equipe do Projeto Cogere.

Quadro 7 - Publicações produzidas por pesquisadores/colaboradores do Projeto Cogere

<b>AUTORES/ANO</b>	<b>TÍTULO</b>
SILVA, E. R. <i>et al</i> (2007)	Proposta de um modelo integrado de gerenciamento de resíduos para a Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
SILVA, E. R.; LONGO, B. M. (2007)	Avaliação das condições ambientais de Segurança em Laboratórios de Pesquisa do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro
SILVA, E. R. <i>et al.</i> (2006)	Residues Management System: a Proposal for the University of the State of Rio de Janeiro - Francisco Negrão de Lima <i>Campus</i> .
PINHEIRO, L. A.; SILVA, E. R. (2016).	Estudos sobre resíduos sólidos de serviços de saúde e a educação ambiental.
LACERDA, A. L. L.; SILVA, E. R. (2010)	Avaliação das condições ambientais e de segurança de cantinas da UERJ.
SILVA, E. R.; MENDES, L. A. A. (2009)	O desafio das universidades na construção da sustentabilidade: uma proposta de modelo de gerenciamento integrado de resíduos.
SILVA, E. R. <i>et al.</i> (2018)	Sistema computacional de apoio ao gerenciamento de resíduos de serviços de saúde
SILVA, E. R.; MENDES, L. A. A. (2007)	Gerenciamento integrado de resíduos em instituições de ensino e pesquisa: o caso da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

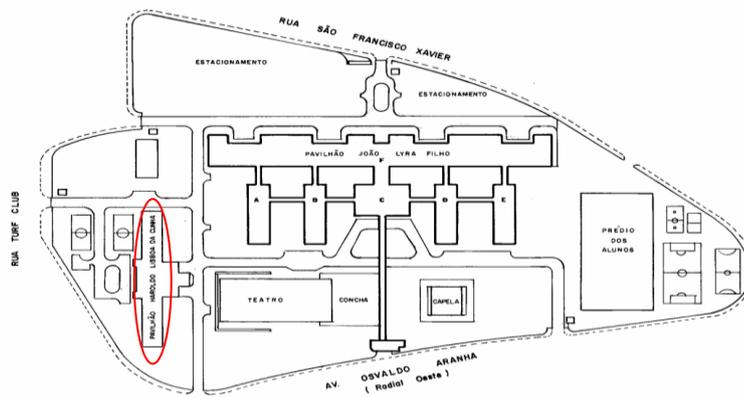
Fonte: a autora (2022).

O local para a realização desta pesquisa foi decidido após algumas reuniões ocorridas em 2018 com a equipe do Cogere e da Prefeitura<sup>11</sup>. O local selecionado foi o Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha – PHCL (também denominado de “*Haroldinho*”). Ele está situado no *campus* Francisco Negrão de Lima no bairro do Maracanã - Rio de Janeiro – RJ, instalado em uma área de 12.523 m<sup>2</sup>, conforme mostrado na Figura 9 (MENDES, 2005).

---

<sup>11</sup> A equipe atual do projeto Cogere é composta por professores, técnicos e alunos da graduação e da pós-graduação. Ele conta ainda com a colaboração do técnico responsável pelo gerenciamento de resíduos e da assistente ambiental, ambos prestadores de serviços contratados pela Prefeitura dos *campi*. Além desses, participaram desta pesquisa dois desenvolvedores do *software* (um do Departamento de Medicina e Segurança do Trabalho - DESSAUDE/UERJ e outro do Centro de Pesquisas - Cenpes/Petrobras). Um técnico do Departamento de Informática (DINFO/UERJ), em conjunto com a equipe do projeto, realizou a adaptação do SIGER para realizar a nova aplicação nos laboratórios selecionados para a pesquisa.

Figura 9 - Planta de situação do *campus* da UERJ (Bairro Maracanã)



Fonte: Mendes (2005).

Na Figura 10 está apresentada a foto da fachada dos fundos do Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha, onde estão localizados os laboratórios estudados do Instituto de Química.

Figura 40 – Vista da fachada dos fundos do PHC



Fonte: Cogere (2006).

A justificativa para a escolha deste tema e do local de estudo se deveu ao fato de estar sendo elaborado um Plano de Gerenciamento de Resíduos voltado para esse *campus*, sob a responsabilidade dos técnicos contratados para o seu gerenciamento pela Prefeitura. Além disso, é possível dar a continuidade às pesquisas e ações empreendidas anteriormente pela equipe do Projeto Cogere, a exemplo da aplicação do *software* SIGER (Sistema de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde), desenvolvido por Santos (2016b) na dissertação de mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (Peamb/UERJ). Para tal, torna-se necessária a sua adequação para uso como ferramenta computacional de apoio ao gerenciamento de resíduos químicos perigosos de laboratórios.

## 5. SISTEMAS COMPUTACIONAIS PARA O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Os problemas relacionados à gestão de resíduos, incluindo os de laboratório químicos, são de natureza complexa e, portanto, exigem soluções complexas. A temática “de gerenciamento de resíduos” depende do conhecimento de diferentes áreas realizado de forma sistêmica para o desenvolvimento de tecnologias e na formulação de políticas e estratégias que envolvem questões institucionais, operacionais, financeiras, sociais, educacionais e ambientais (DE CONTO, 2010). Uma barreira comum encontrada nas instituições de ensino e pesquisa diz respeito à insuficiência de recursos humanos capacitados em tecnologias de informação voltadas para a produção mais limpa e para o gerenciamento de resíduos (DEMAJOROVIC, 2006).

Os sistemas de informação são recursos estratégicos que têm sido desenvolvidos para otimizar os processos dentro de qualquer organização, gerando conhecimento e auxiliando na tomada de decisão, permitindo ações com maior flexibilidade e capacidade de resposta (MORESI, 2000; REGINATO, 2012). Em particular, nas universidades, a informação representa valor imensurável para desenvolvimento de atividades de ensino, pesquisa e extensão (SALES, 2019).

No que diz respeito, especificamente, ao gerenciamento de produtos químicos, a utilização das ferramentas computacionais, como a gestão de banco de dados e sistemas de informação, permite a otimização de processos e a organização desses serviços na instituição (ARDIÓNS *et al.*, 2013; SCHNEIDER; STÉDILE, 2015).

A implementação de um Sistema de Informação Gerencial (SIG) possibilita o gerenciamento dos dados, a construção de relatórios, gráficos, projeções, e auxilia a tomada de decisões. Para a implementação de um SIG torna-se necessário, catalogar os dados obtidos por meio da quantificação e caracterização dos resíduos, após desenvolver-se a modelagem/arquitetura do SIG (SCHNEIDER; STÉDILE, 2015).

Assim, os bancos de dados gerados com o SIG permitem monitorar e avaliar os processos, visualizar as situações semelhantes futuras para serem tomadas as decisões com maior confiabilidade e precisa no gerenciamento de resíduos perigosos.

### 5.1 *Softwares* para apoio ao gerenciamento de resíduos em universidades

O *software* “Resíduos” foi desenvolvido em projeto de pesquisa realizado na Unicamp a partir de uma interface amigável com o usuário, contendo informações sobre a identificação, classificação de resíduos sólidos, propriedades físico-químicas. Ele é voltado para o tratamento de dados relativos a resíduos sólidos industriais. As fontes dos dados que alimentam o *software* são provenientes principalmente da norma ABNT - NBR10004 e da E.P.A (*Environmental Protection Agency*) (LIMA JÚNIOR, 2001).

O *software* “SUGERE” - Sistema Unificado de Gestão de Resíduos foi desenvolvido em projeto de pesquisa pela Unicamp com o objetivo de sistematizar as diversas atividades envolvidas no gerenciamento de rejeitos radioativos e demais resíduos perigosos de uma instalação, tomando como base a experiência do setor nuclear no gerenciamento de rejeitos radioativos (SILVA, 2006). A metodologia contempla os resíduos perigosos, conforme definido na norma NBR 10.004 (ABNT, 2004), e os rejeitos radioativos, conforme definido na norma CNEN-NE-6.05. O programa foi implementado em *Borland DELPHI*, no ambiente *Windows®* (SILVA, 2006).

Um *software* denominado SIRGIPE – Sistema de Gerenciamento de Resíduos Perigosos foi desenvolvido pelo grupo de estudos sobre Consumo Sustentável e Gerenciamento de Resíduos (COGERE/UERJ), utilizando-se de base georreferenciada com plantas arquitetônicas digitalizadas do Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha (PHLC), localizado no Campus Maracanã da UERJ. Trata-se de um sistema de base de dados referentes à infraestrutura dos laboratórios e ao manejo de resíduos gerados (MENDES, 2011).

Posteriormente, este grupo desenvolveu o Sistema de Gerenciamento de Resíduos de Saúde – SIGER para contribuir com o gerenciamento de resíduos perigosos, através da sistematização das informações a fim de monitorar as atividades dos laboratórios de ensino, pesquisa e extensão, gerando conhecimentos para a tomada de decisão pelos gestores (SANTOS, 2016b).

## 5.2 Sistema de Gerenciamento de Resíduos Serviços de Saúde (SIGER)

O SIGER foi testado em um projeto piloto na Unidade de Cirurgia Ambulatorial – UCAMB da Policlínica Piquet Carneiro (PPC), integrante do Centro Biomédico da UERJ. O SIGER se baseia na Resolução RDC Anvisa nº 306/2004, substituída em 2018 pela RDC Anvisa nº 222/2018, que classifica os resíduos de saúde nas seguintes categorias: Grupo A (resíduos infectantes); Grupo B (resíduos químicos); Grupo C (resíduos radiativos); Grupo D (resíduos comuns) e Grupo E (resíduos perfurocortantes). A norma RDC Anvisa nº 222 (BRASIL, 2018) incorporou alguns dos preceitos normativos da Lei Federal nº 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Ele utiliza a arquitetura Cliente/Servidor para permitir que os dados sejam armazenados em um banco de dados podendo ser manipulado por diferentes usuários simultaneamente. Ele é composto por um módulo de interface (módulo de administração), um banco de dados relacional (MySQL) e uma aplicação *Web* (Java, Java Script, HTML5 e Python) para acesso via *browser*, empregando-se conceito de orientação a objeto, tornando o sistema personalizável, permitindo que adequações sejam feitas com o suporte de um profissional técnico capacitado em programação (SANTOS, 2016b).

O sistema opera com alimentação de dados contendo informações como: identificação dos laboratórios; nº de funcionários que trabalham no setor, caracterização, quantidades e formas de manejo dos resíduos; condições gerais da infraestrutura dos laboratórios; aspectos relacionados à segurança ocupacional, dentre outros.

Na tela inicial do sistema, o usuário insere seu *login* e senha para ter acesso liberado aos dados (Figura 11). No *menu* inicial do SIGER tem-se o acesso aos módulos: Navegação, Documentação, Cadastro, Relatórios, Gráficos Estatísticos e Ajuda (Figura 12).

Figura 11 - Tela de inserção do login e senha no SIGER

O Sistema de Gerenciamento de Serviços de Saúde - SIGER é uma ferramenta desenvolvida para auxiliar os gestores dos estabelecimentos assistenciais de saúde no gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde - RSS e na elaboração e implantação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde - PGRSS conforme exigência da legislação ambiental.

**Usuário**  
digite seu usuário

**Password**  
digite seu password

Entrar

Data-Hora

Fonte: Santos (2016b).

Figura 12 - Tela do menu "navegação" do SIGER

**SIGER** Navegação Documentação Cadastro Relatórios Gráficos Estatísticos Ajuda Logout

Segregação/Identificação  
Coleta e Transporte Interno  
Armazenamento Temporário  
Armazenamento Externo  
Coleta e Transporte Externos  
Destinação e Disposição Final  
Destinação / Tratamento

1 Pavimento  
2 Pavimento  
3 Pavimento  
4 Pavimento  
5 Pavimento  
6 Pavimento

Instituto de Química  
DFQ  
DQO  
DPQ  
DQGI  
DTPB  
DQA  
DOPI

Plantas  
Lab. Físico-Química SL 300

Manejo de Resíduos  
Infraestrutura  
Acidentes com Manejo de Resíduos  
Levantamento de Riscos Ocupacionais

SEGREGAÇÃO  
Acondicionamento  
Identificação dos Resíduos de Serviços de Saúde  
Transporte Interno

4.94.32.96/manejo/40/

Fonte: Santos (2016b).

Cada módulo possui um conjunto de *menus* secundários que direcionam o usuário a uma sequência de telas organizadas de acordo com os assuntos e as etapas do gerenciamento de RSS e um texto inicial com o tema central do SIGER, abordando as suas principais funções:

a) Módulo Navegação: neste, o usuário acessa os submenus Manejo de Resíduos, Infraestrutura e Levantamento dos Riscos Ocupacionais e Acidentes com o Manejo de Resíduos.

- Manejo de resíduos: possui todas as informações referentes a segregação, acondicionamento, identificação, transporte interno, armazenamento temporário, tratamento, armazenamento externo, coleta, transporte externos e disposição final, que acompanham uma tela com a abordagem sobre o manejo de resíduos. Neste submenu encontram-se os Grupos Resíduos;
- Infraestrutura: permite o registro das características físicas das instalações e equipamentos de infraestrutura que fazem parte dos ambientes onde é feito o manejo dos RSS;
- Levantamento dos Riscos Ocupacionais: permite o registro das informações sobre as condições de segurança nas atividades e nos ambientes onde ocorre o manejo dos RSS;
- Acidentes com o manejo de resíduos: tem a função de registrar o número de acidentes envolvendo o manejo de resíduos.

b) Módulo Documentação: programado para disponibilizar as legislações e normas técnicas, os procedimentos operacionais, as licenças, os manifestos de resíduos, certificados de destinação final, contratos e outros documentos relacionados à gestão dos RSS, que poderão ser consultados pelos usuários do sistema.

c) Módulo Cadastro: devem ser inseridas as informações referentes ao estabelecimento, unidade, setor, equipe de profissionais e empresas prestadoras de serviço, sendo tais informações necessárias para a visualização da estrutura organizacional do estabelecimento, bem como serviram de base para o cadastramento dos itens relativos ao manejo de resíduos, levantamento dos riscos ocupacionais do estabelecimento, aspectos relativos à infraestrutura e registro dos acidentes ocorridos com manejo dos resíduos.

d) Módulo Relatórios e estatísticas: neste são disponibilizados os documentos gerados pelo sistema, onde através deles o usuário acessa as informações referentes às

quantidades geradas de RSS, listas de verificação das etapas do manejo, variação da geração de resíduos, levantamento de riscos etc. Caso o usuário necessite realizar a consulta, edição ou exclusão das informações inseridas no banco de dados este módulo também dispõe destas funções.

e) Módulo Ajuda: fornece informações sobre as funcionalidades do software, manual do usuário, suporte, manutenção e auxilia o usuário na solução de dúvidas.

No *menu* secundário “Manejo de Resíduos” há um outro *menu* terciário que direciona o usuário para: “Segregação, Acondicionamento e Identificação” aonde é feito o registro da descrição do resíduo, tipo de recipiente, tipo de embalagem, situação da identificação e quantidade gerada (Figura 13). O segundo *menu* secundário é referente à “Coleta e Transporte Interno” está dividida em duas abas, a primeira denominada de “Roteiro”, aonde é feita a seleção e a descrição do roteiro, turno e horário de trabalho e responsável pela coleta. Já o de “Armazenamento Temporário” possui o item “Situação Encontrada”, para a realização da verificação do atendimento aos requisitos exigidos para esta etapa. As etapas de “Tratamento”, “Armazenamento Externo”, “Coleta” e “Transporte Externo” tem o item “Situação Encontrada”, onde se realiza a verificação ao atendimento aos requisitos exigidos.

Figura 13 - Tela da entrada de dados da “Segregação, Acondicionamento e Identificação” no SIGER

← → ↻ 🏠 ⚠ Não seguro | 15.228.254.14/manejo/segregacao/perigoso/40/ 🔍 📄 🌐

coding: iso-8859-1

**SIGER** 🚀 Navegação 📄 Documentação 📁 Cadastro 📄 Relatórios 📊 Gráficos Estatísticos 📄 Ajuda 🚪 Logout

Segregação / Acondicionamento / Identificação

- Resíduos do Grupo A - Biológico
- Resíduos do Grupo B - Químico
- Resíduos do Grupo C - Radioativo
- Resíduos do Grupo D - Comum
- Resíduos do Grupo E - Perforante
- Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004
- Coleta e Transporte Interno
- Armazenamento Temporário
- Armazenamento Externo
- Coleta e Transporte Externos

**Resíduos Perigosos**

Resíduos contendo produtos químicos que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade

**Caracterização do Resíduo**

Caracterização Situação Encontrada

Item	Status	Característica	Descrição	Quantidade Gerada	Detalhamento
1	<input type="checkbox"/>	<b>Solventes clorados</b>	<input type="text" value="Descrição"/>	Quant. <input type="text" value="OKg"/> <input type="text" value="OL"/>	-- Recipiente/Embalagem -- -- Identificação --
2	<input type="checkbox"/>	<b>Solventes não clorados</b>	<input type="text" value="Descrição"/>	Quant. <input type="text" value="OKg"/> <input type="text" value="OL"/>	-- Recipiente/Embalagem -- -- Identificação --
3	<input type="checkbox"/>	<b>Sais de metais pesados</b>	<input type="text" value="Descrição"/>	Quant. <input type="text" value="OKg"/> <input type="text" value="OL"/>	-- Recipiente/Embalagem -- -- Identificação --
4	<input type="checkbox"/>	<b>Ácidos</b>	<input type="text" value="Descrição"/>	Quant. <input type="text" value="OKg"/> <input type="text" value="OL"/>	-- Recipiente/Embalagem --

Fonte: Santos (2016b).

A seguir, será abordada a Metodologia do caso estudado no Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, onde se aplicou o SIGER como ferramenta de apoio ao gerenciamento de resíduos químicos.

## **6. METODOLOGIA**

### **6.1 Tipo de estudo**

Trata-se de uma pesquisa descritiva quanto aos seus objetivos de natureza qualitativa (MARCONI, 2002). Utilizou-se do estudo de caso que é caracterizado como circunscrito à uma ou poucas unidades, entendidas essas como uma pessoa, uma família, um produto, uma empresa, um órgão público, uma comunidade ou mesmo um país (VERGARA, 1998). A investigação é empírica por se tratar de local onde ocorre ou ocorreu o fenômeno, ou que dispõe de elementos para explicá-lo.

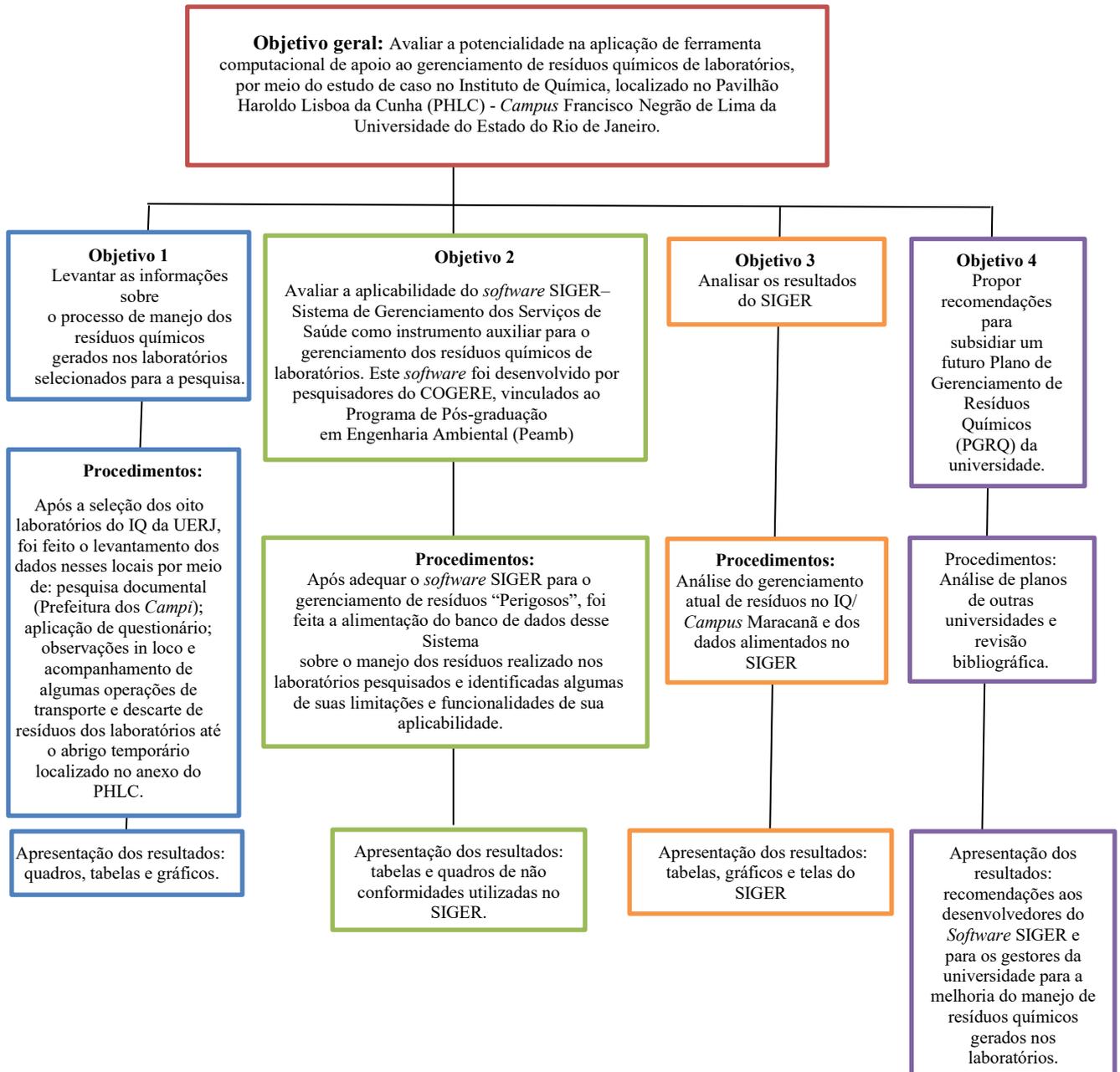
A coleta de dados sob o tema de gerenciamento de resíduos químicos perigosos foi obtida nas fontes primárias: planos e procedimentos, registros em geral e documentos das instituições superiores de ensino e pesquisa brasileiras, e nas fontes secundárias: artigos e resultados de pesquisas disponíveis nas bases de dados (*Scielo*; *Capes*; *Google Acadêmico*; e *Science Direct*). A pesquisa foi complementada com a consulta às páginas eletrônicas de universidades brasileiras com o objetivo de conhecer suas práticas de gerenciamento de resíduos, em particular dos químicos e perigosos, gerados em seus laboratórios.

O trabalho de campo foi realizado por meio dos seguintes instrumentos de pesquisa: observação *in loco*, aplicação de questionários e entrevistas.

### **6.2 Estrutura conceitual da Dissertação**

Para melhor compreensão do processo de construção da pesquisa, na Figura 14 está representada esquematicamente a estrutura da dissertação.

Figura 14 - Mapa conceitual da dissertação



### 6.2.1 Procedimentos da pesquisa

O Instituto de Química (IQ), situado pavilhão PHLC, possui uma área construída de 5.162 m<sup>2</sup> ocupada por 664 alunos, 53 docentes, 37 servidores. Nele funcionam os cursos de

Licenciatura em Química e de Engenharia Química da UERJ, com 7 (sete) departamentos e 39 laboratórios, a saber:

- 1) Departamento de Química Geral e Inorgânica (DPGI): Laboratório de Materiais Inorgânicos para Aplicações Ambientais e de Energia Renovável; Laboratório do Grupo de Materiais Inorgânicos Multifuncionais; Laboratório de Química Computacional; Laboratório de Graduação 1; Laboratório de Graduação 2.
- 2) Departamento de Química Orgânica (DQO): Laboratório de Graduação 1; Laboratório de Graduação 2; Laboratório Central Analítica Fernanda Coutinho; Laboratório de Síntese Orgânica; Laboratório de Tecnologia Ambiental II;
- 3) Departamento de Química Analítica (DQA): Laboratório de Eletroquímica e Corrosão (LEC); Laboratório de Tecnologia Analítica de Processos; Laboratório de Espectrometria Atômica e Molecular e Métodos de Separação; Laboratório de Espectroscopia Vibracional; Laboratório de Cinética e Catálise (PHLC) e Laboratório de Tecnologia Enzimática;
- 4) Departamento de Físico-Química (DFQ): Laboratório de Graduação; Laboratório de Equilíbrio de Fases; Laboratório de Propriedades Físico-Químicas; Laboratório de Catálise e Biocombustíveis; Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Processos Catalíticos; Laboratório de Fenômenos Interfaciais e Termodinâmica.
- 5) Departamento de Tecnologia de Processos Bioquímicos (DTPB): Laboratório de Microbiologia e Química Ambiental; Laboratório de Bioquímica e Microbiologia Industrial e Laboratório de Bioprocessos;
- 6) Departamento de Processos Químicos (DPQ): Laboratório de Processos Químicos; Laboratório de Caracterização Instrumental I; Laboratório de Caracterização Instrumental II; Laboratório de Caracterização Instrumental III; Laboratório de Química de Polímeros; Laboratório de Tecnologia Ambiental; Laboratório de Reologia e Imagem; Laboratório de Processamento de Polímeros I; Laboratório de Processamento de Polímeros II e Microscopia Eletrônica de Varredura; e Laboratório de Materiais Poliméricos Sustentáveis;
- 7) Departamento de Operações e Projetos Industriais (DOPDI): Laboratório de Engenharia e Tecnologia em Petróleo e Petroquímica; Laboratório de Práticas de

Engenharia (Leq1e2); Laboratório de Catálise Ambiental; Laboratório de Materiais para Engenharia Química LabMEQ.

Fazem parte deste Instituto os seguintes grupos de pesquisa: Catálise e Sustentabilidade Energética; Eletroquímica e Corrosão; Síntese Caracterização e Aplicação de Materiais Poliméricos; Polímeros Naturais; Elaboração e Avaliação de Compósitos; Polímeros e Meio Ambiente; Laboratório de Fenômenos Interfaciais e Termodinâmica; Fundamentos em Engenharia Química e Engenharia de Processos; Núcleo de Ensino em Química; Materiais Inorgânicos Multifuncionais; Laboratório de Termodinâmica Molecular e Aplicada (UERJ, 2022).

### **6.3 Laboratórios Pesquisados**

Para a pesquisa foram selecionados 8 (oito) laboratórios localizados nos 3º e 4º pavimentos do pavilhão PHLC (Quadro 8), sendo levadas em consideração as atividades neles realizadas e os resíduos químicos perigosos gerados, observando-se, entre outros quesitos, a segregação de resíduos por tipo, a identificação, o armazenamento e o descarte desses.

Quadro 8 - Lista dos Laboratórios pesquisados

<b>LABORATÓRIO</b>	<b>LOCAL</b>	<b>RESPONSÁVEIS</b>
Laboratório de Graduação do DFQ	Sala nº 300	Pedro Henrique Rodrigues Alijó
Laboratório de Tecnologia Ambiental	Sala nº 304	Mônica Regina da Costa Marques Calderari
Laboratório de Microbiologia e Química Ambiental (LMQA)	Sala nº 305	Fábio Merçon, Gizele Cardoso Fontes Sant'Ana e Márcia Monteiro Machado Gonçalves
Laboratório de Catálise Ambiental	Sala nº 319	Fátima Maria Zanon Zotin
Laboratório de Bioquímica e Microbiologia Industrial	Sala nº 321	Fábio Merçon, Gizele Cardoso Fontes Sant'Ana e Márcia Monteiro Machado Gonçalves
Laboratório de Graduação I	Sala nº 323	Jaqueline Dias Senra
Laboratório de Tecnologia Analítica de Processos	Sala nº 326	Aderval Severino Luna
Laboratório de Tecnologia Ambiental II	Sala nº 423	Mônica Regina da Costa Marques Calderari
Laboratório de Bioprocessos	Sala nº 427	Antônio Carlos Augusto da Costa

Fonte: a autora.

## 6.4 Coleta de Dados

### 6.4.1 Sobre o gerenciamento de resíduos executado pela Prefeitura dos *campi*

A coleta de dados sobre o gerenciamento de resíduos realizado na UERJ foi obtida junto ao técnico responsável por este serviço localizado na Prefeitura dos *campi* (Químico Marcelo Bruno de Lima), por meio de entrevistas não estruturadas, consulta aos relatórios de atividades desse setor no período de 2017 a 2019 (UERJ, 2021), e ainda à cartilha com instruções sobre segregação, acondicionamento e armazenamento temporário de resíduos químicos (UERJ, 2019) apresentada no Anexo A.

Com relação ao quantitativo de resíduos gerados no *campus* Maracanã para o período de 2017 a 2021, os mesmos estão apresentados nas Figuras 16 e 17 e nas Tabelas 1 e 2, elaborados a partir de dados fornecidos pelo gestor de resíduos da Prefeitura da UERJ.

A retirada de resíduos químicos dos laboratórios e o seu transporte até o abrigo externo de resíduos, localizado no anexo do PHLC, realizada no dia 24/11/2020 pelo técnico supracitado, foi acompanhada por esta pesquisadora.

#### 6.4.2 Levantamento de dados nos laboratórios

Para este levantamento utilizou-se um questionário enviado por correio eletrônico aos responsáveis dos laboratórios do IQ que resultou na “Lista de verificação para armazenamento e descarte de produtos resíduos perigosos” (Apêndice 1). O questionário foi subdividido em itens sobre o gerenciamento de resíduos perigosos, a saber: identificação e localização do laboratório; informações sobre os reagentes; resíduos e histórico de seu descarte. Foi feita também uma solicitação de autorização para as visitas técnicas pré-agendadas e documentadas por meio de registros fotográficos.

O trabalho de campo foi realizado no período de outubro de 2020 a janeiro de 2021. Cabe destacar que a pesquisa foi descontinuada durante o ano de 2019, por causa da pandemia da Covid-19. Ela foi retomada após a volta das atividades dos laboratórios em outubro de 2020, mas durante o ano de 2021 as atividades desses laboratórios ainda não funcionavam com regularidade.

#### 6.4.3 Alimentação do banco de dados do SIGER

Após o levantamento de dados, uma listagem atualizada dos laboratórios foi encaminhada ao programador/colaborador para que ele incluísse no SIGER os novos itens contendo as instalações do IQ e o manejo dos resíduos perigosos.

As informações obtidas nas listas de verificação (Apêndice 1) foram utilizadas para a alimentação do banco de dados do sistema. Os resultados da sua aplicação foram apresentados nas Figuras 19 a 40 (Telas do SIGER), mostrando as não conformidades encontradas no levantamento das diferentes etapas de manejo dos resíduos dos laboratórios pesquisados.

Após estas etapas, na discussão dos resultados foi analisada a aplicabilidade do SIGER: enquanto sistema de informação gerencial para identificação de não conformidades; para identificação e quantificação dos resíduos perigosos; em atendimento à Norma RDC Anvisa nº 222 (BRASIL, 2018); quanto ao atendimento à Lei Federal nº 12.305 (BRASIL, 2010a); e, por fim, quanto os aspectos comuns relacionados ao Gerenciamento de Resíduos em Universidades Públicas.

## 7. RESULTADOS

### 7.1 O Gerenciamento atual dos resíduos gerados no *campus* Maracanã da UERJ

Segundo o *Relatório de Atividades no âmbito da Gestão Ambiental 2017-2019* (UERJ, 2021), realizado pelo gestor de resíduos lotado na Prefeitura dos *campi* (Químico Marcelo Bruno de Lima), apesar das ações de gerenciamento de resíduos terem sido dirigidas ao *campus* Maracanã, outros *campi* da UERJ vêm recebendo também intervenções nesse sentido.

Dentre algumas ações realizadas por esse setor, principalmente no *Campus* Maracanã, destacam-se: mapeamento de todas as fontes de geração e retirada destes passivos químicos dos laboratórios; cadastro com informações dos laboratórios e de seus responsáveis; estabelecimento de estratégia das ações por unidade, em função das características específicas de suas atividades; mapeamento das fontes geradoras das unidades acadêmicas da UERJ; contatos com as direções das unidades, para explanar as atividades a serem desenvolvidas e solicitar o seu apoio; participação em reuniões departamentais para repassar as informações aos responsáveis de cada laboratório (UERJ, 2021).

Um dos resultados da gestão de resíduos foi a retirada de passivos químicos gerados nos laboratórios desse *campus* para a sua destinação adequada, por meio de Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR) e entrega dos Certificados de Destinação Final (CDF's) associados a cada descarte. Para a emissão do MTR, foi feito o cadastramento da UERJ no sistema *online* do Instituto do Estado do Ambiente (Inea) (UERJ, 2021).

Em caráter provisório, o abrigo externo de resíduos químicos existente no anexo ao PHLC (Haroldinho), conforme a Figura 9, foi utilizado a fim de atender à demanda do *campus* Maracanã. Para tal, foi feita a sua manutenção preventiva (limpeza, verificação das instalações elétricas, hidráulicas e dos extintores de incêndio), pois ele estava sem uso durante longo período pela falta de uma gerência de resíduos na Prefeitura da UERJ, desde a descontinuidade do trabalho realizado pela Prefeitura no período de 2005 a 2007.

Os laboratórios que tinham as condições adequadas no acondicionamento dos recipientes de resíduos foram orientados para encaminhamento ao abrigo, por meio de uma ficha de controle de sua movimentação interna. Já os laboratórios com resíduos de maior

complexidade, devido, por exemplo, à ausência de elevador ou por conta de um quantitativo elevado, tiveram seus resíduos coletados no local de sua geração pela equipe da empresa contratada para a coleta e destinação final dos resíduos. É feito um acondicionamento secundário no abrigo para a sua adequação ao transporte, conforme a Figura 15, e posterior carregamento em veículo apropriado dotado de plataforma hidráulica de carga.

Figura 15 - Retirada de passivos químicos do abrigo de resíduos no PHCL



Fonte: Relatório de Atividades no âmbito da Gestão Ambiental 2017-2019 (UERJ, 2021)

O plano de gerenciamento de resíduos perigosos a ser implementado na universidade está ainda em fase de construção, contudo, muitas outras ações, além das relatadas anteriormente, vêm sendo realizadas pelos técnicos da Prefeitura dos *campi*, tais como: criação de fichas para mapeamento e cadastro das unidades geradoras; mapeamento de todas as fontes de geração de resíduos; cadastro dos Laboratórios junto à Prefeitura dos *campi*; elaboração da cartilha para orientação sobre a segregação dos resíduos nos laboratórios (Anexo A) e de sua apresentação aos Institutos; recepção dos passivos químicos dos laboratórios no abrigo externo e sua posterior destinação; cadastro de empresas habilitadas para receber este tipo de resíduo; cadastro da universidade no sistema de manifesto de resíduos do INEA; elaboração do termo de referência para licitar empresas de destinação final de resíduos comuns, biológicos e químicos (UERJ, 2021).

Os resíduos dos laboratórios de ensino e pesquisa do IQ passam por diversas etapas de operacionalização de manejo interno até chegarem ao seu destino no abrigo temporário, conforme listadas na cartilha de orientação sobre a segregação, acondicionamento e armazenamento temporário de resíduos químicos, elaborada pelo gestor de resíduos da Prefeitura da UERJ (UERJ, 2019), conforme mostrado no Anexo A.

Esta cartilha apresenta orientações sobre: incompatibilidade química; correntes de segregação (resíduos não halogenados sólidos ou líquidos, resíduos halogenados sólidos ou líquidos, resíduos de pesticidas e herbicidas sólidos ou líquidos, resíduos aquosos com ou sem metais pesados, sólidos orgânicos não halogenados, sólidos inorgânicos), e acondicionamento dos resíduos químicos nas unidades e por fim, a prevenção de acidentes nos laboratórios.

A operacionalização dessa logística é orientada pelos técnicos da Prefeitura dos *campi*, que fazem o acompanhamento do descarte de resíduos por meio de planilhas digitais em formato *Excell*, contendo informações sobre a entrada e saída de resíduos, gráficos da quantidade de resíduos descartados por ano, tipos de resíduos e frequência de descarte pelos Departamentos de Biologia, Instituto de Química e outros institutos do *campus* Maracanã.

A Prefeitura dos *campi* fornece embalagens próprias às características dos resíduos gerados (Figura 16) e os rótulos padronizados pela gestão para a identificação dos resíduos (Figura 17), à medida que há a solicitação de descarte. Os técnicos de laboratório solicitam ao gestor da Prefeitura o descarte dos resíduos via *e-mail* e os encaminha ao abrigo externo.

Figura 56 - Exemplo de embalagens distribuídas pela Prefeitura dos *campi*



Fonte: Prefeitura dos *Campi* da UERJ (Anexo A).

Figura 17 - Modelo de rótulo para o descarte de resíduos na UERJ

		<b>DESCARTE DE RESÍDUO QUÍMICO</b>	
Unidade Geradora:			
Responsável:		Tel:	
Conteúdo: _____ _____			
Quantidade:			
Data de fechamento da emb.:			
Informações sobre procedência: _____ _____			
Classificação resumida			
<input type="checkbox"/> orgânico		<input type="checkbox"/> inorgânico	
<input type="checkbox"/> halogênios		<input type="checkbox"/> ácido	
<input type="checkbox"/> pesticidas		<input type="checkbox"/> neutro	
<input type="checkbox"/> organometálicos		<input type="checkbox"/> alcalino	
<input type="checkbox"/> peróxidos		<input type="checkbox"/> cianetos	
<input type="checkbox"/> aromático		<input type="checkbox"/> metais pesados	
Outras informações:			

Fonte: Elaborado a partir de dados da Prefeitura dos *Campi* da UERJ (Anexo A).

Em relação aos resíduos perigosos, a implantação de um plano de gestão e o treinamento adequado permitiria reduzir os custos com a destinação dos passivos existentes. Esses, por não estarem devidamente identificados em alguns laboratórios, implicam em um aumento no custo de seu tratamento e destinação, sendo que a estimativa feita pelos gestores da UERJ é de um custo anual para o descarte de resíduos químicos gerados no *campus* Maracanã é de R\$ 30.000,00 anuais (UERJ, 2021).

Desde o ano de 2017 até 2020 foram retirados e destinados adequadamente por empresa contratada pela Prefeitura da UERJ, o total de 6.470,50 kg de resíduos provenientes dos laboratórios dos Institutos de Química, Biologia, Engenharia, Artes, FCM, Geologia, Medicina Social, Nutrição, Oceanografia, todos localizados no *campus* Maracanã, conforme mostrado no gráfico a seguir (Figura 18).

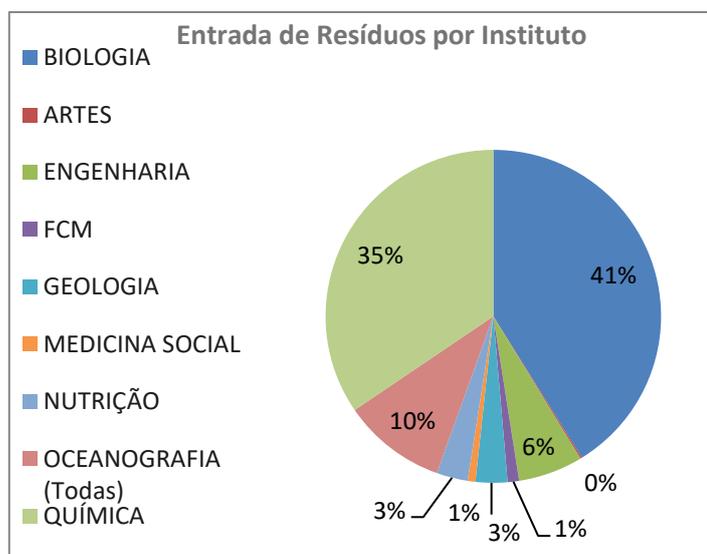
Figura 68 - Quantitativo de resíduos em laboratórios - *campus* Maracanã (2017 a 2020)



Fonte: elaborado a partir de dados da Prefeitura dos *campi* (UERJ, 2021).

Entre 2017 e 2020, o Instituto de Química descartou um total de 2264,46 kg, dentre eles: resíduos químicos diversos; reagentes; vidraria quebrada; soluções ácidas e soluções básicas. Este quantitativo corresponde à 35% dos resíduos que foram encaminhados ao abrigo externo localizado no *campus* Maracanã, conforme o gráfico a seguir (Figura 19).

Figura 79 - Quantitativo de resíduos dos laboratórios - *campus* Maracanã (2017 a 2020)



Fonte: elaborado a partir de dados da Prefeitura dos *campi* (UERJ, 2021).

O abrigo externo localizado no prédio anexo ao PHLC recebeu os resíduos químicos do Instituto de Química, nos anos de 2020 e 2021, conforme mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Tipos e quantitativo de resíduos dos laboratórios do IQ (2020 a 2021)

DATA DO DESCARTE	INSTITUTO	DEPARTAMENTO	SALA	TIPOS DE RESÍDUOS	QUANT. (KG)
21/01/2020	Química	DFQ	300	Resíduos químicos diversos	355
24/11/2020	Química	DQO	403	Resíduos químicos diversos	429,7
24/05/2021	Química	LABTAM	304	Resíduos químicos diversos e vidraria quebrada	104,9

Fonte: elaborado a partir de dados da Prefeitura dos *campi* (UERJ, 2021).

Na Tabela 2 constam os quantitativos de resíduos químicos que foram retirados do IQ e destinados adequadamente no abrigo externo, dentre eles estão: reagentes, soluções ácidas e básicas e vidraria.

Tabela 2 - Quantitativo de resíduos químicos dos laboratórios (2020 a 2021)

LABORATÓRIOS	QUANTIDADE (KG)
DFQ	355,00
LABTAM	104,90

Fonte: elaborado a partir de dados da Prefeitura dos *campi* (UERJ, 2021).

O quantitativo de resíduos foi reduzido no período de 2020 a 2021 devido a pandemia do COVID-19 e a consequente paralização das atividades nos laboratórios de ensino e pesquisa.

## 7.2 Aplicação do SIGER para apoio ao gerenciamento nos laboratórios do Instituto de Química da UERJ

Para auxiliar no gerenciamento dos resíduos perigosos nos laboratórios pesquisados, o Sistema SIGER foi utilizado e os resultados de sua aplicação no caso estudado em 8 (oito) laboratórios do IQ são apresentados a seguir.

A tela “Manejo de Resíduos” apresentada na tela inicial do SIGER (“Navegação”), conforme a Figura 20, aborda as definições de todas as suas etapas presentes que devem ser

contempladas no manejo de resíduos, a saber: segregação, acondicionamento, identificação, transporte interno, armazenamento temporário, armazenamento externo, coleta interna, transporte externo, destinação e disposição final ambientalmente adequada (tratamento), conforme estabelecido pela RDC Anvisa nº 222/2018, que trata, entre outros, dos resíduos químicos – Grupo B. O item “Resíduos Perigosos” foi incluído separadamente no SIGER para esta pesquisa, para o teste de sua aplicabilidade, pois os laboratórios do IQ não se caracterizam por serviços de saúde e, originalmente, o SIGER foi idealizado para essa finalidade.

Figura 20 - Tela do SIGER – Definições



As Figuras 21 a 34, a seguir, mostram as telas do SIGER para as funções “Lista de Verificação” nas etapas do manejo de resíduos nos laboratórios e do “Resultado da Inspeção”, que é um documento gerado em PDF descrevendo as não conformidades desse manejo.

Figura 21 - Laboratório de Graduação do DFQ (sala 300)

**SIGER**

**Lista de Verificação**  
Gerar PDF

Etapa do Manejo: Segregação / Acondicionamento / Identificação  
 Grupo de Resíduo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004  
 Estabelecimento: Instituto de Química Unidade: DFQ Setor: Lab. Físico-Química SL 300  
 Data: 9 de Agosto de 2021  
 Responsável: Michelle

Informações Adicionais: - O técnico responsável pela Prefeitura dos Campi distribui embalagem própria às características dos resíduos gerados nos laboratório e rótulos de identificação, à medida que há solicitação de descarte. - Apenas os reagentes novos acompanham FISPQ. As substâncias químicas devem vir acompanhadas das FISPQs e serem mantidas para consulta em atividades com produtos químicos, devendo ser fornecidas pelo fabricante e requeridas pelos usuários, conforme NBR 14725 - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ. - Os resíduos descartados no laboratório sofrem neutralização, quando necessário.

Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Não
<b>Quantidade de itens avaliados</b>		<b>% de não conformidades</b>
4		25,00
<b>Não conformidades</b>		<b>% de não conformidades</b>
1		25,00

Figura 22 - Laboratório de Tecnologia Ambiental (sala 304)

**SIGER**

**Lista de Verificação**  
Gerar PDF

Etapa do Manejo: Segregação / Acondicionamento / Identificação  
 Grupo de Resíduo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004  
 Estabelecimento: Instituto de Química Unidade: DPQ Setor: Lab Tecnologia Ambiental SL 304  
 Data: 12 de Agosto de 2021  
 Responsável: Michelle

Informações Adicionais: Os resíduos sofrem diluição/neutralização, quando descartados no laboratório.

Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
6	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Sim
<b>Quantidade de itens avaliados</b>		<b>% de não conformidades</b>
5		0,00
<b>Não conformidades</b>		<b>% de não conformidades</b>
0		0,00

Figura 23 - Laboratório de Microbiologia e Química Ambiental (sala 305)

**SIGER**

**Lista de Verificação**  
[Gerar PDF](#)

Etapa do Manejo: Segregação / Acondicionamento / Identificação  
Grupo de Resíduo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004  
Estabelecimento: Instituto de Química Unidade: DTPB Setor: Lab Microbiologia SL305  
Data: 3 de Abril de 2022  
Responsável: Michelle  
Informações Adicionais: As substâncias químicas devem vir acompanhadas das FISPQs e serem mantidas para consulta em atividades com produtos químicos, devendo ser fornecidas pelo fabricante e requeridas pelos usuários, conforme NBR 14725 - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ.

Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Não
Quantidade de itens avaliados		% de não conformidades
4		25,00

Figura 24 – Lab. de Microbiologia e Química Ambiental (sala 305/relatório em PDF)

**SIGER** SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE  
ESTABELECIMENTO: Instituto de Química Unidade: DTPB  
DATA DO REGISTRO: 3 de Abril de 2022 Setor: Lab Microbiologia SL305

**LISTA DE VERIFICAÇÃO**

Grupo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004 Etapa: Segregação / Acondicionamento / Identificação Responsável: Michelle

**RESULTADO DA INSPEÇÃO**

Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Não

Quantidade de Itens Avaliados	Não Conformidade	% de não conformidade
4	1	25,00

**Informações Adicionais**

As substâncias químicas devem vir acompanhadas das FISPQs e serem mantidas para consulta em atividades com produtos químicos, devendo ser fornecidas pelo fabricante e requeridas pelos usuários, conforme NBR 14725 - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ.

Figura 25 - Laboratório de Catálise Ambiental (sala 319)

SIGER		
Lista de Verificação		
Gerar PDF		
<p>Etapa do Manejo: Segregação / Acondicionamento / Identificação            Grupo de Resíduo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004            Estabelecimento: Instituto de Química Unidade: DOPI Setor: Laboratório de Catálise Ambiental - LAB. 319            Data: 3 de Abril de 2022            Responsável: Michelle            Informações Adicionais: As substâncias químicas devem vir acompanhadas das FISPQs e serem mantidas para consulta em atividades com produtos químicos, devendo ser fornecidas pelo fabricante e requeridas pelos usuários, conforme NBR 14725 - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ.</p>		
Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Não
Quantidade de itens avaliados		% de não conformidades
4		25,00

Figura 26 - Laboratório de Catálise Ambiental (sala 319 - relatório em PDF)

SIGER		
<p>SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE            ESTABELECIMENTO: Instituto de Química      Unidade: DOPI            DATA DO REGISTRO: 3 de Abril de 2022      Setor: Laboratório de Catálise Ambiental - LAB. 319</p>		
LISTA DE VERIFICAÇÃO		
Grupo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004		Etapa: Segregação / Acondicionamento / Identificação
		Responsável: Michelle
RESULTADO DA INSPEÇÃO		
Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Não
Quantidade de Itens Avaliados		Não Conformidade
4		1
		% de não conformidade
		25,00
Informações Adicionais		
<p>As substâncias químicas devem vir acompanhadas das FISPQs e serem mantidas para consulta em atividades com produtos químicos, devendo ser fornecidas pelo fabricante e requeridas pelos usuários, conforme NBR 14725 - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ.</p>		

Figura 27 - Laboratório de Graduação 1 (sala 323)

**SIGER**

**Lista de Verificação**  
Gerar PDF

Etapa do Manejo: Segregação / Acondicionamento / Identificação  
 Grupo de Resíduo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004  
 Estabelecimento: Instituto de Química Unidade: DQGI Setor: Lab Quím Geral e Inorgânica SL 323  
 Data: 30 de Março de 2022  
 Responsável: Michelle  
 Informações Adicionais: Os resíduos a serem descartados passam pelo processo de neutralização ou diluição.

Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Sim
Quantidade de itens avaliados		% de não conformidades
4		0,00

Figura 28 - Laboratório de Graduação 1 (sala 323 - relatório em PDF)

**SIGER** SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE  
 ESTABELECIMENTO: Instituto de Química Unidade: DQGI  
 DATA DO REGISTRO: 30 de Março de 2022 Setor: Lab Quím Geral e Inorgânica SL 323

**LISTA DE VERIFICAÇÃO**

Grupo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004 Etapa: Segregação / Acondicionamento / Identificação Responsável: Michelle

**RESULTADO DA INSPEÇÃO**

Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Sim

Quantidade de Itens Avaliados	Não Conformidade	% de não conformidade
4	0	0,00

**Informações Adicionais**  
 Os resíduos a serem descartados passam pelo processo de neutralização ou diluição.

Figura 29 - Laboratório de Tecnologia Analítica de Processo (sala 326)

SIGER		
Lista de Verificação		
<a href="#">Gerar PDF</a>		
Etapa do Manejo: Segregação / Acondicionamento / Identificação Grupo de Resíduo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004 Estabelecimento: Instituto de Química Unidade: DQA Setor: Lab Quim Analítica Qualitativa SL 326 Data: 30 de Março de 2022 Responsável: Michelle Informações Adicionais:		
Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Sim
Quantidade de itens avaliados		% de não conformidades
4		0,00

Figura 30 – Lab. de Tec. Analítica de Processos (sala 326 - relatório/ PDF)

SIGER SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE		
ESTABELECIMENTO: Instituto de Química		Unidade: DQA
DATA DO REGISTRO: 30 de Março de 2022		Setor: Lab Quim Analítica Qualitativa SL 326
LISTA DE VERIFICAÇÃO		
Grupo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004	Etapa: Segregação / Acondicionamento / Identificação	Responsável: Michelle
RESULTADO DA INSPEÇÃO		
Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Sim
Quantidade de Itens Avaliados		Não Conformidade
4		0
		% de não conformidade
		0,00
Informações Adicionais		

Figura 31 - Laboratório de Tecnologia Ambiental II (sala 423)

**SIGER**

**Lista de Verificação**  
Gerar PDF

Etapa do Manejo: Segregação / Acondicionamento / Identificação  
 Grupo de Resíduo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004  
 Estabelecimento: Instituto de Química Unidade: DQO Setor: Laboratório de Tecnologia Ambiental II - LAB. 423  
 Data: 30 de Março de 2022  
 Responsável: Michelle  
 Informações Adicionais:

Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Sim
Quantidade de itens avaliados		% de não conformidades
4		0,00

Figura 32 - Telas do SIGER de não conformidades nas etapas de manejo (sala 423)

**SIGER** SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE  
 ESTABELECIMENTO: Instituto de Química Unidade: DQO  
 DATA DO REGISTRO: 30 de Março de 2022 Setor: Laboratório de Tecnologia Ambiental II - LAB. 423

**LISTA DE VERIFICAÇÃO**

Grupo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004      Etapa: Segregação / Acondicionamento / Identificação      Responsável: Michelle

**RESULTADO DA INSPEÇÃO**

Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Sim

Quantidade de Itens Avaliados	Não Conformidade	% de não conformidade
4	0	0,00
Informações Adicionais		

Figura 33 - Laboratório de Bioprocessos (sala 427)

SIGER		
Lista de Verificação		
Gerar PDF		
<p>Etapa do Manejo: Segregação / Acondicionamento / Identificação            Grupo de Resíduo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004            Estabelecimento: Instituto de Química Unidade: DTPB Setor: Laboratório de Bioprocessos - LAB. 427            Data: 30 de Março de 2022            Responsável: Michelle            Informações Adicionais: As substâncias químicas devem vir acompanhadas das FISPQs e serem mantidas para consulta em atividades com produtos químicos, devendo ser fornecidas pelo fabricante e requeridas pelos usuários, conforme a NBR 14725 - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ.</p>		
Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Não
Quantidade de itens avaliados		% de não conformidades
4		25,00

Figura 34 - Laboratório de Tecnologia Ambiental II (sala 423 – relatório/ PDF)

SIGER SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE		
ESTABELECIMENTO: Instituto de Química		Unidade: DTPB
DATA DO REGISTRO: 30 de Março de 2022		Setor: Laboratório de Bioprocessos - LAB. 427
LISTA DE VERIFICAÇÃO		
Grupo: Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004	Etapa: Segregação / Acondicionamento / Identificação	Responsável: Michelle
RESULTADO DA INSPEÇÃO		
Item	Descrição	Aplicabilidade
1	Na presença de riscos químico e biológico é priorizado o tratamento em função do maior risco presente?	Não se aplica
2	Os rejeitos sólidos que apresentam risco químico são encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada?	Sim
3	Os resíduos do Grupo B destinados à recuperação ou reutilização estão acondicionados em recipientes individualizados, observados os requisitos de segregação e acondicionamento de cada tecnologia ou processo?	Sim
4	Os resíduos líquidos estão acondicionados em contenedores constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante?	Sim
5	As características dos produtos químicos estão identificadas nas Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ)?	Não
Quantidade de Itens Avaliados		Não Conformidade
4		1
		% de não conformidade
		25,00
Informações Adicionais		
As substâncias químicas devem vir acompanhadas das FISPQs e serem mantidas para consulta em atividades com produtos químicos, devendo ser fornecidas pelo fabricante e requeridas pelos usuários, conforme a NBR 14725 - Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ.		

O ícone “Relatórios” do SIGER permite “visualizar” e “editar”, emitindo as saídas dos dados, que podem ser apresentadas em uma “planilha de controle”, em formato *pdf*, com as seguintes informações: data, setor, unidade, descrição, quantidade de resíduos e responsável. Como exemplos, tem-se as Figuras 35 e 36, com dados do Laboratório de Graduação do DFQ (sala 300) e do Laboratório de Tecnologia Ambiental (sala 304). Este formato permite que a informação seja documentada e fique arquivada, facilitando a rastreabilidade do resíduo.

Figura 35 - Planilha de controle/etapas de manejo (Lab. Grad. DFQ - sala 300)

 <b>SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE</b> ESTABELECIMENTO: Instituto de Química PERÍODO: 10/06/2021 a 02/04/2022				
PLANILHA DE CONTROLE				
Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004		Etapa: Segregação / Acondicionamento / Identificação		Quant. Gerada: 355 L
Data	Setor/Unidade	Descrição	Quant.	Responsável
09/08/2021	PHLC/UERJ /3	Pavimento/Instituto de Química /DFQ/Lab. Físico-Química SL 300	Outros: 355.0	Michelle Ferreira Dias - 003

Figura 36 - Planilha de controle/etapas de manejo (Lab. Tec. Amb. - sala 304)

 <b>SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE</b> ESTABELECIMENTO: Instituto de Química PERÍODO: 10/06/2021 a 02/04/2022				
PLANILHA DE CONTROLE				
Resíduos Perigosos - ABNT NBR 10004		Etapa: Segregação / Acondicionamento / Identificação		Quant. Gerada: 104.9 L
Data	Setor/Unidade	Descrição	Quant.	Responsável
11/08/2021	PHLC/UERJ /3	Pavimento/Instituto de Química /DPQ/Lab Tecnologia Ambiental SL 304	Outros: 104.9	Michelle Ferreira Dias - 003

Esses mesmos laboratórios serviram de exemplos para apresentar os quantitativos de resíduos gerados conforme a “Planilha de controle” (Figura 37 e 38), caracterizados como “resíduos químicos diversos”, que foi o critério estabelecido pelo técnico da Prefeitura dos *campi*, responsável pela destinação dos resíduos.

Figura 37 - Quantidade de geração de resíduos (Lab. de Grad. DFQ - sala 300)

Item	Característica	Descrição	Quantidade	Recipiente/Embalagem	Identificação
1	Outros:	resíduos químicos diversos	355.0 Kg	Bombona plástica	Identificado

Figura 38 - Quantidade de geração de resíduos (Lab. Tec. Amb. - sala 304)

Item	Característica	Descrição	Quantidade	Recipiente/Embalagem	Identificação
1	Outros:	resíduos químicos diversos	104.9 Kg	Bombona plástica	Identificado

A tela “Variação da Geração de Resíduos” descartados por esses laboratórios é apresentada como exemplos nas Figuras 39 e 40, respectivamente.

Figura 39 - Variação de geração de resíduos (Lab. Graduação DFQ - sala 300)

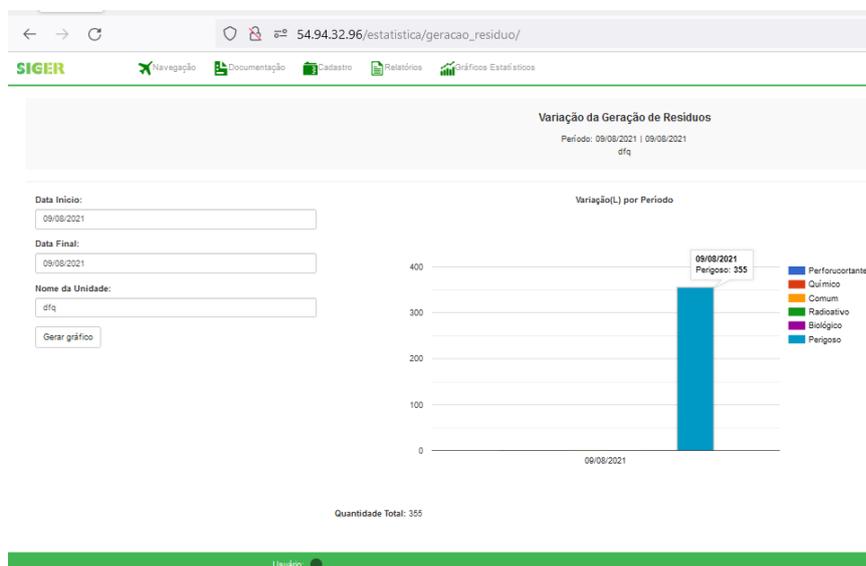
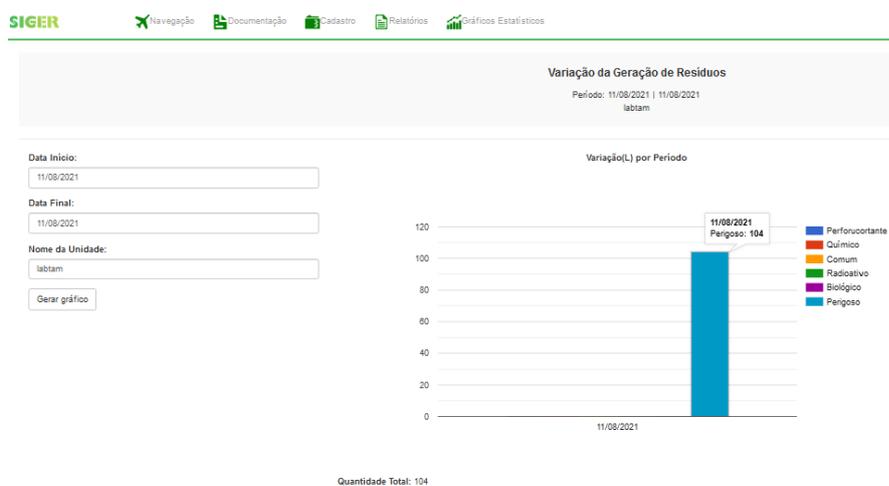


Figura 40 - Variação de geração de resíduos (Lab. de Tec. Amb. - sala 304)



Na Tela apresentada na Figura 41, tem-se a situação encontrada quanto ao roteiro interno de transporte dos resíduos.

Figura 41 - Roteiro de Transporte interno dos resíduos perigosos

**SIGER** Navegação Documentação Cadastro Relatórios Gráficos Estatísticos Ajuda Logout

**Resíduos Perigosos**  
Resíduos contendo produtos químicos que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade

**Caracterização do Resíduo**

Caracterização Situação Encontrada

**Roteiro de Transporte Interno:**  
Visualizar Roteiro

-- Roteiro --

Descrição do roteiro

Informações adicionais

**Detalhamento**

-- Responsável --

Turno

Horário da Coleta

Data de registro

Salvar Voltar

A tela do SIGER, conforme a Figura 42, mostra a “Situação encontrada” com relação aos recipientes de coleta e transporte interno dos Resíduos Perigosos.

Figura 42 - Situação encontrada - Recipientes de coleta e transporte

← → ↻ 🏠 ⚠ Não seguro | 54.94.32.96/manejo/coletaInterno/perigosos/40/

# -- coding: iso-8859-1 --

**SIGER** 🛩 Navegação 📄 Documentação 🗄 Cadastro 📄 Relatórios 📊 Gráficos Estatísticos 🆘 Ajuda 🚪 Logout

---

Segregação / Acondicionamento / Identificação

Coleta e Transporte Interno

Armazenamento Temporário

Armazenamento Externo

Coleta e Transporte Externos

Destinação e Disposição Final

Destinação / Tratamento

---

**ResíduosPerigosos**

Resíduos contendo produtos químicos que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade

**Caracterização do Resíduo**

Caracterização Situação Encontrada

**1) Os equipamentos para transporte interno (carros de coleta) são constituídos de material rígido, lavável, impermeável e providos de tampa articulada ao próprio corpo do equipamento, cantos e bordas arredondados, rodas revestidas de material que reduza o ruído?**

Selecione ▾

**2) Os recipientes com mais de 400 litros de capacidade possuem válvula de dreno no fundo?**

Selecione ▾

**3) Os carros de coleta são dotados de pneus de borracha?**

Selecione ▾

**4) Os carros de coleta estão devidamente identificados com os símbolos de risco?**

---

## 8. DISCUSSÃO

### 8.1 Sobre ações de sustentabilidade e gerenciamento de resíduos nas universidades pesquisadas

A revisão bibliográfica para conhecer as ações em prol da sustentabilidade, por meio da gestão ambiental em algumas universidades públicas brasileiras, permitiu identificar alguns pontos que elas possuem em comum. Muitas delas implementaram uma política ambiental e vêm desenvolvendo em seus *campi* os planos de gerenciamento de resíduos, destacando-se a USP e a Unicamp, entre outras. No caso específico dos resíduos perigosos, a pesquisa possibilitou identificar algumas ações que elas vêm realizando, a saber:

- a) Criação de câmaras técnicas e comissões: deliberam ações relativas ao gerenciamento de resíduos e são compostos por funcionários, estudantes, técnicos de laboratório, pesquisadores e professores;
- b) Programa de gestão de resíduos: geralmente elaborado de forma integrada, considerando os resíduos comuns e perigosos, sendo discutido pelas comissões, em geral, baseado na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e outras legislações;
- c) Planos específicos de gerenciamento de resíduos perigosos de laboratórios: geralmente contêm objetivos e metas, procedimentos operacionais padrão, documentação, responsáveis, recursos, cursos de capacitação, informações periodicamente atualizadas (tipologia de resíduos, inventário dos ativos e passivos químicos, etapas do manejo, atualização e documentação da legislação etc.);
- d) Manual de gerenciamento: geralmente este documento é mais sintetizado do que um plano de gerenciamento e tem um caráter orientativo;
- e) Plano de logística sustentável: tem o objetivo de promover o cumprimento de metas governamentais estimulando ações para consumo racional de recursos naturais em órgãos públicos;
- f) Laboratório de tratamento interno de resíduos: em alguns casos, funcionam como o centro de gestão, operados pelos Institutos de Química, onde os resíduos são comumente

tratados por meio da destilação, possibilitando a recuperação de alguns reagentes a serem reutilizados na própria instituição;

- g) Doações/Banco de reagentes/triagem: a triagem dos reagentes não desejáveis permite disponibilizá-los para outros usuários, a fim de evitar o aumento de resíduos.

Apesar de algumas iniciativas em termos de gerenciamento de resíduos, sobretudo os químicos, serem consideradas exitosas em IES, existem ainda dificuldades e desafios a serem enfrentados pelas universidades públicas para a realização de ações em prol sustentabilidade, seja na implementação de políticas voltadas para essa finalidade, embasada em programas de gestão ambiental e educação ambiental.

Para a discussão do caso estudado, foram trazidas algumas das contribuições dos autores citados na revisão da literatura, como Zagonel *et al* (2019); Jardim; Moreira *et al.* (2014); Jardim (2008); Tauchen e Brandli (2006). Dentre algumas das causas por eles apontadas para a ocorrência dessas dificuldades nas IES, destacam-se:

- Rigidez organizacional e excessiva burocracia;
- Estrutura vertical hierarquizada e departamentalizada, com posicionamentos e interesses conflitantes;
- Falta de recursos financeiros e humanos; inexistência de uma política institucional voltada para a temática da sustentabilidade, com conseqüente ausência de estrutura voltada para essa finalidade e de profissionais capacitados para esta função, por meio programas de gestão ambiental;
- Falta de programas permanentes de educação ambiental para a sustentabilidade;
- Pouca afinidade e comprometimento com essas questões pela administração central e por parte da comunidade acadêmica;
- Desconhecimento amplo sobre as normas e a legislação ambiental;
- Ausência de treinamento/capacitação para essa finalidade;
- Resistência ou dificuldade dos profissionais em mudar seus hábitos; ausência de fiscalização pelos órgãos de controle ambiental.

Indo na contramão do que vem sendo realizado em prol da sustentabilidade há décadas em outras universidades brasileiras, conforme apresentado na revisão da literatura, no caso específico da UERJ, muitas das dificuldades citadas ainda são recorrentes, apesar das iniciativas

já empreendidas e relatadas nos trabalhos por pesquisadores da UERJ, conforme mostrados nos Quadros 6 e 7.

A principal causa identificada para a ocorrência desses problemas diz respeito à inexistência de uma política ambiental institucionalizada e implementada em seus *campi*, em particular, de um plano de gerenciamento de resíduos perigosos. Isso tem dificultado, muitas vezes, o manejo adequado dos resíduos pelos laboratórios, em descumprimento à legislação e às normas vigentes, bem como desconsiderando as Boas Práticas de Laboratórios (BPL) e a segurança química.

Nesse sentido, Figuerêdo (2006) e demais autores citados reforçam que as universidades devem estabelecer um ensino integrado às boas práticas ambientais, destacando a importância de haver uma política de gestão institucionalizada nas universidades que vise, entre outros, à responsabilidade social e ambiental, à formação de cultura interna de segurança química nos laboratórios, à otimização dos processos que impliquem no uso racional dos recursos ambientais, materiais e financeiros, além do óbvio, mas nem sempre respeitado, atendimento às normas e legislações.

De certa forma esse contexto tem impossibilitado a continuidade das ações já empreendidas na instituição pesquisada. Em parte, isso decorre devido à troca de gestão a cada quatro anos e a conseqüente mudança de seus quadros. Assim, muitos dos esforços, tempo e recursos empreendidos são perdidos, ficando ao encargo dos profissionais mais comprometidos com as questões ambientais e de segurança, a busca por alternativas para o equacionamento dos problemas que enfrentam em seus laboratórios, sendo frequentemente realizadas ações pontuais e/ou emergenciais.

Cabe ressaltar que a contratação, pela atual Prefeitura dos *campi*, dos técnicos para atuarem no gerenciamento ambiental trouxe avanços na solução de alguns desses problemas recorrentes na UERJ, em particular, no manejo dos resíduos químicos dos laboratórios. Dentre alguns desses avanços, destacam-se: realização do inventário dos geradores e dos resíduos dos laboratórios; organização da logística de coleta e destinação adequada dos resíduos perigosos; reativação do abrigo de resíduos; coleta de passivos químicos; elaboração de instruções para o correto manejo de resíduos pelos laboratórios, entre outras ações.

Os resultados desta pesquisa sobre a ferramenta computacional (SIGER) para dar apoio ao gerenciamento de resíduos em sua aplicação em teste piloto em oito laboratórios do Instituto de Química da UERJ, *campus* Maracanã, são discutidos sequencialmente a seguir.

## **8.2 Aplicabilidade do SIGER enquanto sistema de informação gerencial**

O SIGER, como sistema de informação gerencial, permite verificar se as etapas de manejo (segregação/acondicionamento/identificação/transporte/destinação) estão em conformidade com as normas estabelecidas. Ele possibilita ainda emitir relatórios sobre os quantitativos de resíduos em cada laboratório para as ações de controle, por meio das informações como: data, setor, unidade, descrição, quantidade de resíduos e responsáveis, permitindo que elas sejam arquivadas e acessadas pelos usuários, facilitando sua rastreabilidade e auxiliando as tomadas de decisão pelo gestor.

Nesta pesquisa não foi possível testar toda a potencialidade desse sistema para o gerenciamento de resíduos químicos, em função dos problemas encontrados, como a pandemia da Covid-19 e a consequente paralização dos laboratórios. Houve também um aumento da demanda dos serviços pelo programador e colaborador da equipe deste projeto, uma vez que ele é vinculado ao setor de informática da UERJ, dificultando assim a realização de algumas adaptações necessárias ao SIGER para esta finalidade.

O sistema depende da atualização das informações pelo setor responsável pela coleta e atualização de dados dos laboratórios, bem como da disponibilidade de técnicos para essa tarefa de rotina. Para o êxito na aplicação do SIGER, a continuidade na entrada de dados é fundamental, permitindo que o gestor verifique se o manejo está sendo realizado de forma adequada nos laboratórios, se as ações de capacitação e treinamento de equipes estão tendo resultado e se tem havido a redução ou não no quantitativo de resíduos, pois um bom gerenciamento significa a sua diminuição e consequente economia nos gastos com a sua destinação final.

### 8.3 Aplicabilidade do SIGER para a identificação de não conformidades

O SIGER possibilita mostrar as não conformidades, conforme a tela “situação encontrada”, sobre o manejo dos resíduos dos laboratórios. Os dados nesta pesquisa foram obtidos a partir das respostas do questionário enviado aos técnicos, o que permitiu a alimentação do banco de dados do sistema. Os dados complementares a esse respeito puderam ser adicionados como “informações adicionais” no SIGER. Essa função pode auxiliar o monitoramento das informações e a tomada de decisões pelo gestor.

Há que ressaltar que o procedimento adotado por meio do questionário encaminhado aos responsáveis pelo laboratório pode não retratar confiabilidade a realidade no manejo dos resíduos e necessitaria de uma pesquisa mais aprofundada para essa verificação, o que não foi possível em função das dificuldades citadas anteriormente.

A maior parte dos laboratórios apresentaram algumas (ou todas) das seguintes não conformidades no manejo de resíduos, a saber:

- Não há Ficha de Informação Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) ou *Material Safety Data Sheet* (MSDS). Os laboratórios deveriam dispor as substâncias químicas acompanhadas das fichas para consulta em caso de emergências;
- Não há uma padronização nas anotações sobre os descartes realizados nos laboratórios;
- Não há um padrão de rotulagem nos frascos contendo resíduos, de maneira geral, apesar do setor responsável pela gestão ter encaminhado uma cartilha com as instruções sobre os procedimentos a serem adotados pelos laboratórios (Anexo A);
- A água régia é utilizada, em alguns casos relatados, para a remoção de resíduos em vidrarias, o que pode gerar algum impacto ambiental;
- O meio de controle do uso de reagentes é visual;
- Alguns passivos não estão devidamente rotulados;
- As vidrarias quebradas são, muitas vezes, dispostas indevidamente nos corredores do pavilhão;

- Foi identificada a disposição de resíduos químicos em cima das bancadas ou colocados no chão dos laboratórios, em geral, por não haver um local específico para a sua guarda;
- Outro problema recorrente, embora não diga respeito diretamente ao manejo dos resíduos, é o armazenamento de gases industriais dentro dos laboratórios, contrariando as normas de segurança. Alguns contêineres de gases existentes são: gás hélio; metano; NO; N<sub>2</sub>O; CO; CO<sub>2</sub>; H<sub>2</sub>. Alguns laboratórios não possuem gás canalizado e usam bico de *Bunsen* e fogareiros pequenos, com riscos de provocar incêndio.

A maioria dos problemas identificados foram amplamente relatados em trabalhos anteriores realizados em laboratórios do PHLC da UERJ. Apesar dos esforços e das ações por pesquisadores e pela Prefeitura dos *campi*, observa-se ainda muitas questões a serem solucionadas. De certa forma, isso reflete os problemas no gerenciamento, quanto à segurança e as boas práticas em laboratórios, conforme preconizam as normas técnicas e a legislação pertinente. Além disso, os princípios da sustentabilidade e a “química verde”, temas também abordados na revisão da literatura, deveriam se tornar objetivos a serem permanentemente buscados pela Instituição e por seus pesquisadores.

#### **8.4 Aplicabilidade do SIGER para a identificação e quantificação dos resíduos perigosos**

A “Planilha de controle” do SIGER é uma função que possibilita emitir um relatório (documento em PDF) tendo como resultado a caracterização dos resíduos e a sua quantificação por cada laboratório que disponibilize a informação no banco de dados do sistema. Isso permite demonstrar a variação da geração de resíduos, por meio de gráficos, e funcionam como instrumentos para avaliação, controle e monitoramento do manejo de resíduos pelo gestor.

#### **8.5 Aplicabilidade do SIGER em atendimento à Norma RDC ANVISA nº 222/2018**

A ferramenta “situação encontrada” na tela do SIGER quanto ao “armazenamento temporário” interno de resíduos nos laboratórios, não havia sido contemplado pelo SIGER em

2016, pois esse item surgiu posteriormente a sua concepção, após a revisão da norma atualizada em 2018 pela Anvisa (BRASIL, 2018). Quando os resíduos possuem pequenos volumes, a norma permite que eles fiquem armazenados em um local adequado dentro da própria área de trabalho, até a sua destinação final. A resolução estabelece ainda que tais procedimentos devem ser descritos e incorporados ao PGRSS.

Na tela do SIGER relativa ao “armazenamento externo” são incluídas as condições de acessibilidade, higiene e saneamento, segurança e exclusividade, estabelecidas na resolução, bem como na tela “coleta e transporte externo” sobre as condições operacionais recomendadas pela resolução.

A tela “destinação e disposição final” possui um campo de livre preenchimento podendo ser abordadas as condições estabelecidas pela resolução, permitindo aplicar as normativas locais sanitárias e ambientais no SIGER, conforme preconiza a resolução da Anvisa. A tela “destinação e tratamento” atende às condições operacionais por ela recomendadas.

O SIGER pode funcionar também como uma ferramenta auxiliar na prevenção de acidentes, proteção dos trabalhadores, preservação do meio ambiente, a fim de alcançar o que preconiza a norma RDC ANVISA nº 222/2018.

Por abranger todos os requisitos da norma RDC ANVISA nº 222/2018, a alimentação dos dados no sistema se torna bem extensa, exigindo que cada laboratório possua um profissional com disponibilidade para lançar os dados no sistema, sendo essa uma limitação em sua aplicação, pois pode significar uma tarefa adicional nas rotinas de trabalho desse profissional.

## **8.6 Aplicabilidade do SIGER em atendimento à Lei Federal nº. 12.305/2010**

O SIGER aborda a destinação hierarquizada no manejo de resíduos, em termos de prioridades durante a segregação na fonte de sua geração, o que pressupõe a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras alternativas tecnológicas que surjam, conforme estabelecidas pela PNRS, que dispõe sobre as diretrizes relativas à gestão integrada nas organizações e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A revisão da literatura deu as bases desta pesquisa, abordando aspectos conceituais, legais e normativos a respeito dos resíduos e de seu manejo, sobretudo os considerados perigosos, como os rejeitos químicos gerados nos laboratórios de universidades. Foi possível também conhecer como o conceito de sustentabilidade ambiental vem sendo implementado no contexto dessas instituições, incorporando práticas mais sustentáveis em seus *campi*, em particular, com relação ao gerenciamento de resíduos.

Nesse sentido, cabe ressaltar que há um consenso entre os pesquisadores sobre a importância da adoção de uma política ambiental institucional como forma de viabilizar a inserção da sustentabilidade socioambiental no planejamento das IES, criando comissões de trabalho e estruturas operacionais para implementar as ações, por meio de capacitação e de programas bem estruturados e criativos de educação ambiental voltados para toda comunidade universitária.

Muitas instituições brasileiras e internacionais vêm incorporando o conceito do *Ecocampus*, ou *Campus Verde*, como local de estudo, experimentos e pesquisas, de forma a subsidiar os sistemas de gestão ambiental que promovam, entre outros, a economia de recursos naturais, o uso racional e o reaproveitamento de água, a eficiência energética, a utilização de energia mais limpa, como a solar, a ampliação de espaços verdes e permeáveis, a implantação de hortas com uso de composto orgânico produzido no próprio *campus*, a coleta seletiva de resíduos recicláveis, a adoção de campanhas educativas permanentes e a divulgação de ações para o atendimento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (Agenda 2030).

Dentre alguns exemplos de implementação de planos de gerenciamento de resíduos em universidades, destacam-se os programas realizados pela USP (Esalq) e a Unicamp, entre outras. No caso específico dos resíduos perigosos, a pesquisa possibilitou ainda identificar algumas das ações que são mais comuns entre elas, a saber: existência de câmaras técnicas e comissões; programa institucional de gestão integrada de resíduos; planos específicos de gerenciamento de resíduos perigosos; manual de instruções sobre manejo de resíduos e boas práticas em laboratórios; plano de logística sustentável; laboratório para o tratamento interno de resíduos que, em alguns casos, funcionam como o centro de gestão, operados pelos Institutos de Química; capacitação permanente de funcionários e alunos.

Do ponto de vista gerencial, cabe ressaltar a importância no desenvolvimento e aplicação de ferramentas computacionais para apoio a tomada de decisões. Assim sendo, esta pesquisa adaptou uma ferramenta computacional para apoio ao gerenciamento de resíduos – o SIGER, desenvolvido por pesquisadores da UERJ, para avaliar a sua aplicabilidade em teste piloto em oito laboratórios do Instituto de Química, localizado no Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha (PHLC), *Campus* Francisco Negrão de Lima da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Contudo, cabe ressaltar que a pandemia da Covid-19 provocou a interrupção das atividades na universidade e nos laboratórios por longo período, impactando o desenvolvimento deste trabalho. Com o retorno gradativo das atividades, a equipe da Prefeitura dos *campi* da UERJ deu continuidade ao gerenciamento de resíduos dos laboratórios, o que possibilitou também a conclusão deste projeto.

Neste contexto, o estudo mostrou que o SIGER precisa de ajustes para poder cumprir melhor a sua função no apoio ao gerenciamento de resíduos de laboratórios. Um dos problemas identificados diz respeito à quantidade de informações a serem lançadas na base de dados do sistema. Isso demanda uma maior disponibilidade dos técnicos, o que nem sempre ocorre. Foi identificada ainda a falta de algumas funções no sistema que precisam ser corrigidas para a sua otimização, como a falta de representação da caracterização por tipo específico de resíduos no gráfico estatístico, demandando ajustes nesta função, o que melhoraria a ferramenta para a obtenção dos resultados da variação de resíduos.

Quanto aos laboratórios pesquisados ocorrem ainda problemas no manejo dos resíduos, comprovando a necessidade de capacitação e treinamento dos técnicos e alunos, que abordassem segurança e boas práticas de laboratório para a melhoria de ações e para assim, reduzir as não conformidades encontradas. Deve ser estimulada também a adoção dos princípios que embasam a sustentabilidade e a química verde com a redução da geração de resíduos; reaproveitamento de produtos e a reciclagem.

A Administração Central da Instituição, como tomadora de decisões, deveria atribuir para si a responsabilidade sobre as questões relativas à sustentabilidade socioambiental em seus *campi*. Para tal, torna-se fundamental a criação e a institucionalização de uma política ambiental que promova mudanças de forma permanente nesta direção, evitando assim a descontinuidade das ações que são implementadas, como mostraram os estudos anteriores empreendidos pela equipe do Projeto Cogere e de outros pesquisadores da UERJ.

Quanto ao gerenciamento atual de resíduos na UERJ, que é feito por técnicos terceirizados, constata-se os avanços alcançados com as ações implantadas, desde a sua retomada, em 2017. Sendo assim, para evitar interrupções futuras no andamento desse importante trabalho, que porventura venha a ocorrer com mudanças de gestão, recomenda-se a criação de um Departamento de Meio Ambiente na Prefeitura e de uma Comissão Ambiental Permanente composta por equipe multidisciplinar vinculada à Administração Central da Universidade, a fim de elaborar e monitorar as ações de cunho ambiental de forma que elas passem a ser integradas ao seu planejamento estratégico, a exemplo de outras universidades brasileiras.

Para estudos futuros recomenda-se o aprimoramento do Sistema SIGER e de sua aplicação em novo teste piloto para que possa ser usado no apoio ao gerenciamento de resíduos da UERJ, após as correções que se fazem necessárias. Além disso, a utilização de indicadores sobre o gerenciamento e manejo dos resíduos nos laboratórios poderá retratar de forma mais fidedigna a realidade, permitindo também avaliar se as ações empreendidas estão tendo bons resultados.

E, por fim, espera-se que este trabalho possa contribuir com o avanço do conhecimento nesta área específica e para que a universidade avance ainda mais em sua trajetória de promoção da sustentabilidade socioambiental.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14000**: Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientação de uso. Rio de Janeiro, RJ, 2015.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14725-1**: Produtos químicos — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro, RJ, 2009.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12235**: Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos. Rio de Janeiro, RJ, 1992.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14725-4**: Produtos químicos — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 4: Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ). Rio de Janeiro, RJ, 2009.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16725**: Resíduo químico — Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente — Ficha com dados de segurança de resíduos químicos (FDSR) e rotulagem. Rio de Janeiro, RJ, 2014.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, RJ, 2004.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11175**: Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de Desempenho – Procedimento. Rio de Janeiro, RJ, 1990.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10157**: Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento. Rio de Janeiro, RJ, 1987.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10005**: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido. Rio de Janeiro, RJ, 2004.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, RJ, 2004.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10007**: Amostragem de Resíduos Perigosos; Rio de Janeiro, RJ, 2004.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14725-1**: Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro, RJ, 2009.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14725-2**: Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 2: Sistema de Classificação de Perigos. Rio de Janeiro, RJ, 2009.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14725-3**: Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente – Parte 3: Rotulagem Rio de Janeiro, RJ, 2009.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7500**: Identificação para o transporte terrestre para o manuseio, movimentação, armazenamento de produtos. Rio de Janeiro, RJ, 2017.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7503**. Transporte Terrestre de Produtos Químicos. Ficha de emergência – Resíduos Químicos. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9735**. Conjunto de Equipamentos para Emergência no Transporte Terrestre de Resíduos Perigosos. Rio de Janeiro, 2020.

AFONSO, J. C., NORONHA, L. A.; FELIPE, R. P. FREIDINGER, N. Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final. **Química Nova**, v. 26, São Paulo, SP, n. 4, p. 602-611, ago. 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/wy5GkKwR4sBHTcV8c6BRDt/?lang=pt>>. Acesso em: 27 abr 2022.

AFONSO J. C.; SILVEIRA, J. A.; OLIVEIRA, A. S. Análise sistemática de reagentes e resíduos sem identificação. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 28, n. 1, 157-165, fev. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/qn/a/qqnG9ztJ4rdgJvRpsVMVHqf/?lang=pt>>. Acesso em: 27 abr 2022.

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**, São Paulo, SP, v. 26, n. 2, 291-295, Abr. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/qn/a/Cq95HyBbHD93jzNcdKwryq/?lang=pt>>. Acesso em: 27 abr 2022.

ALIANZA DE REDES IBEROAMERICANAS DE UNIVERSIDADES POR LA SUSTENTABILIDAD Y EL AMBIENTE (ARIUSA) [Página eletrônica]. Disponível em: <<https://ariusa.net/>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

AMÂNCIO, J. M.; OBENAU L. C. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ)**. SEPEI. 4º Seminário de Pesquisa Extensão e Inovação. Santa Catarina, SC: Instituto Federal de Santa Catarina, 2014.

AMARAL, S. T.; MACHADO, P. F. L; PERALBA M. C. Relato de uma experiência. Recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 24, n. 3, 419-423, Jul. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/qn/a/k6bGd55JMhKb8WmMRFgBCFr/?lang=pt>> Acesso em: 27 abr 2022.

ANDRADE, S. A.; MASTATUONO, D.; ABREU, B. C. G.; ISHIKAWA V. M.; SANTOS, N. M.; FERREIRA, M. S; BARAZZONE, C. G. Segregação de resíduos químicos por compatibilidade e reatividade no Instituto Butantan. **Orbital (The Electronic Journal of Chemistry)**, Campo Grande, MS, v. 7, n. 1, p. 44-32, jan./mar. 2015. Disponível em: <<http://www.orbital.ufms.br/index.php/Chemistry/article/view/688>>. Acesso em: 27 abr. 2022.

ANDRADE, J. A; AUGUSTO F.; JARDIM, I. C. S. F. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. **Eclética Química**, São Paulo, SP, v. 35, n. 3, 17-23, Dez. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/eq/a/sGLvvg5B6qBspNBtncd9GKq/>> Acesso em: 27 abr 2022.

ARDIÓNS, J. P., NAVARRO, M. B. M. A., CARDOSO, T. A. O. Biossegurança e sistemas de informação: a rede e o gerenciamento de risco. **Cadernos de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ. 2013. v. 21, n.3, 303-308, Jul. 2015. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/cadsc/a/N7whLP7YBrGCyCXzqMfBTbM/>> Acesso em: 27 abr 2022.

BARBOSA, D. E. Gerenciamento dos resíduos dos laboratórios do instituto de química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro como um projeto educacional e ambiental. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, RJ, v. 8, n. 3, p.114 – 119, 2003.

BARROS, R. M. **Avaliação dos Resíduos dos Laboratórios de Ensino e Pesquisa do Instituto de Biologia. Universidade do Estado do Rio de Janeiro: uma contribuição ao plano de gerenciamento.** 2007. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

BENDASSOLLI J. A., MORTATTI J., TAVARES G. A. Reciclagem de cobre proveniente de analisador automático de carbono e nitrogênio. **Química Nova**, São Paulo, SP: v. 25, n. 2, 312-315, jul. 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/RrRTLZbTWnxMn5cYnQ6hvGJ/>> Acesso em: 27 abr 2022.

BORBA, C. M.; COSTA, M. A. F.; PEREIRA, C. M. E.; CARVALHO, P. R. C.; VALLE S. **Biossegurança e boas práticas laboratoriais.** Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde. v.1. Rio de Janeiro, RJ: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, 2010. Disponível em: <<https://www.epsjv.fiocruz.br/publicacao/livro/conceitos-e-metodos-para-formacao-de-profissionais-em-laboratorios-de-saude-volum-3>>. Acesso em: 27 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 306**, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. Publicada em 10 de dezembro de 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 222**, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. nº 61, publicada em 29 de março de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Biossegurança em saúde: prioridades e estratégias de ação** / Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde. Brasília, DF. 2010b.

BRASIL. **Classificação de risco dos agentes biológicos.** Departamento de Ciência e Tecnologia. Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Brasília, DF.: Editora do Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instituições parceiras da A3P.** 2022b. Disponível em: <<http://a3p.mma.gov.br/instituicoes-parceiras/>>. Acesso em: 01 de março de 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão socioambiental nas universidades públicas: A3P**, Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental, Departamento de Proteção e Consumo Sustentáveis, Programa Ambiental na Administração Pública, Brasília, DF: MMA, 2017. Disponível em: <[https://sga.furg.br/images/Documentos\\_para\\_linkar/A3P\\_universidades.pdf](https://sga.furg.br/images/Documentos_para_linkar/A3P_universidades.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 global**. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html>>. Acesso em: 25 abr. 2022. Brasília, DF: MMA, 2021.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 237**, de 19 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília: DF, nº 247, de 22 de dezembro de 1997, Seção 1, páginas 30841-30843.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 5**, de 5 de agosto de 1993. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília: DF, publicada em 31 de agosto de 1993, Seção 1, páginas 12996-12998.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 316**, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília: DF, nº 224, publicada em 20 de novembro de 2002, Seção 1, páginas 92-95.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Norma Regulamentadora nº. 6 - NR 6**. Equipamento de Proteção Individual. 2018.

BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Resolução nº 5.232**, de 14 de dezembro de 2016. Aprova as instruções complementares ao regulamento terrestre do transporte de produtos perigosos, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. 16 de dezembro de 2016. Edição: 241, Seção: 1, p. 269.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura/Agência Nacional de Transportes Terrestres. **Resolução nº 5.947**, de 1º de junho de 2021. Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e aprova as suas Instruções Complementares, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. 02 de junho de 2021 | Edição: 103, Seção: 1, pág. 74.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto Federal nº 10.936**, de 12 de janeiro de 2022, Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2002a. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. 12 de janeiro de 2022. Edição: 8-A, seção: 1, extra A, pág. 2.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto Federal nº 7.746, de 5 de junho de 2012**. Regulamenta o art. 3º da lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, e institui a comissão interministerial de sustentabilidade na administração pública - CISAP. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2012a. Brasília. DF. 06 de junho de 2012.

BRASIL. Presidência da República. **Instrução normativa nº 10**, de 12 de novembro de 2012. Estabelece regras para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável de que trata o art. 16, do Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2012b. Brasília. DF. 12 de novembro de 2012.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010a. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras

providências. 2010a. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. 03 de agosto de 2010. Página 02.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. 02 de agosto de 1981. P.16509.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. 13 de fevereiro de 1998. p. 01.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.795**, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília. DF. 28 de abril de 1999, p. 1.

CAMPELLO, L. G. B.; SILVEIRA, V. O. Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) e o *Greening* das Universidades. **Revista Thesis Juris**, São Paulo, SP, v. 5, n. 2, p. 549-572, mai/ago. 2016. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/thesisjuris/article/view/9053>>. Acesso em 20 abr. 2022.

CAMPOS, R. *et al.* La Organización Internacional de Universidades por el Desarrollo Sostenible y el Medio Ambiente (OIUDSMA): un precursor de las redes ambientales en la educación superior iberoamericana. **Ambiens**, Revista Iberoamericana Universitaria en Ambiente, Sociedad y Sustentabilidad, Argentina, v. 2, n. 1, p. 49–67, 2015. Disponível em: <<https://revistas.udca.edu.co/index.php/ambiens/article/view/1032>>. Acesso em: 29 abr. 2022.

CASTRO, E. M. N. V.; SILVA, E. R.; CASTRO, K. N. V. Educação Ambiental para além do capital: um desafio do século XXI. **Revista brasileira de educação ambiental (REVEBEA)**, São Paulo, SP, v. 15, p. 507-527, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/10839/7880>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

CAVALCANTE, C.; DI VITTA, P. B. Gerenciamento de resíduos de laboratórios didáticos do ensino médio: núcleo comum e ensino técnico. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**. São Paulo, SP, ano 2, n.5 out./dez. 2014. Disponível em: <[http://revista.oswaldocruz.br/Edicao\\_05/Artigos](http://revista.oswaldocruz.br/Edicao_05/Artigos)>. Acesso em: 22 abril 2022.

COGERE. **Projeto sobre Consumo Sustentável e Gerenciamento de Resíduos**. Rio de Janeiro, RJ: Universidade do Estado do Rio de Janeiro [Página eletrônica]. Disponível em: <<http://www.cogere.uerj.br/>>. Acesso em 20 abr. 2022.

COGERE. **Cartilha de orientação para manejo resíduos de saúde e de laboratórios de ensino e pesquisa**. Rio de Janeiro, RJ 2006. [Página eletrônica]. Disponível em: <<https://docs.google.com/file/d/0BzVoTGbNiIF3Q0p3RjFFUjIwMkk/edit?resourcekey=0-eD3B90nIelXkCaN9ojHYVQ>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA DA IV REGIÃO. **Guia de Laboratório para o Ensino de Química**: instalação, montagem e operação. São Paulo, SP. Disponível em: [http://www.crq4.org.br/sms/files/file/Guia%20de%20Laboratório\\_2012.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/Guia%20de%20Laboratório_2012.pdf). Acesso em: 19 dez 2020.

COSTA, E. C. L. **Manejo de resíduos de serviços de saúde**: manual básico de [recurso eletrônico]. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 39 p. – (Série fontes de referência. Guias e manuais; n. 31).

CUNHA, C. J. O programa de gerenciamento dos resíduos laboratoriais do Departamento de Química da UFPR. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 24. n. 3, jun. 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/zfJ8QsqcSjXfxLxZKQjMWKH/>> Acesso em: 27 abr 2022.

DE CONTO, S. M. Gestão de resíduos em universidades, **Educs**, Caxias do Sul RS, v. 4, n.1, 110-113, jun. 2012. <<https://www.redalyc.org/pdf/4735/473547088010.pdf>>. Acesso em: 27 abr 2022.

DEMAJOROVIC, J.; JUNIOR, A. V. **Modelos e Ferramentas de Gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. São Paulo, SP: Senac, 2006. Pag. 62.

DE MARTINI JÚNIOR, L. C.; GUSMÃO, A. C. F. **Gestão Ambiental na Indústria**. Rio de Janeiro, RJ: SMS Digital, 2009. Pag. 201.

DIAS, D. L. **Manual da Química**. Goiânia, GO: Rede Omnia. Disponível em: <<https://www.manualdaquimica.com/quimica-ambiental/quimica-verde.htm>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

DI VITTA, P. B. **Gerenciamento de resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino e pesquisa: procedimentos gerais**. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo (USP). Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/met/images/arquivos/17MET/minicursos/minicurso%20patricia%20texto.pdf>> Acesso em: 20 abril 2021.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **Waste - Hazardous Waste - Waste Minimization**. Washington, USA. Disponível em: <<https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/wastemin/web/html/faqs.html#wasteminem>> 07 ago. 2022.

ECO-ESCOLAS NO ENSINO SUPERIOR (EcoCampus). Lisboa, Portugal. [Página eletrônica]. Disponível em: <<https://ecoescolas.abae.pt/sobre/quem-somos/>>. Acesso em: 1 mai. 2022.

FACÓ, J. L. D. **Otimização de um sistema de plasma térmico para destruição de resíduos industriais tóxicos**. XXXVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Minas Gerais, MG: 2004. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2004/pdf/arq0024.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2022.

FAPERJ. Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro. **Projeto propõe gerenciamento integrado de resíduos em universidades**. Rio de Janeiro, RJ: Faperj, 2010. Disponível em: <<https://siteantigo.faperj.br/?id=1759.2.0>>. Aceso em 27 abr. 2022.

FIGUEIREDO, M. V. B. **Boas Práticas de Laboratório - BPL**: um guia operacional do Instituto Agrônomo de Pernambuco: IPA. Recife, PE: Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, 2012.

FIGUERÊDO, D. V. **Manual para a gestão de resíduos químicos perigosos de instituições de ensino e pesquisa**. Belo Horizonte, MG: Conselho Regional de química de Minas Gerais, 2006.

FILHO, P. A. S. **Diagnóstico operacional de lagoas de estabilização**. 169f. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil. Natal, RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. Núcleo de Biossegurança (NUBIO). **Segurança Química**. Rio de Janeiro, RJ: FIOCRUZ. Disponível em: <[biosseguranca.ensp.fiocruz.br/seguranca-quimica#CONTEUDO](http://biosseguranca.ensp.fiocruz.br/seguranca-quimica#CONTEUDO)> Acesso em: 07 ago 2021.

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. Núcleo de Biossegurança (NUBIO). **Pictograma**. Rio de Janeiro, RJ: FIOCRUZ. Disponível em: <http://biosseguranca.ensp.fiocruz.br/seguranca-quimica/pictograma> > Acesso em: 07 ago 2021.

FIOCRUZ. Fundação Oswaldo Cruz. Núcleo de Biossegurança (NUBIO). **Armazenamento de produtos químicos**. Rio de Janeiro, RJ: FIOCRUZ. Disponível em: [http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab\\_virtual/armazenamento\\_de\\_produtos\\_quimicos.html](http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/armazenamento_de_produtos_quimicos.html)> Acesso em: 07 ago 2021.

FONSECA, J.C.L. **Manual para gerenciamento de resíduos perigosos**. São Paulo, SP: Cultura Acadêmica, 2009. Disponível em: <<https://www.iq.unesp.br/Home/segurancaquimica/manual-de-gerenciamento-para-residuos-perigosos.pdf>> Acesso em: 27 abr 2022.

FORNICIARI, K. V. **Avaliação das práticas de manejo de resíduos de serviços de saúde (RSS) na Faculdade de Odontologia/UERJ**. 2008. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

FORTI, M. C.; ALCAIDE, R. L. M. **Normas de procedimentos para separação, identificação, acondicionamento e tratamento de resíduos químicos do laboratório de aerossóis, soluções aquosas e tecnologias** – Laquatec. São José dos Campos, SP: INPE, 2011. Disponível em: <<http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2011/06.03.13.30/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

FOSTER, B. L. **Laboratory safety program assessment in academia. Division of Chemical Health and Safety of the American Chemical Society**. Washington, USA: Chemical Health & Safety, 2004.

FOSTER, B. L. **Principles of laboratory safety management in academy**. Division of Chemical Health and Safety of the American Chemical Society. Washington, USA: Chemical Health & Safety, 2003.

FOUTO, A. R. F. **O papel das universidades rumo ao desenvolvimento sustentável: das relações internacionais às práticas locais**. Dissertação (Mestrado em gestão e políticas ambientais relações internacionais do ambiente). Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2002.

FRAGA, H. C. J. R.; FUKUTANI, K. F.; CELES, F. S.; BARRAL, A. M. P.; OLIVEIRA, C. I. Avaliação da implementação de um sistema de qualidade em um laboratório de pesquisa básica: viabilidade e impactos. **Einstein**, São Paulo, SP, v. 10, n. 4, 491-7, 2012.

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**, São Paulo, SP, v. 28, n.1, 2005. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/qn/a/NBwbRgZ6PdBsQSgk6qsmr8f/?lang=pt.>>. Acesso em: 15 abr. 2022.

GIL, E. C.; 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**, São Paulo, SP, v. 43, n.1, 19-29, Mar. 2007. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbcf/a/gzrrXkYzC6znRrBwKttFHCm/>> Acesso em: 27 abril 2021.

GOMES, L. A. P. **Gerenciamento de resíduos químicos: estudo de caso em hospital de ensino localizado no município do Rio de Janeiro**. 2017. Dissertação de Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

GOMES, L. G. S. **Safety Knowledge amongst 3B's Research Group: basis for implementing safety measures when conducting experimental work**. Universidade do Minho. Portugal: Escola de Engenharia, 2011.

GRUPO DE PESQUISA QUÍMICA DE MATERIAIS (GPQM). **Procedimentos Gerais de Laboratório**. São João del Rey, MG: Universidade Federal de São João del Rei. Disponível em: <<https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/gpqm/ProcedimentosGPQM.pdf>> Acesso em: 07 ago. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Reconhecimento da Conformidade aos Princípios das BPL**. Rio de Janeiro, RJ: INMETRO. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/monitoramento\\_bpl/reconhecimento\\_bpl.asp](http://www.inmetro.gov.br/monitoramento_bpl/reconhecimento_bpl.asp)>. Acesso em: 30 mar. 2021.

IPCC. The Intergovernmental Panel on Climate Change. **Sixth Assessment Report**. UN Environment Programme (UNEP). Quênia. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>>. Acesso em: 18 abril. 2022.

JARDIM, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 21, n. 5, out.1998. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/qn/a/Z46dkYrT5zpVmFYtYLYhYjh/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 27 abr. 2022.

KRAEMER, a universidade do século XXI rumo ao desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa (RECADM)**. Faculdade Cenecista de Campo Largo, PR, v. 3, n. 2, nov., 2004, Disponível em: <<http://revistas.facecla.com.br/index.php/recadm/>>. Acesso em 20 abr. 2022.

LABORATÓRIO CENTRAL DE SAÚDE PÚBLICA (LACEN). **Manual de Biossegurança**. Governo do Estado do Espírito Santo. Espírito Santo, ES: LACEN. Disponível em: <<http://saude.es.gov.br/Media/sesa/LACEN/Manuais/MANUAL%20DE%20BIOSSEGURANCA%20LACEN-ES%20REV%2002.pdf>>. Acesso em: 27 dez. 2020.

LACERDA, A. L. L.; SILVA, E. R. Avaliação das condições ambientais e de segurança de cantinas da UERJ. **Advir (Asduerj)**, Rio de Janeiro, v. 24, p. 94-101, 2010.

LACERDA, A. L. L. Avaliação das condições ambientais e de segurança das cantinas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2008. Dissertação de Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental. Universidade do Estado do Rio de Janeiro

LARA, P. T. R. Sustentabilidade em instituições de ensino superior. REMOA/UFSM: **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, RS, v. 7, n. 7, p. 1646-1656, mar./jun. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/5341>. Acesso em: 23 abr. 2022.

LIMA, I. C. **Gerenciamento de resíduos químicos de laboratórios**: estudo de caso do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2012. Dissertação de Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

LIMA JUNIOR, R. M. **Desenvolvimento de um sistema com banco de dados para a classificação e caracterização de resíduos e gases industriais**. 191f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Química. Campinas, SP: Unicamp, 2001.

MACHADO, P.F.L. E MÓL, G.S. Resíduos e rejeitos de aulas experimentais: o que fazer? **Química nova na escola**, São Paulo, SP, n. 29, p. 38-41, 2008. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/09-EEQ-4007.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

MARCONI, M.A. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. São Paulo, SP: Atlas, 2002

MATOS *et al.* As Instituições de Ensino Superior perante a Problemática Ambiental. **EDUSER**: revista de educação, Bragança, Portugal, v. 7, n. 2, 2015.

MEDINA, A. F.; SANTOS, D. F.; BRITO, N. N. Gerenciamento de Resíduos de aulas práticas de química. **Engenharia Ambiental**: pesquisa e tecnologia, Espírito Santo do Pinhal, SP, v. 7, n. 3, p. 12-20, jul./set. 2010.

MELO, M. J. M. **Estudos de métodos de tratamento de efluentes (troca iônica e eletroquímico) separados e sequenciais para eliminação de derivados de petróleo**. 108f. Dissertação de mestrado. Natal, RN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

MENDES, L. A. A. **Sistema de Gerenciamento Integrado de resíduos perigosos: modelagem e validação nos laboratórios da Universidade do Estado do Rio de Janeiro**. 305f. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente. Rio de Janeiro, RJ: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2011.

MENDES, L. A. A. **Diretrizes para implantação da gestão ambiental na Universidade do Estado do Rio de Janeiro - campus Francisco Negrão de Lima**. 111p. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente. Rio de Janeiro, RJ: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2005.

MONTEIRO, Virginia Figueira Marques. Estudo do gerenciamento dos resíduos gerados na Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro frente às normas estabelecidas pela legislação vigente. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação de Mestrado em Ciências. Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

MONTENEGRO, M. R. **Diretrizes para Gestão de Emergências em Situações de Acidentes Químicos**: Estudo em uma Universidade Pública do Estado do Rio de Janeiro. 181p. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente. Rio de Janeiro, RJ: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2013.

MOREIRA, P. G *et al.* Construção de política para gestão de resíduos na Universidade de São Paulo como modelo para implementação da PNRS em IES. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia digital**, Santa Maria, RS: UFSM, v. 18, n. 1, p. 381-387, abr. 2014.

MORESI, E. A. D. Delineando o valor do sistema de informação de uma organização. **Ci Inf.**, Brasília, DF, v. 29, n. 1, Abr 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ci/a/pzj7MLqJc6jX5zHLxH5PFwq/>> Acesso em: 27 abril 2021.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Prudent Practices in the Laboratory: Handling and Management of Chemical Hazards**, Updated Version. Washington, DC: The National Academies Press, 2011. Disponível em: <<https://nap.nationalacademies.org/catalog/12654/prudent-practices-in-the-laboratory-handling-and-management-of-chemical>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

NAVARRO, M. B. M. DE A; CARDOSO T. A. DE O.; VITAL N. C. E SOARES B. E. C. Inovação tecnológica e as questões reflexivas do campo da biossegurança. **Estudos Avançados**, Brasília, DF, v. 28, n. 80, Abr. 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/nSF7H8SVcHJVmkP333QwbKF/>> Acesso em: 27 abril 2021.

NETO, F.A.F. **Gestão e caracterização dos resíduos sólidos da LUBNOR/Petrobras: estudo de caso**. Dissertação de Mestrado. 157f. Coordenação do Curso de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará, 2009.

NOLASCO, R. F; TAVARES, G. A; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programa de gerenciamento de resíduos laboratoriais em Universidades: análise crítica e recomendações. Nota Técnica, v.2. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, RJ: ABES, 2006.

OLIVEIRA *et al.* **Sustentabilidade em instituições de ensino superior**: uma revisão sobre as conferências internacionais para a sustentabilidade. Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – XVIII ENGEMA. São Paulo, SP: USP, 2016.

ONU (Organização das Nações Unidas). **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Brasília, DF: Nações Unidas Brasil. [Página eletrônica]. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em 18 abr. 2022.

PAIM, C. P.; PALMA, E. C.; EIFLER-LIMA, V. L. Gerenciar resíduos químicos: uma necessidade. **Caderno de farmácia**, Porto Alegre, RS, v.18, n.1, p.23-31, 2002. Disponível em: <<http://analiticaqmcresiduo.paginas.ufsc.br/files/2013/10/farmacos-UFRGS.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

PENATTI, F. E.; GUIMARAES, S. T. L.; SILVA, P. M.; **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de análises e pesquisa: o desenvolvimento do sistema em laboratórios da área química**. São Carlos, SP: Workshop Internacional em indicadores de sustentabilidade, 2008.

PINHEIRO, L. A.; SILVA, E. R. Estudos sobre resíduos sólidos de serviços de saúde e a educação ambiental. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, RJ, v. 6, p. 21-28, 2016.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL (PUCRS). **Universidade desenvolve múltiplas ações voltadas à sustentabilidade ambiental**. Disponível em: <<https://www.pucrs.br/blog/universidade-desenvolve-multiplas-acoes-voltadas-sustentabilidade-ambiental/>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

PROENÇA, M. A. **Eco campus como vertente sustentável: sua implementação e ações com ênfase no campus da Universidade de São Paulo (USP)**. 196f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, SP: Universidade de São Paulo, 2018.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL (PEAMB). Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.peamb.eng.uerj.br/>>. Acesso em 303 abr. 2022.

QUEIROZ, R. O. **Gestão integrada em biossegurança: um programa para o Centro de Pesquisas René Rachou**. 81 f. Dissertação de Mestrado Profissional em Gestão de Ciência e Tecnologia em Saúde. Rio de Janeiro, RJ: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, 2004.

ROCHA, S. D. F.; LINS, V. F. C.; ESPÍRITO SANTO, B. C. Aspectos do coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, RJ. v. 16, n. 1, jan/mar 2011, p. 1-10. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/3FybtBWKMpCPqCKSXhVnQvp/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 19 abr. 2022.

SALES, W. N. **Gestão ecológica da informação: uma adaptação do modelo de DAVENPORT para um sistema de bibliotecas subordinado à administração pública federal**. 172f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Gestão da Educação Superior da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará, 2019.

SANTIAGO, C. B. S.; GUIMARÃES, F. R. **Gerenciamento de produtos químicos na Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (ENSP/Fiocruz)**. 1º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Gramado, RS: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. 2018.

SANTOS, L. D. **Remoção de íons ZN2 por adsorção em carvão ativado em batelada e processo contínuo**. 87f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Porto Alegre, RS. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

SANTOS, J. A. M. **Desenvolvimento de um plano de gerenciamento de resíduos para o IEAPM – Marinha do Brasil**. Dissertação de Mestrado em Ciência. Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 2016a.

SANTOS, N. E. **Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde Através de um Sistema Computacional: Modelagem e Teste em uma Unidade de Saúde da Universidade do Estado do Rio de Janeiro**. 149f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente. Rio de Janeiro, RJ: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2016b.

SASSIOTO, M. L. P. **Manejo de resíduos de laboratórios químicos em universidades: Estudo de caso do Departamento de Química da UFSCAR**. 223 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2005.

SCHNEIDER, J.; WISKAMP, V. Environmental Protection in Practical Chemistry Courses. *J. Chem. Educ.* 1994, v.71, n.7, July 1, 1994. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/ed071p587>>. Acesso em: 07 abr. 2022.

SCHNEIDER, V. E.; STEDILE, N. L. R. (Orgs.) **Resíduos de serviços de saúde: um olhar interdisciplinar sobre o fenômeno**. 3ª. ed., ampl. e atual. Caxias do Sul, RS: Educus, 2015. 584 p.

SEDUC. **Curso Técnico de Segurança do Trabalho – EPI/EPC**. Ceará, CE: Governo do estado do Ceará. Disponível em: <[http://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2012/06/seguranca\\_do\\_trabalho\\_introducao\\_a\\_seguranca\\_do\\_trabalho.pdf](http://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2012/06/seguranca_do_trabalho_introducao_a_seguranca_do_trabalho.pdf)>. Acesso em: 30 mar 2021.

SILVA, E. R.; MENDES, L. A. A. Gerenciamento integrado de resíduos em instituições de ensino e pesquisa: o caso da universidade do estado do rio de janeiro. in: BRANQUINHO, F.; FELZENSZWALB, I. (org.). **Meio ambiente**: experiências em pesquisa multidisciplinar e formação de pesquisadores. 1ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Mauad/Faperj, 2007, v. 1, p. 175-190.

SILVA, E. R.; MENDES, L. A. A. O desafio das universidades na construção da sustentabilidade: uma proposta de modelo de gerenciamento integrado de resíduos. **Advir** (Asduerj), Rio de Janeiro, RJ, v. 23, p. 79-85, 2009.

SILVA, E. R. *et al.* **Proposta de um modelo integrado de gerenciamento de resíduos para a Universidade do Estado do Rio de Janeiro**. 24 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte. Saneamento Ambiental: compromisso ou discurso?. Rio de Janeiro: ABES, 2007. v. 1. p. 1-7.

SILVA, E. R. *et al.* **Sistema computacional de apoio ao gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. In: BALDÃO, G. M. B. (Org.). Inovação, gestão estratégica e controladoria nas organizações. 1ª ed., Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2018, v. 1, p. 85-102.

SILVA, E. R. ; LONGO, B. M. **Avaliação das Condições Ambientais de Segurança em Laboratórios de Pesquisas do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro**. 24 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007, Belo Horizonte. Saneamento Ambiental: compromisso ou discurso?. Rio de Janeiro: ABES, 2007. v. 1. p. 1-14.

SILVA, E. R. *et al.* **Residues Management System**: a Proposal for the University of the State of Rio de Janeiro - Francisco Negrão de Lima Campus. 3rd International Symposium on residue management in universities, 2006, São Carlos. 3rd International Symposium on residue management in universities. São Carlos: UNESP, 2006. v. 1. p. 1-10.

SILVA, E. M. P. **Implementação de um sistema unificado para gerenciamento de rejeitos**. 292 f. Tese e Doutorado. Faculdade de Engenharia Química. Campinas, SP: Unicamp, 2006.

SILVA, F. M.; LACERDA, P. S. B. DE; JUNIOR, J. J. Desenvolvimento Sustentável e Química Verde. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 28, n. 1, 103-110, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/gS7t9QZV77mjSt4qLwwYCLf/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos – um estudo de caso. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 14, n. 2, p. 233-249, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132008000200004>>. Acesso em: 19 abr. 2022.

SOUTO, R.D.; BATALHÃO, A.C. DA S. Indicadores aplicados ao Gerenciamento Costeiro Integrado sob a ótica dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. In: SOUTO, R.D. (Org.). Gestão Ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas. v. 1. Rio de Janeiro: Instituto Virtual para o Desenvolvimento Sustentável. IVIDES.org, 2020. p. 109-130.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. *Revista gestão e produção*, São Carlos, SP, v. 13, n. 3, p. 503-515, set. – dez., 2006.

TEIXEIRA, P.; VALLE, S. **Biossegurança**: uma abordagem multidisciplinar. Rio de Janeiro, RJ: Editora FIOCRUZ, 2010

TORRERO, A. M. **Otimização das condições de dissolução parcial de sedimentos em sistema fechado assistida por micro-ondas**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

UI GREENMETRIC WORLD UNIVERSITY RANKINGS. **Background of The Ranking**. University of Indonesia. Disponível em: <<https://egida.usp.br/greenmetric/>>. Acesso em: 28 abr. 2022.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Superintendência de Gestão ambiental**. Piracicaba, SP. 2002a. Disponível em: <<https://www.ww.sga.usp.br>>. Acesso em 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ). **Programa de Gerenciamento de Resíduos - PGRQ/Esalq**. Piracicaba, SP. 2002b. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/labresiduos/servicos/programa-gerenciamento>>. Acesso em 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ). **Gerenciamento Ambiental e Resíduos Químicos**. Piracicaba, SP. 2022c. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/labresiduos/servicos>>. Acesso em 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UERJ). Núcleo de Informação e Estudos da Conjuntura. DataUERJ 2021. **Anuário Estatístico Base de Dados 2020**. Rio de Janeiro, RJ.: UERJ, 2021. Disponível em: <[http://www2.datauerj.uerj.br/pdf/DATAUERJ\\_2021.pdf](http://www2.datauerj.uerj.br/pdf/DATAUERJ_2021.pdf)>. Acesso em: 23 Mar 2022a.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UERJ). Prefeitura dos *campi*. **Cartilha de orientação sobre a segregação, acondicionamento e armazenamento temporário de resíduos químicos**, 2019 (documento de uso interno).

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UERJ). **Relatório de atividade no âmbito da gestão ambiental – 2017/2019** (documento de uso interno atualizado em 2021).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS (UNIFAL). **Informações de segurança de produtos químicos**. Disponível em: <<https://www.unifal-mg.edu.br/riscosambientais/informac%C3%B5esquimicos>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA). **Diretoria de Meio Ambiente**. Disponível em: <<https://www.dma.ufla.br/site/sobre-a-dma/diretoria-de-meio-ambiente/>>. Lavras, MG. Acesso em 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS (UFPEL). **Núcleo de planejamento ambiental**. Pelotas, RS. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/npa/historico/>>. Acesso em 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS (UFPEL). **Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos**. Pelotas, RS. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/npa/files/2017/11/TR-Elaboração-e-Implantação-PGRSS-PGRP.pdf>>. Acesso em 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS (UFPEL). **Manual de gerenciamento de resíduos perigosos da UFPEL**. Pelotas, RS. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/npa/files/2018/05/MANUAL-GRP-versão-final-para-o-site.pdf>>. Acesso em 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR). **Departamento de Gestão de Resíduos.** São Carlos, SP. Disponível em: <<https://www.sgas.ufscar.br/degr/apresentacao>> Acesso em 20 abr. 2022a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR). **Departamento Resíduos químicos.** São Carlos, SP. Disponível em: <<https://www.sgas.ufscar.br/degr/residuos/residuos-quimicos>> Acesso em 20 abr. 2022b.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR). **Resíduos.** São Carlos, SP. Disponível em: <<https://www.sgas.ufscar.br/degr/residuos>> Acesso em 20 abr. 2022c.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). **Divisão de gestão ambiental.** Paraná, PR. Disponível em: <<https://www.suinfra.ufpr.br/portal/dga/dga/>> Acesso em 20 abr. 2022a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Divisão de gestão ambiental.** Paraná, PR. Disponível em: <<https://www.suinfra.ufpr.br/portal/dga/gerenciamento-de-residuos/>> Acesso em 20 abr. 2022b.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos.** Bento Gonçalves, RS. Disponível em: <<https://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/index.php>> Acesso em 20 abr. 2022a.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Serviços prestados pelo CGTRQ.** Bento Gonçalves: Rio Grande do Sul. Disponível em: Bento Gonçalves, RS. Disponível em: <<https://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/index.php/servicos/servicos-prestados-pelo-cgtrq>> Acesso em 20 abr. 2022b.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ). **Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos do IQ – Participe.** Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <<https://www.iq.ufrj.br/extensao/plano-de-gerenciamento-de-residuos-quimicos-do-iq-participe>> Acesso em 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE (UFF). **Sustentabilidade.** Niterói, RJ. Disponível em: [www.uff.br/sustentabilidade](http://www.uff.br/sustentabilidade). Acesso em 20 abr. 2022

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE (UFF). **Manual de Gerenciamento de Resíduos Químicos da Universidade Federal Fluminense.** Niterói, RJ. Disponível em: <[https://www.biosseguranca.sites.uff.br/?page\\_id=350](https://www.biosseguranca.sites.uff.br/?page_id=350). Acesso em 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL (UFFS). **Plano de Sustentabilidade.** Chapecó, SC. Disponível em: <<https://www.uffs.edu.br/institucional/proreitorias/administracaoinfraestrutura/sustentabilidade/plano-de-sustentabilidade>. Acesso em 20 abr. 2022a.

UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL (UFFS). **Plano de Resíduos Laboratoriais.** Chapecó, SC. Disponível em: <[https://www.uffs.edu.br/institucional/proreitorias/administracao-e-infraestrutura/sustentabilidade/plano\\_de\\_gerenciamento\\_de\\_residuos/plano-dos-residuos-laboratoriais](https://www.uffs.edu.br/institucional/proreitorias/administracao-e-infraestrutura/sustentabilidade/plano_de_gerenciamento_de_residuos/plano-dos-residuos-laboratoriais)>. Acesso em 20 abr. 2022b.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). **Grupo Gestor Universidade Sustentável (GGUS).** Campinas, SP. 2022a. Disponível em: <<https://www.depi.unicamp.br/ggus/>>. Acesso em 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). **Câmara Técnica de Gestão de Resíduos** (CTGR). Campinas, SP., 2022b. Disponível em: <<https://www.depi.unicamp.br/gestao-de-residuos-ctgr/>>. Acesso em 20 abr. 2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). **Gestão Ambiental e Resíduos** – GEARE. Campinas, SP., 2022c. Disponível em: <<https://www.depi.unicamp.br/geare/>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP). **Plano de Gestão de Resíduos Local (PGRL) do Instituto de Química**. Campinas, SP, 2021. Disponível em:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Centro de gestão e tratamento de resíduos químicos**. Porto Alegre, RS, 2022. Disponível em: <<http://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/index.php/institucional>>. Acesso em: 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde** (Pgrss). Porto Alegre, RS, 2018. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/farmacia/wp-content/uploads/2019/06/PGRSS-FACFAR-2018.pdf>>. Acesso em 20 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). **Plano de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde**. Faculdade de farmácia. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/farmacia/wp-content/uploads/2018/12/PGRSS-FAR-12-12-18-Revisado.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Acondicionamento de resíduos químicos das unidades geradoras**. Belo Horizonte, MG: Pró Reitoria de Administração. Disponível em: <<http://www.ica.ufmg.br/wp-content/uploads/2018/11/Procedimento-Acondicionamento-dos-Residuos.pdf>> Belo Horizonte: Pró Reitoria de Administração, 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO (UNIFESP). **Plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (PGRSS)**. São José dos Campos, SP: Instituto de Ciência e Tecnologia. 2017. Disponível em: <[http://www.unifesp.br/campus/sjc/images/SJC/04-POS-GRADUCAO/PPGPIT/Plano\\_de\\_Gerenciamento\\_de\\_Residuos\\_de\\_Servicos\\_de\\_Saude\\_ICT.pdf](http://www.unifesp.br/campus/sjc/images/SJC/04-POS-GRADUCAO/PPGPIT/Plano_de_Gerenciamento_de_Residuos_de_Servicos_de_Saude_ICT.pdf)>. Acesso em: 06 abr. 2022.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. São Paulo, SP: Editora Atlas S.A, 1998.

WACHHOLZ, C. B. **Campus sustentável e educação: desafios ambientais para a universidade**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação. Escola de Humanidades. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2017.

ZAGONEL, J. T. *et al.* **Desenvolvimento sustentável e as instituições de ensino superior**. XIX Colóquio Internacional de Gestão Universitária. Florianópolis, SC. 2019.

## APÊNDICE 1 - Listas de verificação para armazenamento e descarte de produtos resíduos perigosos

### 1) Laboratório de Graduação do DFQ – localização: sala 300

Identificação	Sim	Não	Comentários
Reagentes, amostras, soluções, preparados, etc. estão identificados?	X		
Estão armazenados adequadamente?	X		
Possuem fichas de informações MSDS disponíveis aos usuários?		X	Estamos adequando. Somente os reagentes de compras mais recentes têm no momento.
Existe padrão de rotulagem para material feito no laboratório?	X		
<b>Localização e informações sobre os reagentes</b>			
Existe local adequado para estocagem de reagentes e devidamente sinalizado? Onde?	X		Armários abaixo das bancadas de trabalho.
São utilizados gases industriais no laboratório? Quais e onde estão armazenados?		X	
Existe controle de uso de reagentes? (estoque)	X		
Há uma listagem com todos os produtos utilizados no laboratório?	X		
<b>Resíduos</b>			
Existe passivo no laboratório?	X		
Está devidamente acondicionado e rotulado?	X		
Existe procedimento para acondicionamento, rotulagem e controle de resíduos?	X		
Há local específico para guarda destes resíduos? Onde?	X		No laboratório de pesquisa anexo ao de graduação.
Há procedimento para descarte externo de resíduos?		X	
Há descarte de resíduos no laboratório? Qual? (diluição, neutralização...)	X		Neutralização, apenas quando necessário.
Há procedimento escrito para este descarte?		X	
Identifique os tipos de resíduos gerados no laboratório conforme tabela abaixo			Faça uma breve descrição neste espaço
Solventes clorados		X	
Solventes não clorados	X		
Sais de metais pesados	X		
Ácidos	X		
Bases	X		
Oxidantes fortes		X	

Redutores fortes		X	
Metais e ligas		X	
Substância que reage violentamente com água		X	
Substâncias que polimerizam		X	
Soluções aquosas	X		Solução de sais inorgânicos
Resíduos radioativos		X	
Resíduos biológicos		X	
Resíduos patogênicos		X	
Resíduos perfurocortantes		X	
Resíduos explosivos		X	
Resíduos pirofóricos		X	
Outros:	X		Resíduos de enxofre em álcool ou acetona
Outros:			
Outros:			
<b>Histórico</b>			
Há anotação dos descartes já realizados?		X	
Qual a data do mais recente descarte, qual a quantidade, o destino e qual o período de geração dos resíduos para este descarte?	X		Janeiro de 2020. Os dados das quantidades foram informados por e-mail previamente e registrados pelo responsável pelo recolhimento de resíduos. O período foi de 1 ano, aproximadamente.
Alguma documentação foi entregue comprovando o descarte adequado?		X	Da prefeitura dos campi.
Use o espaço abaixo para incluir quaisquer informações que considere relevante ao correto gerenciamento de resíduos perigosos sob sua responsabilidade			

## 2) Laboratório de Tecnologia Ambiental – localização: sala 304

Identificação	Sim	Não	Comentários
Reagentes, amostras, soluções, preparados, etc. estão identificados?	X		
Estão armazenados adequadamente?	X		
Possuem fichas de informações MSDS disponíveis aos usuários?	X		
Existe padrão de rotulagem para material feito no laboratório?	X		
<b>Localização e informações sobre os reagentes</b>			
Existe local adequado para estocagem de reagentes e devidamente sinalizado? Onde?	X		Está armazenado no próprio laboratório, porém não é o mais adequado.
São utilizados gases industriais no laboratório? Quais e onde estão armazenados?	X		Hélio; Acetileno; Oxigênio; Óxido nitroso; Hidrogênio; Argônio; Nitrogênio e Ar sintético. Na central dos gases.
Existe controle de uso de reagentes? (estoque)	X		
Há uma listagem com todos os produtos utilizados no laboratório?	X		
<b>Resíduos</b>			
Existe passivo no laboratório?		X	Tem sido recolhido com frequência.
Está devidamente acondicionado e rotulado?	X		
Existe procedimento para acondicionamento, rotulagem e controle de resíduos?	X		
Há local específico para guarda destes resíduos? Onde?	X		No armário da pia do laboratório.
Há procedimento para descarte externo de resíduos?	X		O resíduo é encaminhado para o departamento responsável.
Há descarte de resíduos no laboratório? Qual? (diluição, neutralização...)	X		Diluição e neutralização.
Há procedimento escrito para este descarte?		X	
Identifique os tipos de resíduos gerados no laboratório conforme tabela abaixo			Faça uma breve descrição neste espaço
Solventes clorados	X		
Solventes não clorados	X		
Sais de metais pesados	X		
Ácidos	X		
Bases	X		
Oxidantes fortes	X		
Redutores fortes	X		
Metais e ligas	X		
Substância que reage violentamente com água	X		
Substâncias que polimerizam	X		
Soluções aquosas	X		
Resíduos radioativos		X	
Resíduos biológicos	X		
Resíduos patogênicos	X		
Resíduos perfurocortantes	X		
Resíduos explosivos	X		
Resíduos pirofóricos	X		
Outros:			
Outros:			
Outros:			
<b>Histórico</b>			
Há anotação dos descartes já realizados?		x	O departamento responsável pelo recolhimento, provavelmente, possui esse histórico
Qual a data do mais recente descarte, qual a quantidade, o destino e qual o período de geração dos resíduos para este descarte?	x		23/11/2020 foram recolhidos 69 kg de resíduos, dentre os quais estão: resíduos de vidrarias, frascos vazios, resíduos de solventes, pilhas e resíduos sólidos.
Alguma documentação foi entregue comprovando o descarte adequado?		X	Precisa ser consultado com o departamento responsável por recolher os resíduos da UERJ.
Use o espaço abaixo para incluir quaisquer informações que considere relevante ao correto gerenciamento de resíduos perigosos sob sua responsabilidade			
Sugerimos realizar a pesquisa com o departamento responsável pelo destino dos resíduos dos laboratórios da UERJ. Possivelmente, eles terão mais informações sobre todo o procedimento de descartes.			

### 3) Laboratório de Microbiologia e Química Ambiental (LMQA) – localização: sala 305

Identificação	Sim	Não	Comentários
Reagentes, amostras, soluções, preparados, etc. estão identificados?	X		
Estão armazenados adequadamente?	X		
Possuem fichas de informações MSDS disponíveis aos usuários?		X	
Existe padrão de rotulagem para material feito no laboratório?	X		
<b>Localização e informações sobre os reagentes</b>			
Existe local adequado para estocagem de reagentes e devidamente sinalizado? Onde?	X		
São utilizados gases industriais no laboratório? Quais e onde estão armazenados?	X		Ar sintético e nitrogênio, os cilindros ficam na própria sala
Existe controle de uso de reagentes? (estoque)	X		
Há uma listagem com todos os produtos utilizados no laboratório?	X		
<b>Resíduos</b>			
Existe passivo no laboratório?		X	
Está devidamente acondicionado e rotulado?	X		
Existe procedimento para acondicionamento, rotulagem e controle de resíduos?	X		
Há local específico para guarda destes resíduos? Onde?	X		Na própria sala
Há procedimento para descarte externo de resíduos?		X	
Há descarte de resíduos no laboratório? Qual? (diluição, neutralização...)		X	
Há procedimento escrito para este descarte?		X	
Identifique os tipos de resíduos gerados no laboratório conforme tabela abaixo			Faça uma breve descrição neste espaço
Solventes clorados		X	
Solventes não clorados	X		Xileno, etanol, acetona
Sais de metais pesados	X		Sais de cobre e mercúrio
Ácidos	x		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HCl, HNO <sub>3</sub>
Bases	X		NaOH, KOH, NH <sub>4</sub> OH
Oxidantes fortes	x		Dicromato de potássio
Redutores fortes		X	

Metais e ligas		X	
Substância que reage violentamente com água		X	
Substâncias que polimerizam		X	
Soluções aquosas	X		
Resíduos radioativos		X	
Resíduos biológicos		X	
Resíduos patogênicos		X	
Resíduos perfurocortantes	x		Laminas de vidro e agulhas
Resíduos explosivos		X	
Resíduos pirofóricos		x	
Outros:			
Outros:			
Outros:			
<b>Histórico</b>			
Há anotação dos descartes já realizados?	X		
Qual a data do mais recente descarte, qual a quantidade, o destino e qual o período de geração dos resíduos para este descarte?			
Alguma documentação foi entregue comprovando o descarte adequado?			
Use o espaço abaixo para incluir quaisquer informações que considere relevante ao correto gerenciamento de resíduos perigosos sob sua responsabilidade			
Este laboratório abriga estudantes de IC e de pós-graduação, sendo possível variação dos dados informados conforme a necessidade do trabalho desenvolvido			

#### 4) Laboratório de Catálise Ambiental – localização: sala 319

Identificação	Sim	Não	Comentários
Reagentes, amostras, soluções, preparados, etc. estão identificados?	x		
Estão armazenados adequadamente?	x		
Possuem fichas de informações MSDS disponíveis aos usuários?		x	
Existe padrão de rotulagem para material feito no laboratório?		x	
<b>Localização e informações sobre os reagentes</b>			
Existe local adequado para estocagem de reagentes e devidamente sinalizado? Onde?	x		Armário de reagentes próprio
São utilizados gases industriais no laboratório? Quais e onde estão armazenados?	x		Os cilindros encontram-se em uma sala anexa dentro do laboratório. Misturas de gases especiais, NO, N2O, CO e CO2. Gases puros: He, N2, Ar, Ar sintético e H2
Existe controle de uso de reagentes? (estoque)	x		
Há uma listagem com todos os produtos utilizados no laboratório?	x		
<b>Resíduos</b>			
Existe passivo no laboratório?		x	
Está devidamente acondicionado e rotulado?		x	
Existe procedimento para acondicionamento, rotulagem e controle de resíduos?	x		
Há local específico para guarda destes resíduos? Onde?	x		Em bombona em armário específico
Há procedimento para descarte externo de resíduos?		x	
Há descarte de resíduos no laboratório? Qual? (diluição, neutralização...)		x	
Há procedimento escrito para este descarte?		x	
Identifique os tipos de resíduos gerados no laboratório conforme tabela abaixo			Quando trabalhávamos com biodiesel eram gerados muitos resíduos de ácidos graxos, hoje nosso preparo é realizado no laboratório LABMEQ
Solventes clorados		x	
Solventes não clorados		x	
Sais de metais pesados		x	
Ácidos	x		
Bases	x		
Oxidantes fortes		x	
Redutores fortes		x	
Metais e ligas	x		
Substância que reage violentamente com água		x	
Substâncias que polimerizam		x	
Soluções aquosas		x	
Resíduos radioativos		x	
Resíduos biológicos		x	
Resíduos patogênicos		x	
Resíduos perfurocortantes		x	
Resíduos explosivos		x	
Resíduos pirofóricos		x	
Outros:			
Outros:			
Outros:			
<b>Histórico</b>			
Há anotação dos descartes já realizados?		x	
Qual a data do mais recente descarte, qual a quantidade, o destino e qual o período de geração dos resíduos para este descarte?			
Alguma documentação foi entregue comprovando o descarte adequado?			
Use o espaço abaixo para incluir quaisquer informações que considere relevante ao correto gerenciamento de resíduos perigosos sob sua responsabilidade			

### 5) Laboratório de Graduação 1 – localização: sala 323

Identificação	Sim	Não	Comentários
Reagentes, amostras, soluções, preparados, etc. estão identificados?	x		
Estão armazenados adequadamente?	x		
Possuem fichas de informações MSDS disponíveis aos usuários?	x		Tem pastas arquivadas para acesso.
Existe padrão de rotulagem para material feito no laboratório?		x	
<b>Localização e informações sobre os reagentes</b>			
Existe local adequado para estocagem de reagentes e devidamente sinalizado? Onde?	x		
São utilizados gases industriais no laboratório? Quais e onde estão armazenados?		x	
Existe controle de uso de reagentes? (estoque)	x		
Há uma listagem com todos os produtos utilizados no laboratório?	x		
<b>Resíduos</b>			
Existe passivo no laboratório?	x		Pequenos volumes (Até 1 L)
Está devidamente acondicionado e rotulado?	x		
Existe procedimento para acondicionamento, rotulagem e controle de resíduos?		x	
Há local específico para guarda destes resíduos? Onde?	x		Nos armários / capela e encontram-se rotulados.
Há procedimento para descarte externo de resíduos?	x		Há coleta de resíduos pela Prefeitura
Há descarte de resíduos no laboratório? Qual? (diluição, neutralização...)	x		Neutralização / Diluição
Há procedimento escrito para este descarte?		x	
Identifique os tipos de resíduos gerados no laboratório conforme tabela abaixo			Faça uma breve descrição neste espaço
Solventes clorados			
Solventes não clorados	x		
Sais de metais pesados	x		Sódio, potássio, cobre, alumínio, ferro, zinco
Ácidos	x		HCl, ácido nítrico, sulfúrico, perclórico
Bases	x		Hidróxido de amônio, hidróxido de sódio
Oxidantes fortes	x		Permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio
Redutores fortes	x		Boro, hidreto de sódio
Metais e ligas	x		Demonstração de reações de metais, de sódio e potássio na água.
Substância que reage violentamente com água	x		Sódio e potássio

Substâncias que polimerizam		x	
Soluções aquosas	x		Ácidas e básicas
Resíduos radioativos		x	
Resíduos biológicos		x	
Resíduos patogênicos		x	
Resíduos perfurocortantes		x	
Resíduos explosivos	x		Metais reagindo com água de modo demonstrativo
Resíduos pirofóricos	x		Fósforo branco reagindo com água de modo demonstrativo
Outros:			
Outros:			
Outros:			
<b>Histórico</b>			
Há anotação dos descartes já realizados?	x		Os técnicos devem ter histórico do descarte.
Qual a data do mais recente descarte, qual a quantidade, o destino e qual o período de geração dos resíduos para este descarte?			
Alguma documentação foi entregue comprovando o descarte adequado?			
Use o espaço abaixo para incluir quaisquer informações que considere relevante ao correto gerenciamento de resíduos perigosos sob sua responsabilidade			
Na demonstração de metais reagindo com água, os alunos não entram em contato com estes reagentes.			
O Fósforo branco é utilizado somente para demonstração.			
Os reagentes estão agrupados de acordo com a classificação, numerados e especificados nas pastas para as práticas de aulas (soluções ácidas, básicas, solventes orgânicos e sais metálicos).			
A água régia é utilizada para remoção de resíduos em vidrarias e é uma solução para limpeza e pode gerar impacto ambiental			
O laboratório não possui gás canalizado. Utiliza-se bico de <u>bunsen</u> e fogareiros pequenos.			
O laboratório possui 03 técnicos em química experientes e 02 <u>técnicos</u> em química que são orientados. Estes seguem um protocolo conhecido e não escrito.			
Os armários e as substâncias armazenadas estão associados às aulas e com áreas somente para a guarda de vidrarias.			
Existem vidrarias quebradas para descarte.			
Equipamento: estufa.			
Laboratório para 12 pessoas.			



### 7) Laboratório de Tecnologia Ambiental II – localização: sala 423

Identificação	Sim	Não	Comentários
Reagentes, amostras, soluções, preparados, etc. estão identificados?	X		
Estão armazenados adequadamente?	X		
Possuem fichas de informações MSDS disponíveis aos usuários?	X		
Existe padrão de rotulagem para material feito no laboratório?	X		
<b>Localização e informações sobre os reagentes</b>			
Existe local adequado para estocagem de reagentes e devidamente sinalizado? Onde?	X		
São utilizados gases industriais no laboratório? Quais e onde estão armazenados?	X		Oxigênio; Nitrogênio; Ar sintético, Hidrogênio; Hélio. No laboratório;
Existe controle de uso de reagentes? (estoque)	X		
Há uma listagem com todos os produtos utilizados no laboratório?	X		
<b>Resíduos</b>			
Existe passivo no laboratório?		X	Tem sido recolhido com frequência.
Está devidamente acondicionado e rotulado?	X		
Existe procedimento para acondicionamento, rotulagem e controle de resíduos?	X		
Há local específico para guarda destes resíduos? Onde?	X		
Há procedimento para descarte externo de resíduos?	X		O resíduo é encaminhado para o departamento responsável.
Há descarte de resíduos no laboratório? Qual? (diluição, neutralização...)		X	
Há procedimento escrito para este descarte?		X	
Identifique os tipos de resíduos gerados no laboratório conforme tabela abaixo			Faça uma breve descrição neste espaço
Solventes clorados		X	
Solventes não clorados	X		

Sais de metais pesados		X	
Ácidos		X	
Bases		X	
Oxidantes fortes		X	
Redutores fortes		X	
Metais e ligas		X	
Substância que reage violentamente com água		X	
Substâncias que polimerizam	X		
Soluções aquosas	X		
Resíduos radioativos		X	
Resíduos biológicos		X	
Resíduos patogênicos		X	
Resíduos perfurocortantes	X		
Resíduos explosivos		X	
Resíduos pirofóricos	X		
Outros:			
<b>Histórico</b>			
Há anotação dos descartes já realizados?		X	Resíduos de solventes não clorados são armazenados em frascos juntos aos demais resíduos na sala 304 para posterior recolhimento.
Qual a data do mais recente descarte, qual a quantidade, o destino e qual o período de geração dos resíduos para este descarte?	X		23/11/2020 foram recolhidos 69 kg de resíduos, dentre os quais estão: resíduos de vidrarias, frascos vazios, resíduos de solventes, pilhas e resíduos sólidos. Parte desse valor, é proveniente do laboratório 423
Alguma documentação foi entregue comprovando o descarte adequado?		X	Precisa ser consultado com o departamento responsável por recolher os resíduos da UERJ.
Use o espaço abaixo para incluir quaisquer informações que considere relevante ao correto gerenciamento de resíduos perigosos sob sua responsabilidade			
Sugerimos realizar a pesquisa com o departamento responsável pelo destino dos resíduos dos laboratórios da UERJ. Possivelmente, eles terão mais informações sobre todo o procedimento de descartes.			

### 9) Laboratório de Bioprocessos – localização: sala 427

Identificação	Sim	Não	Comentários
Reagentes, amostras, soluções, preparados, etc. estão identificados?	X		
Estão armazenados adequadamente?	X		
Possuem fichas de informações MSDS disponíveis aos usuários?		X	
Existe padrão de rotulagem para material feito no laboratório?	X		
<b>Localização e informações sobre os reagentes</b>			
Existe local adequado para estocagem de reagentes e devidamente sinalizado? Onde?	x		Armários fechados
São utilizados gases industriais no laboratório? Quais e onde estão armazenados?	x		No laboratório (apenas gás inerte)
Existe controle de uso de reagentes? (estoque)	x		
Há uma listagem com todos os produtos utilizados no laboratório?	x		
<b>Resíduos</b>			
Existe passivo no laboratório?	x		Poucas amostras oleosas
Está devidamente acondicionado e rotulado?	x		
Existe procedimento para acondicionamento, rotulagem e controle de resíduos?		x	
Há local específico para guarda destes resíduos? Onde?		x	
Há procedimento para descarte externo de resíduos?		x	
Há descarte de resíduos no laboratório? Qual? (diluição, neutralização...)		x	
Há procedimento escrito para este descarte?		x	
Identifique os tipos de resíduos gerados no laboratório conforme tabela abaixo			Faça uma breve descrição neste espaço
Solventes clorados		X	
Solventes não clorados		X	
Sais de metais pesados		X	
Ácidos		X	
Bases		X	
Oxidantes fortes		X	
Redutores fortes		X	
Metais e ligas		X	
Substância que reage violentamente com água		X	
Substâncias que polimerizam		X	
Soluções aquosas		X	
Resíduos radioativos		X	
Resíduos biológicos	x		Placas de Petri com fungos e bactérias APÓS ESTERILIZAÇÃO A 120 oC
Resíduos patogênicos		x	
Resíduos perfurocortantes	x		Agulhas
Resíduos explosivos		X	
Resíduos pirofóricos		X	
Outros:			
Outros:			
<b>Histórico</b>			
Há anotação dos descartes já realizados?		x	
Qual a data do mais recente descarte, qual a quantidade, o destino e qual o período de geração dos resíduos para este descarte?	x		1 ano atrás, aproximadamente, pelo Sr. Marcelo, que fez o presente contato
Alguma documentação foi entregue comprovando o descarte adequado?		x	
Use o espaço abaixo para incluir quaisquer informações que considere relevante ao correto gerenciamento de resíduos perigosos sob sua responsabilidade			

## **ANEXO - Cartilha para segregação, acondicionamento e armazenamento temporário de Resíduos Químicos.**

Elaboração pelo gestor de resíduos da Prefeitura dos *campi* (UERJ, 2019).

### **1) Apresentação**

Para que se atenda a legislação ambiental vigente, principalmente as Políticas Nacionais de Meio Ambiente e de Resíduos Sólidos (Leis 6.938 de agosto de 1991 e 12.305 de agosto de 2010, respectivamente), bem como seus decretos e, a Lei de Crimes Ambientais (9.605 de fevereiro de 1998), se faz necessário um correto gerenciamento dos resíduos perigosos, objetivando a redução de sua geração e seu descarte ambientalmente adequado.

Este gerenciamento só é possível à medida que se conhece as características dos resíduos gerados, sua quantidade, e as possibilidades de tratamento ambientalmente adequadas às características destes resíduos que estejam disponíveis no mercado.

Neste sentido, esta cartilha tem por objetivo trazer informações aos pesquisadores, técnicos e alunos da Universidade quanto ao manejo adequado dos resíduos químicos produzidos por seus laboratórios, bem como orientar e padronizar o seu armazenamento e descarte, minimizando os prejuízos ambientais e econômicos e também os riscos ocupacionais.

Sendo assim, esta cartilha se aplica a todas as unidades geradoras de resíduos perigosos da UERJ.

Em virtude da grande variedade de resíduos químicos encontrados em laboratórios de ensino, pesquisa e de serviços é muito importante que algumas questões sejam observadas de modo a reduzir as possibilidades de acidentes, bem como falta de atendimento a requisitos legais, tais como:

- Verificação das incompatibilidades químicas;
- Atendimento às questões legais para emissão e descarte de efluentes/resíduos sólidos (padrões e normas);
- Adequação às questões de segurança ocupacional, (uso adequado de EPI's e EPC's).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua norma NBR 10.004 de 2004 classifica os resíduos perigosos (Classe I) como sendo os que apresentam pelo menos uma das características a seguir: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, irritabilidade ou patogenicidade.

Desta forma, em nenhuma hipótese devem ser descartados em rede de esgoto ou lixo comum, rejeitos que apresentem tais características.

Estes resíduos devem sofrer manuseio, segregação, rotulagem, estocagem e tratamentos criteriosos antes da sua disposição final.

### **2) Incompatibilidades químicas**

Em função da grande variedade de produtos utilizados nos laboratórios do Instituto, é muito importante conhecer as incompatibilidades de cada substância de uso, para que possam ser minimizados os riscos de acidentes. Há diversos modelos de tabelas com informações de incompatibilidades e, apesar de bastante completas, nenhuma delas tem a pretensão de esgotar o assunto (ver modelos nos **Anexo Ia**).

Desta forma, é necessário que o responsável pelo resíduo gerado verifique as informações disponíveis sobre incompatibilidades e faça o acondicionamento de acordo com esta característica.

Este procedimento auxilia inclusive na redução de custo de tratamento destes resíduos.

Há ainda que se levar em consideração a resistência dos diversos materiais de embalagens aos resíduos que serão armazenados (ver listagem com estas informações).

### **3) Correntes de segregação**

Visando a maior redução de custo de tratamento e menor possibilidade de reações adversas na segregação dos resíduos e, ainda, levando-se em consideração as técnicas de destinação final praticadas, são propostas as seguintes correntes de enquadramento:

#### **3.1) Resíduos não halogenados sólidos ou líquidos**

Podem ser tratados por coprocessamento.

*Exemplo: Álcoois e cetonas (etanol, metanol, acetona, MEK, butanol, etc.), hidrocarbonetos (pentano, hexano, tolueno e derivados, etc.), ésteres e éteres (acetato de etila, éter etílico, etc.)*

#### **3.2) Resíduos halogenados sólidos ou líquidos**

Devem ser tratados pelo processo de incineração.

Solventes/reagentes que devem ser tratados por incineração, bem como suas misturas com resíduos não halogenados.

*Exemplo: (clorofórmio, diclorometano, tetracloreto de carbono, tricloroetano, brometo de etídeo, bromofórmio, iodofórmio, diiodometano, solução clorofórmio-metanol, etc.) e materiais sólidos contaminados com estes resíduos, tais como géis, ponteiras, filtros, etc.*

#### **3.3) Resíduos de pesticidas e herbicidas sólidos ou líquidos**

Devem ser tratados via incineração. Líquido, solução ou sólido bem como as embalagens contaminadas que devem ser tratadas da mesma forma que o produto que a contamina.

#### **3.4) Resíduos aquosos sem metais pesados**

Devem ser encaminhados para tratamento em Estação de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEI).

Soluções com cloretos, tampões, acetatos, carbonatos, sulfatos, ácidas ou alcalinas não contendo metais pesados, desde que sem contaminação orgânica.

Soluções aquosas contaminadas com solventes orgânicos (metanol, tolueno, benzeno, fenol, cetonas, etc..) deverão ser identificadas e separadas para avaliação do tratamento adequado, podendo ser tratamento biológico/físico-químico ou, alternativamente, o coprocessamento e eventualmente, dependendo do contaminante, a incineração.

### **3.5) Resíduos aquosos contendo metais pesados.**

Estes resíduos devem ser encaminhados também para Estação de Tratamento de Efluentes Industriais, contudo, devem ser segregados dos que não possuem metais pesados para que seja possível serem encaminhados a processos de recuperação destes metais. Em função da elevada toxicidade e maior custo de tratamento, é muito importante estarem separados dos aquosos que não possuem metais pesados.

### **3.6) Resíduos sólidos orgânicos não halogenados**

Estes resíduos devem ser encaminhados para coprocessamento.

Materiais de laboratório contaminados, açúcares, ceras, plásticos, EPI's (dependendo da contaminação).

### **3.7) Resíduos sólidos inorgânicos**

Devem ser encaminhados para aterro industrial Classe I, desde que não sejam altamente reativos (explosivos ou pirofóricos, por exemplo).

Como exemplo destacam-se os sais, óxidos, silicatos etc.

## **4) Acondicionamento dos Resíduos Químicos nas Unidades**

De maneira ideal, o acondicionamento dos resíduos gerados nos laboratórios deverá ser feito em recipientes plásticos com volume máximo de 20L, devidamente identificados por tipo de corrente, usando rotulagem padronizada (Ver modelo para esta finalidade no **Anexo Ic**).

Os resíduos armazenados nos frascos de vidro, originais dos reagentes, devem estar acondicionados em embalagens secundárias (caixas) com o devido cuidado para evitar o choque entre os frascos pelo uso de colmeias de papelão. Abaixo são mostrados alguns tipos de embalagens mais comumente utilizadas (Figura 1). Estas embalagens devem ser homologadas para o transporte dos resíduos, conforme normas do INMETRO ou, quando for o caso, acondicionadas em embalagens secundárias homologadas (ex. fracos de vidro em caixas de papelão).



Figura 1. Frascos de vidro, caixas adequadas, barricas de papelão e diversos modelos de “bombonas”.

Ainda com relação ao acondicionamento é importante evitar algumas situações que prejudicam o manuseio seguro dos resíduos e aumentam o risco de acidentes, situações estas como locais inadequados, falta de rotulagem e uso de embalagens inadequadas tais como as que são mostradas abaixo, na Figura 2:

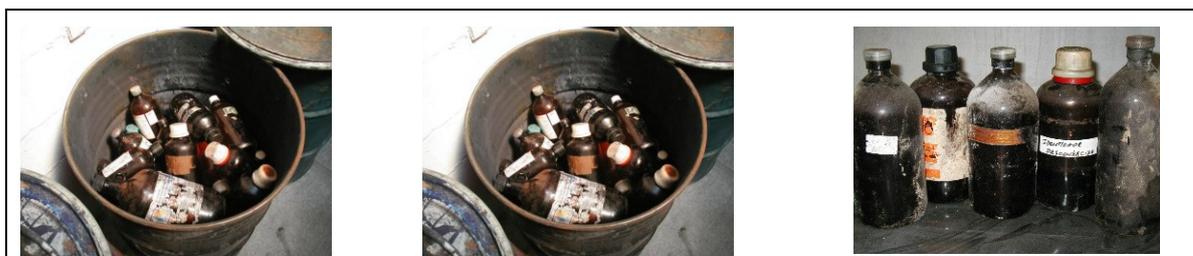


Figura 2. Acondicionamento inadequado. A - Falta de rotulagem e cuidado com arrumação de recipientes. B - Embalagens não apropriadas. C - Falta de informação e consequente possibilidade de reações.

## Anexo I a

### Listagem de incompatibilidades químicas por produto

SUBSTÂNCIA	INCOMPATÍVEL COM (Não devem ser armazenados ou misturados com)
Acetona	Ácido nítrico (conc.); Ácido sulfúrico (conc.); Peróxido de hidrogênio.
Acetonitrila	Oxidantes e ácidos.
Ácido Acético	Ác. crômico; Ác. nítrico; Ác. perclórico; Peróxido de hidrogênio; Permanganatos.
Ácido clorídrico	Metais mais comuns; Aminas; Óxidos metálicos; Anidrido acético; Acetato de vinila; Sulfato de mercúrio; Fosfato de cálcio; Formaldeído; Carbonatos; Bases fortes; Ácido sulfúrico; Ácido clorossulfônico.
Ácido clorossulfônico	Materiais orgânicos; Água; Metais na forma de pó.
Ácido crômico	Ácido acético; Naftaleno; Cânfora; Glicerina; Alcoóis ; Papel
Ácido fluorídrico (anidro)	Amônia (anidra ou aquosa);
Ácido nítrico (concentrado)	Ácido acético; Acetona; Alcoóis; Anilina; Ácido crômico;
Ácido oxálico	Prata e seus sais; Mercúrio e seus sais; Peróxidos orgânicos;
Ácido perclórico	Anidrido acético; Alcoóis; Papel; Madeira;
Ácido sulfúrico	Cloratos; Percloratos; Permanganatos; Peróxidos orgânicos;
Metais alcalinos e alcalino-terrosos (como o sódio, potássio, lítio, magnésio, cálcio)	Dióxido de carbono; Tetracloro de carbono e outros hidrocarbonetos clorados; Quaisquer ácidos livres; Quaisquer halogênios; Aldeídos; Cetonas; <b>NÃO USAR ÁGUA, ESPUMA, NEM EXTINTORES DE PÓ QUÍMICO EM INCÊNDIO QUE ENVOLVAM ESTES METAIS. USAR AREIA SECA.</b>
Álcool amílico, etílico e metílico	Ácido clorídrico; Ácido fluorídrico; Ácido fosfórico;
Álquil alumínio	Hidrocarbonetos halogenados; Água;
Amideto de sódio	Ar; Água;
Amônia anidra	Mercúrio; Cloro; Hipoclorito de cálcio; odo, Bromo, Ácido fluorídrico, Prata;
Anidrido acético	Ácido crômico; Ácido nítrico; Ácido perclórico; Compostos hidroxilados; Etileno glicol; Peróxidos; Permanganatos; Soda cáustica; Potassa cáustica; Aminas;
Anidrido maléico	Hidróxido de sódio; Piridina e outras aminas terciárias;
Anilina	Ácido nítrico; Peróxido de hidrogênio;
Azidas	Ácidos;
Benzeno	Ácidos clorídrico, fluorídrico, fosfórico ou nítrico concentrado; Peróxidos;
Bromo	Amoníaco; Acetileno; Butadieno; Butano; Metano; Propano; Outros gases derivados do petróleo; Carbonato de sódio; Benzeno; Metais na forma de pó; Hidrogênio;
Carvão ativo	Hipoclorito de cálcio; Todos os agentes oxidantes;
Cianetos	Ácidos;
Cloratos	Sais de amônio; Ácidos; Metais na forma de pó; Enxofre; Materiais orgânicos combustíveis finamente -divididos;
Cloreto de mercúrio	Ácidos fortes; Amoníaco; Carbonatos; Sais metálicos; Alcalis fosfatados; Sulfitos; Sulfatos; Bromo; Antimônio;
Cloro	Amoníaco; Acetileno; Butadieno; Butano; Propano; Metano; Outros gases derivados do petróleo; Hidrogênio; Carbonato de sódio; Benzeno; Metais na forma de pó;
Clorofórmio	Bases fortes; Metais alcalinos; Alumínio; Magnésio; Agentes oxidantes fortes;
Cobre metálico	Acetileno; Peróxido de hidrogênio; Azidas
Éter etílico	Ácido clorídrico; Ácido fluorídrico; Ácido sulfúrico; Ácido fosfórico;
Fenol	Hidróxido de sódio; Hidróxido de potássio; Compostos halogenados; Aldeídos;
Ferrocianeto de potássio	Ácidos fortes;
Flúor	Isolar de tudo;
Formaldeído	Ácidos inorgânicos;
Fósforo (branco)	Ar; Alcalis; Agentes redutores; Oxigênio;
Hidrazina	Peróxido de hidrogênio; Ácido nítrico; Qualquer outro oxidante;

Hidretos	Água; Ar; Dióxido de carbono; Hidrocarbonetos clorados;
Hidrocarbonetos (como o benzeno, butano, propano, gasolina, etc.)	Flúor; Cloro; Bromo; Ácido crômico; Peróxidos;
Hidróxido de amônio	Ácidos fortes; Metais alcalinos; Agentes oxidantes fortes; Bromo; Cloro; Alumínio; Cobre; Bronze; Latão; Mercúrio;
Hidroxilamina	Óxido de bário; Dióxido de chumbo; Pentacloroeto e tricloroeto de fósforo; Zinco; Dicromato de potássio;
Hipocloritos	Ácidos; Carvão ativado
Hipoclorito de sódio	Fenol; Glicerina; Nitrometano; Óxido de ferro; Amoníaco; Carvão ativado
Iodo	Acetileno; Hidrogênio;
Líquidos Inflamáveis	Nitrato de amônio; Ácido crômico; Peróxido de hidrogênio; Ácido nítrico; Peróxido de sódio; Halogênios;
Mercúrio	Acetileno; Ácido fulmínico (produzido em misturas etanol-ácido nítrico); Amônia; Ácido oxálico;
Nitratos	Ácidos; Metais na forma de pó: Líquidos inflamáveis; Cloratos; Enxofre; Materiais orgânicos ou combustíveis finamente divididos; Ácido sulfúrico;
Oxalato de amônio	Ácidos fortes;
Óxido de etileno	Ácidos; Bases; Cobre; Perclorato de magnésio;
Óxido de sódio	Água; Qualquer ácido livre;
Pentóxido de fósforo	Alcoóis; Bases fortes; Água;
Percloratos	Ácidos;
Perclorato de potássio	Ácidos; Ver também em ácido perclórico e cloratos;
Permanganato de potássio	Glicerina; Etileno glicol; Benzaldeído; Qualquer ácido livre; Ácido sulfúrico;
Peróxidos (orgânicos)	Ácidos (orgânicos ou minerais); Evitar fricção; Armazenar a baixa temperatura;
Peróxido de benzoíla	Clorofórmio; Materiais orgânicos;
Peróxido de hidrogênio	Cobre; Crômio; Ferro; Maioria dos metais e seus sais; Materiais combustíveis; Materiais orgânicos; Qualquer líquido inflamável; Anilina; Nitrometano; Alcoóis; Acetona;
Peróxido de sódio	Qualquer substância oxidável, como etanol, metanol, ácido acético glacial, anidrido acético, benzaldeído, dissulfito de carbono, glicerina, etileno glicol, acetato de etila, acetato de metila, furfural, álcool etílico, álcool metílico;
Potássio	Tetracloroeto de carbono; Dióxido de carbono; Água;
Prata e seus sais	Acetileno; Ácido oxálico; Ácido tartárico; Ácido fulmínico; Compostos de amônio;
Sódio	Tetracloroeto de carbono; Dióxido de carbono; Água; Ver em metais alcalinos;
Sulfetos	Ácidos;
Sulfeto de hidrogênio	Ácido nítrico fumegante; Gases oxidantes;
Teluretos	Agentes redutores
Tetracloroeto de carbono	Sódio
Zinco	Enxofre;
Zircônio	Água; Tetracloroeto de carbono; Não usar espuma ou extintor de pó químico em fogos que envolvam este elemento;

Tabela de incompatibilidades por famílias químicas

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Ácidos Minerais Oxidantes	Bases Cásticas	Hidro-carbonetos Aromáticos	Orgânicos Halo-genados	Metais	Metais Tóxicos	Hidro-carbonetos Alifáticos Saturados	Fenóis e Cresóis	Agentes Oxidantes Fortes	Agentes Redutores Fortes	Água e Soluções Aquosas	Substâncias que reagem com água	
1	Ácidos Minerais Oxidantes		C	C F	C, F GT	GI, C F	S	C F	C F		C, F GT	C	<b>EXTREMAMENTE REATIVO: NÃO MISTURAR COM NENHUM PRODUTO QUÍMICO OU RESÍDUO</b>	
2	Bases Cásticas	C			C GI		S			C				
3	Hidrocarbonetos Aromáticos	C F								C F				
4	Orgânicos Halogenados	C, F GT	C GI			C F					C GT	C E		
5	Metais	GI, C F			C F					C F				
6	Metais Tóxicos	S	S							C		S		
7	Hidrocarbonetos Alifáticos Saturados	C F												
8	Fenóis e Cresóis	C F									GI C			
9	Agentes Oxidantes Fortes		C	C F		C F	C				C, F E			
10	Agentes Redutores Fortes	C, F GT			C GT				GI C	C, F E		GI GT		
11	Água e Soluções Aquosas	C			C E		S				GI GT			
12	Substâncias que reagem com água	<b>EXTREMAMENTE REATIVO: NÃO MISTURAR COM NENHUM PRODUTO QUÍMICO OU RESÍDUO</b>												

**Legenda: EFEITOS MAIS COMUNS DA MISTURA DE RESÍDUOS INCOMPATÍVEIS**

- E EXPLOSIVO  
 F FOGO  
 GI GÁS INFLAMÁVEL  
 GT GÁS TÓXICO  
 C GERAÇÃO DE CALOR  
 S SOLUBILIZAÇÃO DE TOXINAS

## Anexo Ib

Carta de resistência química para estocagem de resíduos ou soluções

### Abreviações dos materiais dos recipientes (confira no vasilhame o código de reciclagem, se houver)

PEBD → Polietileno de baixa densidade (LDPE) cód. 4

PEAD → Polietileno de alta densidade (HDPE) cód. 2

PP/PA → Polipropileno / polialômero cód. 5

PMP → Polimetilpenteno

FEP / ETFE / TFE → Teflon ©

PC → Policarbonato

PVC → polivinilcloro cód. 3

PSF → polisulfona



**Abreviações da compatibilidade à 50°C:  
(procure sempre atender condição de  
excelência)**

E = excelente, B = bom, P = precário, N = não recomendado.

Foram consultados o guia da LABSAFETY (fotocópia) e página na internet da [www.labsafety.com](http://www.labsafety.com)

Nome do reagente	PEBD	PEAD	PP/PA	PMP	FEP/ETFE /TFE Teflon ©	PC	PVC
1,4-Dioxano	P	B	P	P	E	P	N
Ác. acético 5%	E	E	E	E	E	B	E
Ác. acético 50%	E	E	E	E	E	B	B
Ác. Acético Glacial	B	E	B	B	E	N	B
Ác. Benzóico, Sat.	E	E	B	B	E	B	B
Ác. Butírico	N	N	N	N	E	N	N
Ác. cítrico, 10%	E	E	E	E	E	B	B
Ác. Clorídrico 1-5%	E	E	E	B	E	E	E
Ác. Clorídrico 20%	E	E	E	B	E	P	B
Ác. Clorídrico 35%	E	E	B	B	E	N	P
Ác. crômico, 10%	E	E	E	E	E	P	B
Ác. crômico, 50%	E	E	P	P	E	N	P
Ác. Fluorídrico 4%	B	E	B	B	E	P	P
Ác. Fluorídrico 48%	E	E	E	E	E	N	P
Ác. Fórmico 3%	B	E	B	B	E	B	P
Ác. Fórmico 50%	B	E	B	B	E	B	P
Ác. Fórmico 98-100%	B	E	B	P	E	P	N
Ác. Salicílico, pó	E	E	E	B	E	B	P
Ác. Salicílico, Sat.	E	E	E	E	E	B	P
Ác. Sulfúrico 1-6%	E	E	E	E	E	E	B
Ác. Sulfúrico 20%	E	E	B	B	E	B	B
Ác. Sulfúrico 60%	B	E	B	B	E	P	B
Ác. Sulfúrico 98%	B	B	N	B	E	N	N
Ác. Tartárico	E	E	E	E	E	B	B
Acetaldeído	N	P	N	N	E	N	N
Acetamida, Sat.	E	E	E	E	E	N	N

Acetato de amila	P	B	P	P	E	N	N
Acetato de amônio, Sat.	E	E	E	E	E	E	E
Acetato de benzila	B	E	B	B	E	N	N
Acetato de <i>Cellosolve</i>	B	E	B	B	E	N	N
Acetato de etila	E	E	E	B	E	N	N
Acetato de n- butila	P	B	P	P	E	N	N
Acetato de Prata	E	E	E	E	E	B	B
Acetato de Sódio Sat.	E	E	E	E	E	B	P
Acetato Isopropílico	P	B	P	P	E	N	N
Acetona	E	E	E	E	E	N	N
Acetonitrila	E	E	N	N	E	N	N
Ácido cloroacético	E	E	B	B	E	N	N
Ácido Fosfórico 1-5%	E	E	E	E	E	E	E
Ácido Fosfórico 85%	E	E	B	B	E	B	B
Ácido Láctico, 3%	B	E	B	B	E	B	P
Ácido Láctico, 85%	E	E	B	B	E	B	P
Ácido Nítrico 1-10%	E	E	E	E	E	B	B
Ácido Nítrico 50%	B	N	N	N	E	P	P
Ácido Nítrico 70%	N	N	N	P	E	N	N
Ácido Perclórico	N	N	N	N	P	N	N
Acrilonitrila	E	E	N	N	E	N	N
Água oxigenada 3%	E	E	E	E	E	E	E
Água oxigenada 30%	B	E	B	B	E	E	E
Água oxigenada 90%	B	E	B	B	E	E	E
Alanina	E	E	E	E	E	N	N
Álcool alílico	E	E	E	B	E	P	P
Álcool benzílico	N	N	N	N	E	P	P
Álcool butílico	E	E	E	B	E	P	P
Álcool etílico (absoluto)	B	E	B	B	E	B	B
Álcool etílico 40%	B	E	B	B	E	B	E
Álcool Isobutílico	E	E	E	B	E	B	B
Álcool Isopropílico	E	E	E	E	E	E	B
Álcool Metílico	E	E	E	E	E	P	P
Álcool sec-butílico	B	E	B	B	E	P	B
Álcool terr-butílico	B	E	B	B	E	P	B
Álcool undecílico	P	B	B	B	E	P	P
Aminoácidos	E	E	E	E	E	E	E
Amônia	E	E	E	E	E	N	B
Anilina	B	B	P	P	E	N	N
Benzaldeído	B	E	B	B	E	N	N
Benzeno Isopropílico	N	P	N	N	E	N	N
Benzeno	N	B	P	P	E	N	N
Bromobenzeno	N	N	N	N	E	N	N
Bromo	N	N	N	N	E	N	N
Bromofórmio	N	N	N	N	E	N	N
Butadieno	N	N	N	N	E	N	N
Carbazol	E	E	E	E	E	N	N
Ciclo-hexano	N	N	N	N	E	B	P
Cloreto de amila	N	N	N	N	E	N	N
Cloreto de Etila, líq.	N	P	N	N	E	N	N
Cloreto de Etileno	N	P	N	N	E	N	N
Cloreto de Metileno	N	P	N	N	E	N	N
Cloreto de Tionila	N	N	N	N	E	N	N
Cloreto de vinilideno	N	N	N	N	E	N	N
Cloro, 10% em ar	N	P	N	N	E	B	E

Cloro, 10% úmido	N	P	N	N	E	P	B
Clorofórmio	N	P	P	N	E	N	N
Cresol	N	N	P	N	E	N	N
Decalina	P	B	P	N	E	N	B
Dietil-cetona	P	B	B	P	E	N	N
Dietil-malonato	E	E	E	B	E	N	N
Dietilbenzeno	N	N	N	N	E	N	N
Dietilenoglicol, éter etílico	E	E	E	E	E	N	N
Dietilenoglicol	E	E	E	E	E	P	N
Dimetil formamida	E	E	E	E	E	N	N
Dimetilsulfóxido	E	E	E	E	E	N	N
Dióxido de enxofre Liq., 46 psi	N	N	N	N	E	N	N
Dióxido de enxofre molhado ou seco	E	E	E	E	E	B	B
Dipropilenoglicol	E	E	E	E	E	P	P
Dissulfeto de carbono	N	N	N	N	E	N	N
Estearato de Zinco	E	E	E	E	E	E	B
Éter dietílico	N	N	N	N	E	N	N
Éter	N	N	N	N	E	N	N
Etil Benzeno	N	P	N	N	E	N	N
Etil Benzoato	P	B	P	P	E	N	N
Etil Butirato	N	P	N	N	E	N	N
Etil Cianoacetato	E	E	E	E	E	N	N
Etil Lactato	E	E	E	E	E	N	N
Etilenoglicol, Metil Éter	E	E	E	E	E	N	N
Etilenoglicol	E	E	E	E	E	P	E
Fenol, cristais	N	P	N	B	E	N	N
Fluoretos	E	E	E	E	E	E	E
Flúor	N	N	N	N	B	P	B
Formaldeído 10%	E	E	E	B	E	B	P
Formaldeído 40%	B	E	B	B	E	B	P
Gasolina	N	B	P	P	E	P	N
Glicerina	E	E	E	E	E	E	E
Glicolato de amônio	B	E	B	B	E	P	E
Hexano	N	P	P	N	E	N	N
Hidróxido de alumínio	B	E	B	B	E	N	B
Hidróxido de amônio, 30%	B	E	B	B	E	N	B
Hidróxido de amônio, 5%	E	E	E	E	E	N	E
Hidróxido de Cálcio, Conc.	E	E	E	E	E	N	E
Hidróxido de Potássio, 1%	E	E	E	E	E	N	E
Hidróxido de Potássio, Conc.	E	E	E	E	E	N	B
Hidróxido de Sódio 1%	E	E	E	E	E	N	E
Hidróxido de Sódio 50% a Sat.	B	E	E	E	E	N	N
Hipoclorito de Cálcio, Sat.	E	E	E	B	E	N	P
Hipoclorito de Sódio, 15%	E	E	E	E	E	P	E
Metil-etil-cetona	B	E	B	N	E	N	N
Metil-propil-cetona	P	B	P	P	E	N	N

Metóxi-etil Oleato	B	E	B	B	E	N	N
Nitrato de Prata	B	E	B	E	E	E	B
Nitrobenzeno	N	N	N	N	E	N	N
o-Diclorobenzeno	N	P	N	N	E	N	N
Óleo de canela	N	N	N	N	E	P	N
Óleo de Cedro	N	N	N	N	E	P	N
Óleo de laranja	N	P	P	P	E	P	N
Óleo de motor	N	P	B	P	E	B	E
Óleo de pinho	N	B	B	P	E	P	N
Óleo mineral	N	E	E	B	E	B	B
Oxalato de amônio	B	E	B	B	E	E	E
Óxido de Etileno	P	P	P	N	E	N	N
Óxido de Propileno	B	E	B	B	E	P	N
p-cloroacetofenona	E	E	E	E	E	N	N
p-Diclorobenzeno	N	P	P	P	E	N	N
Percloroetileno	N	N	N	N	E	N	N
Propilenoglicol	E	E	E	E	E	P	N
Querosene	N	B	P	P	E	E	E
Resorcinol, 5%	E	E	E	E	E	P	N
Resorcinol, Sat.	E	E	E	E	E	P	N
Sais de alumínio	E	E	E	E	E	B	E
Sais de amônio	E	E	E	E	E	B	B
Sais de enxofre	N	P	N	N	E	N	N
Salicil-aldeído	B	E	B	B	E	P	N
Soluções salinas, metálicas	E	E	E	E	E	E	E
Tetracloroeto de carbono	N	P	P	N	E	N	P
Tetraidrofurano	N	P	P	P	E	N	N
Tolueno	N	B	P	P	E	N	N
Tributil citrato	P	B	P	P	E	N	N
Tricloroetano	N	N	N	N	E	N	N
Tricloroetileno	N	N	N	N	E	N	N
Trietilenoglicol	E	E	E	E	E	B	P
Tripropilenoglicol	E	E	E	E	E	B	P
Uréia	E	E	E	B	E	N	N
Xileno	N	P	N	N	E	N	N

## Anexo Ic

Modelo de rótulo para descarte de resíduo

	<b>DESCARTE DE RESÍDUO QUÍMICO</b>
Unidade Geradora:	
Responsável:	Tel:
Conteúdo:	
Quantidade:	
Data de fechamento da emb.:	
Informações sobre procedência:	
Classificação resumida	
<input type="checkbox"/> orgânico	<input type="checkbox"/> inorgânico
<input type="checkbox"/> halogênios	<input type="checkbox"/> ácido
<input type="checkbox"/> pesticidas	<input type="checkbox"/> neutro
<input type="checkbox"/> organometálicos	<input type="checkbox"/> alcalino
<input type="checkbox"/> peróxidos	<input type="checkbox"/> cianetos
<input type="checkbox"/> aromático	<input type="checkbox"/> metais pesados
Outras informações:	

**5) Bibliografia:**

Manual para Gestão de Resíduos Químicos Perigosos de Instituições de Ensino e Pesquisa – Débora Vallory Figuerêdo – Conselho Regional de Química de Minas Gerais – 2006.

Armour, M. A.; Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide, CRC press, Boca Raton, 1991.

Jardim, W. F.; Química Nova 1998, vol. 21, pág. 671.

Cunha, C.J – Química Nova 2001, vol. 24, pág. 424.

**6) Histórico de atualizações:**

Registro de alteração		
Versão	Data	Alteração
01	16/10/2017	Aprovação do documento
02	16/09/2019	Revisão

Elaboração: Marcelo Bruno de Lima.  
Especialista em Gestão Ambiental  
CRQ III: 03212424

Aprovação: Geraldo Luiz Ferreira  
Cerqueira  
Prefeito dos Campi – UERJ  
Matrícula 5629-1 / ID: 2532287-7