



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

JULIANA MARIA ARAÚJO PINHEIRO

**PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DO LABORATÓRIO
DE QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA DO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA UFC**

FORTALEZA

2020

JULIANA MARIA ARAÚJO PINHEIRO

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DO LABORATÓRIO DE
QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA DO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA UFC

Trabalho de Conclusão de Curso referente ao curso de Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Simone da Silveira Sá Borges.

Coorientadora: Ms.^a Juliana Monteiro da Silva.

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P72p

Pinheiro, Juliana Maria Araújo.

Plano de gerenciamento de resíduos químicos do Laboratório de Química Analítica Qualitativa do Departamento de Química Analítica e Físico-Química do Centro de Ciências da UFC / Juliana Maria Araújo Pinheiro. – 2020.

84 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Ambiental, Fortaleza, 2020.

Orientação: Profa. Dra. Simone da Silveira Sá Borges.

Coorientação: Profa. Ma. Juliana Monteiro da Silva.

1. Plano de gerenciamento de resíduos químicos. 2. Resíduos perigosos. 3. Laboratório de ensino. I. Título.

CDD 628

JULIANA MARIA ARAÚJO PINHEIRO

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DO LABORATÓRIO DE
QUÍMICA ANALÍTICA QUALITATIVA DO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA UFC

Trabalho de Conclusão de Curso referente ao curso de Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Aprovada em: ___ / ___ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Simone da Silveira Sá Borges (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ms.^a Juliana Monteiro da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dr.^a Ana Bárbara de Araújo Nunes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar e iluminar meus caminhos, e por seu amor me incentivar a ser forte e corajosa para lidar com as dificuldades da vida.

Aos meus pais, Jaires Nobre Pinheiro e Maria Laíde Araújo Pinheiro, pelo amor incondicional, apoio nas dificuldades e incentivo a minha educação e por sempre estarem ao meu lado.

À minha irmã, Bia, por ser minha melhor amiga, me escutar, dar conselhos, ser minha grande incentivadora, estar ao meu lado em todos os momentos da vida e por todo seu amor.

Ao meu irmão, Jonas, pelo amor, amizade e os momentos de descontração ao longo de nossas vidas.

Aos meus avós, Maria, Francisco, Regina e Jair, por todo amor, cuidado e proteção desde a infância.

À minha orientadora, Prof.^a Simone Borges, pela paciência, dedicação e compromisso ao me orientar.

À minha coorientadora, Juliana Monteiro, pela sua atenção, disponibilidade, compreensão, paciência e dedicação.

Aos amigos da escola, João Victor, Paloma, Maclene e Pedro que sempre estiveram me apoiando e incentivando, durante a faculdade.

Aos meus amigos da faculdade, Kélvia, Lino, Alexandre, Maria Júlia, Nárriman, Taynara, Renan, Matheus Maciel, Luís, Mariana, Samuel, Fernando, Nayara e Gleiciane pela amizade, companheirismo, momentos de descontração e por estarem ao meu lado durante esses anos.

RESUMO

As instituições de ensino e pesquisa, durante a realização das suas atividades geram resíduos perigosos. Estes por sua vez necessitam de controle na sua geração, acondicionamento, tratamento e destinação correta, uma vez que o descarte inadequado acarretará prejuízos ao meio ambiente e a saúde da população. Este trabalho tem como objetivo a implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) do Laboratório de Química Analítica Qualitativa (LQAQ) do Centro de Ciências (CC) da Universidade Federal do Ceará (UFC), cuja administração pertence ao Departamento de Química Analítica e Físico-química (DQAFQ). Para correta gestão dos resíduos químicos, foi adotado como metodologia, o levantamento de dados, diagnóstico da situação e sugestão de melhorias. No levantamento de dados foi aplicado um questionário, por meio entrevista com técnico responsável e visitas ao laboratório, visando obter informações a respeito dos procedimentos realizados em cada etapa da gestão, bem como o inventário dos resíduos ativos e passivos. Com a análise dos dados foi possível determinar o diagnóstico da atual situação e propor sugestões de melhorias, que visem adequação as legislações existentes. O PGRQ elaborado conta com medidas que visam a minimização dos resíduos gerados, formas mais adequadas de rotulagem e segregação dos resíduos, bem como sugestões de tratamento.

Palavras-chave: Plano de gerenciamento de resíduos químicos. Resíduos perigosos. Laboratório de ensino.

ABSTRACT

Teaching and research institutions, while carrying out their activities, generate hazardous waste. These in turn need control in their generation, packaging, treatment and correct disposal, since improper disposal will cause damage to the environment and the health of the population. This work aims to implement a Chemical Waste Management Plan (CWMQ) of the Qualitative Analytical Chemistry Laboratory (LQAQ) of the Science Center (CC) of the Federal University of Ceará (UFC), whose administration belongs to the Department of Analytical Chemistry and Physical Chemistry (DQAFQ). For correct management of chemical residues, data collection, diagnosis of the situation and suggestion of improvements were adopted as methodology. In the data collection, a questionnaire was applied, by means of an interview with a responsible technician and visits to the laboratory, in order to obtain information about the procedures performed at each stage of management, as well as the inventory of active and passive waste. With the analysis of the data it was possible to determine the diagnosis of the current situation and to propose suggestions for improvements, aimed at adapting the existing legislation. The CWMQ prepared includes measures aimed at minimizing the waste generated, more appropriate forms of labeling and segregation of waste, as well as treatment suggestions.

Keywords: Chemical waste management plan. Hazardous waste. Teaching laboratory.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Caracterização e Classificação dos Resíduos Sólidos.....	25
Figura 2 - Fluxograma das Etapas para Implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos.....	26
Figura 3 - Fluxograma da Separação dos Resíduos em Perigoso e Não Perigoso.....	28
Figura 4 - Diagrama de Hommel.....	32
Figura 5 - Significância do Grau de Atividade do Diagrama de Hommel de Acordo com seu Padrão de Cores.....	33
Figura 6 - Laboratório de Química Analítica Qualitativa.....	41
Figura 7 - Planta do Laboratório de Química Analítica Qualitativa.....	41
Figura 8 – Legenda dos Precipitados para Descarte.....	48
Figura 9 - Disposição e Símbolo dos Frascos.....	49
Figura 10 - Carrinho Plástico.....	50
Figura 11 - Abrigo Externo.....	51
Figura 12 - Prateleiras do abrigo externo.....	52
Figura 13 – Formulário de Caracterização.....	54
Figura 14 - Rótulo Para Identificação Dos Resíduos Químicos.....	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação Quanto a Origem.....	18
Quadro 2 - Tipo de Coletores de Resíduos Químicos.....	30
Quadro 3 - Compatibilidade de Coletor de Resíduo Químico e Substâncias Químicas – Substâncias Orgânicas.....	30
Quadro 4- Compatibilidade de Coletor de Resíduo Químico e Substâncias Químicas – Substâncias Inorgânicas.....	31
Quadro 5- Inventário dos Resíduos Passivos.....	43
Quadro 6- Inventário dos Resíduos Ativos.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proposta de Descarte dos Resíduos.....	55
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

BRUL Banco de Reagentes e Utensílios Laboratoriais

CC Centro de Ciências

COEMA Conselho Estadual do Meio Ambiente

CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente

DQAFQ Departamento de Química Analítica e Físico-química

FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico)

IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

LQAQ Laboratório de Química Analítica Qualitativa

MSDS (Material Safety Data Sheet), ou também chamados

NFPA National Fire Protection Association

PEGA Prefeitura Especial de Gestão Ambiental

PGRQ Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos

PGRS Plano de Gerenciamento de Resíduos sólidos

PROGERE Programa de Gerenciamento de Resíduos

RSS Resíduos de Serviço de Saúde

UFC Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO	15
2.1 Geral	15
2.2 Específicos	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 A Política Nacional de Resíduos sólidos	16
3.2 Resíduo químico	20
3.2.1 Definição	20
3.2.2 Classificação	21
3.3 Gerenciamento do resíduo químico	25
3.3.1 Inventário dos resíduos	26
3.3.2 Medidas de Minimização	27
3.3.3 Segregação	27
3.3.4 Acondicionamento	29
3.3.5 Rotulagem dos Resíduos	31
3.3.6 Tratamento	33
3.3.7 Armazenamento	34
3.3.8 Transporte	36
3.3.9 Disposição final	36
4. METODOLOGIA	38
4.1 Elaboração e aplicação do questionário	38
4.2 Diagnóstico	38
4.3 Sugestões de melhorias	39
4.4 Proposta para revisão do plano	39
4.5 Definição dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40

5.1 Plano de gerenciamento de resíduos químicos	40
5.2 Descrição do empreendimento	40
5.3 Levantamento de dados	42
5.4 Diagnóstico	43
5.4.1 Inventário	43
5.4.2 Medidas de minimização	47
5.4.3 Segregação e acondicionamento	48
5.4.4 Rotulagem	49
5.4.5 Tratamento	49
5.4.6 Armazenamento e transporte	49
5.4.7 Disposição final	52
5.5 Sugestão de melhorias	52
5.5.1 Inventário	53
5.5.2 Medidas de minimização	54
5.5.3 Segregação	55
5.5.4 Rotulagem	63
5.5.5 Tratamento	64
5.5.6 Armazenamento	64
5.5.7 Disposição final	65
6. PERIODICIDADE E REVISÃO DO PLANO	66
7. RESPONSÁVEIS POR CADA ETAPA DO GERENCIAMENTO	67
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO APLICADO PARA COMPREENDER A GESTÃO DOS RESÍDUOS.	73

APÊNDICE B- CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS REALIZADOS PARA VERIFICAÇÃO DA SEGREÇÃO BASEADO NAS RESOLUÇÕES CONAMA 430/2011 E COEMA 02/2017	80
---	-----------

1. INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos nos laboratórios voltados para ensino e pesquisa ainda é um assunto pouco discutido, mesmo estes utilizando produtos químicos, muitas vezes considerados perigosos, em suas atividades. “Esses resíduos diferenciam-se daqueles gerados em unidades industriais por apresentarem baixo volume, mas grande diversidade de composições, o que dificulta a tarefa de estabelecer um tratamento químico e/ou uma disposição final padrão para todos” (GERBASE *et al.*, 2005, p.3).

Segundo Afonso (2003, p.602), “a ausência de um órgão fiscalizador, a falta de visão ambiental e o descarte inadequado levaram muitas Universidades a poluir o meio ambiente, promover o desperdício de material e arcar com o mau gerenciamento dos produtos sintetizados ou manipulados”. Este autor explica também que os resíduos eram descartados sem preocupação sequer com a segurança do aluno e com os impactos ambientais que essa ação poderia causar (AFONSO, 2003).

De acordo com Afonso (2003, p.602) “o gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa no Brasil começou a ser amplamente discutido nos anos de 1990, sendo de vital importância para as grandes instituições geradoras, incluindo as Universidades” E ainda aponta que diversas instituições no Brasil estão buscando formas de gerenciar e tratar seus resíduos, diminuindo, assim, o impacto ao meio ambiente, criando um novo hábito e senso crítico dos alunos, funcionários e professores (AFONSO, 2003).

Para o manejo dos resíduos químicos e a criação do plano de gerenciamento de resíduos químicos (PGRQ) não há legislações específicas, no entanto, pode-se utilizar as relacionadas aos Resíduos de Serviço de Saúde (RSS), por exemplo, a RDC n° 222 que traz diretrizes básicas, incluindo: segregação, acondicionamento, identificação, transporte, armazenamento, tratamento, coleta e disposição final de resíduos sólidos e líquidos.

Segundo Jardim (2002, p.04),

A implementação e manutenção exitosa de um PGRQ demanda a adoção de três conceitos importantes, os quais nortearão as atividades a serem desenvolvidas no desenrolar do programa. O primeiro conceito importante é o de que gerenciar resíduos não sinônimo de “geração zero de resíduo”. Ou seja, o gerenciamento de resíduos busca não só minimizar a quantidade gerada, mas também impõe um valor máximo na concentração de substâncias notadamente tóxicas no efluente final da unidade geradora[...]. O segundo conceito diz que só se pode gerenciar aquilo que se conhece, e assim sendo, um inventário de todo o resíduo produzido na rotina da unidade geradora é indispensável. O terceiro conceito importante é o da responsabilidade objetiva na geração do resíduo, ou seja, o gerador do resíduo é o responsável pelo mesmo, cabendo a ele sua destinação final.

Para implementar um programa de gerenciamento de resíduos é necessário tomar consciência sobre a necessidade de adotar novos hábitos, visando atender a legislação vigente e principalmente a busca de uma nova mentalidade que se preocupe com a qualidade das análises e com a gestão dos resíduos (MARINHO, 2011).

Com isso, é importante que as universidades entendam a importância da necessidade da elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS), não só do ponto de vista ao atendimento das legislações existentes, mas ao controle e minimização da geração de resíduos na fonte, reduzindo e evitando os impactos ambientais e suas consequências para a saúde pública, a fauna e flora.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos do Laboratório de Química Analítica Qualitativa (LQAQ) do Departamento de Química Analítica e Físico-química (DQAFQ) do Centro de Ciências (CC) da Universidade Federal do Ceará (UFC).

2. OBJETIVO

2.1 Geral

Elaborar o Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos do Laboratório de Química Analítica Qualitativa do Departamento de Química Analítica e Físico-química do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará.

2.2 Específicos

- Aplicar questionário para conhecimentos das atividades realizadas e práticas de gestão de resíduos adotadas no laboratório;
- Realizar inventário dos resíduos químicos ativos e passivos;
- Avaliar a atual gestão de resíduos químicos do laboratório;
- Sugerir melhorias a serem aplicadas no gerenciamento de resíduos químicos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A Política Nacional de Resíduos sólidos

A lei nº 12305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Essa lei discorre a respeito das diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos e perigosos, além disso, dispõe sobre princípios, objetivos e instrumentos, diretrizes e metas e ações que devem ser adotadas pelo Governo Federal isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (Brasil, 2010).

O artigo 3º traz diversas definições que são de grande importância para o entendimento da gestão dos resíduos sólidos, dentre elas estão dois conceitos fundamentais o de resíduos sólidos e o gerenciamento do mesmo e outras definições citadas abaixo.

- Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;
- Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;
- Coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;
- Destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacio-

nais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

- Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.
- Logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;

Art. 9º desta lei cita que “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”.

A classificação dos resíduos é abordada no artigo 13º, onde resíduos são classificados de acordo com a origem e a periculosidade como mostrado a seguir.

1. Origem:

O Quadro 1 mostra a classificação quanto à origem e suas definições.

Quadro 1 - Classificação quanto a origem

Origem	Definição
Resíduos domiciliares	Originários de atividades domésticas em residências urbanas
Resíduos de limpeza urbana	Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana
Resíduos sólidos urbanos	Compreende os resíduos domiciliares e de limpeza urbana
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Os gerados nas atividades com exceção dos de limpeza urbana, serviços públicos de saneamento básico, serviço de saúde, construção civil e serviços de transporte
Resíduos de serviços públicos de saneamento básico	Os gerados nas atividades com exceção dos resíduos sólidos urbanos
Resíduos industriais	Os gerados nos processos produtivos e instalações industriais
Resíduos de serviços de saúde	Os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do sisnama e do snvs
Resíduos da construção civil	Os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis

Resíduos agrossilvopastoris	Os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades
Resíduos de mineração	Os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

Fonte: Brasil (2010).

2. Quanto à periculosidade:

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

b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados nos resíduos perigosos.

O artigo 20 dessa resolução diz que estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos “[...]os estabelecimentos de prestação de serviços que gerem resíduos perigosos e também que gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal”.

Para a realização do PGRS as seguintes etapas devem estar contidas de acordo com o artigo 21º:

1. Descrição do empreendimento ou atividade;
2. Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
3. Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

4. Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, à reutilização e reciclagem;
5. Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;
6. Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;
7. Periodicidade de sua revisão.

De acordo com Jardim (2002)

Muito embora não haja uma legislação específica que trate do destino final de resíduos químicos oriundos das atividades de ensino e de pesquisa, isto não deve ser usado como um pretexto para a falta de gerenciamento destes rejeitos. Neste caso, adota-se a legislação existente para as indústrias, sob a premissa de que a legislação é válida tendo como base a natureza da atividade, e não as quantidades de resíduos que a mesma gera.

3.2 Resíduo químico

3.2.1 Definição

A Resolução CONAMA nº 358/2005 aponta que um resíduo químico é definido como aqueles que apresentem características de periculosidade, que não pode ser reutilizado ou reciclado, podendo apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.

Resíduo químico pode ser definido como aquele resultante de atividades laboratoriais de estabelecimento de prestação de serviços de saúde, podendo ser: produtos químicos impróprios para uso (vencidos ou alterados), frascos ou embalagens de reagentes, sobras da preparação de reagentes e resíduos de limpeza de equipamentos e salas, não incluindo resíduos farmacêuticos (medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados), drogas quimioterápicas e materiais contaminados pelas mesmas (CETESB, 2014).

3.2.2 Classificação

Os resíduos químicos de acordo com a Resolução CONAMA nº 358/05 corresponde ao grupo B como mostrado a seguir:

- a) Grupo B – Químicos: resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco a saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.
 - Produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos; imunossupressores; digitálicos; imunomoduladores; anti-retrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos ou apreendidos e os resíduos e insumos farmacêuticos dos Medicamentos controlados pela Portaria MS 344/98 e suas atualizações;
 - Resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes.
 - Efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores);
 - Efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas;
 - Demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004 da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos).

De acordo com a classificação da Norma NBR nº 10004 da ABNT os resíduos podem ser classificados em perigosos e não perigosos:

- a) Resíduos Classe I – Perigosos – são aqueles que em função de suas propriedades físicas, químicas e infectocontagiosa podem apresentar risco à saúde pública e/ou ao meio ambiente, também se enquadram nessa classe resíduos caracterizados como inflamáveis, corrosivos, reativos, tóxicos e patogênicos.
- b) Resíduos Classe II – Não Perigosos – são divididos em:
 - Resíduos Classe II A – Não Inertes - são resíduos que podem conter propriedades como biodegradabilidade, solubilidade em água e combustibilidade e não se enquadram na Classe I ou na Classe IIB.
 - Resíduos Classe II B – Inertes - quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambi-

ente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

De acordo com a associação Brasileira de Normas Técnicas (2004) um resíduo para ser considerado perigoso deve apresentar como características inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade e constar nos anexos de fontes específicas e não específicas.

a) inflamabilidade:

- 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);

b) corrosividade:

- Ser aquoso e apresentar pH inferior ou igual a 2, ou, superior ou igual a 12,5, ou sua mistura com água, na proporção 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;

c) reatividade:

- Ser normalmente instável e reagir de forma violenta e imediata, sem detonar;
- Reagir violentamente com a água;
- Formar misturas potencialmente explosivas com a água;
- Gerar gases, vapores e fumos tóxicos em quantidades suficientes para provocar danos à saúde pública ou ao meio ambiente, quando misturados com a água;
- Possuir em sua constituição os íons CN^- ou S^{2-} em concentrações que ultrapassem os limites de 250 mg de HCN liberável por quilograma de resíduo ou 500 mg de H_2S liberável por quilograma de resíduo, de acordo com ensaio estabelecido no USEPA - SW 846;
- 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 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;

d) toxicidade:

- 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;
- Possuir uma ou mais substâncias constantes que possuem periculosidade 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;

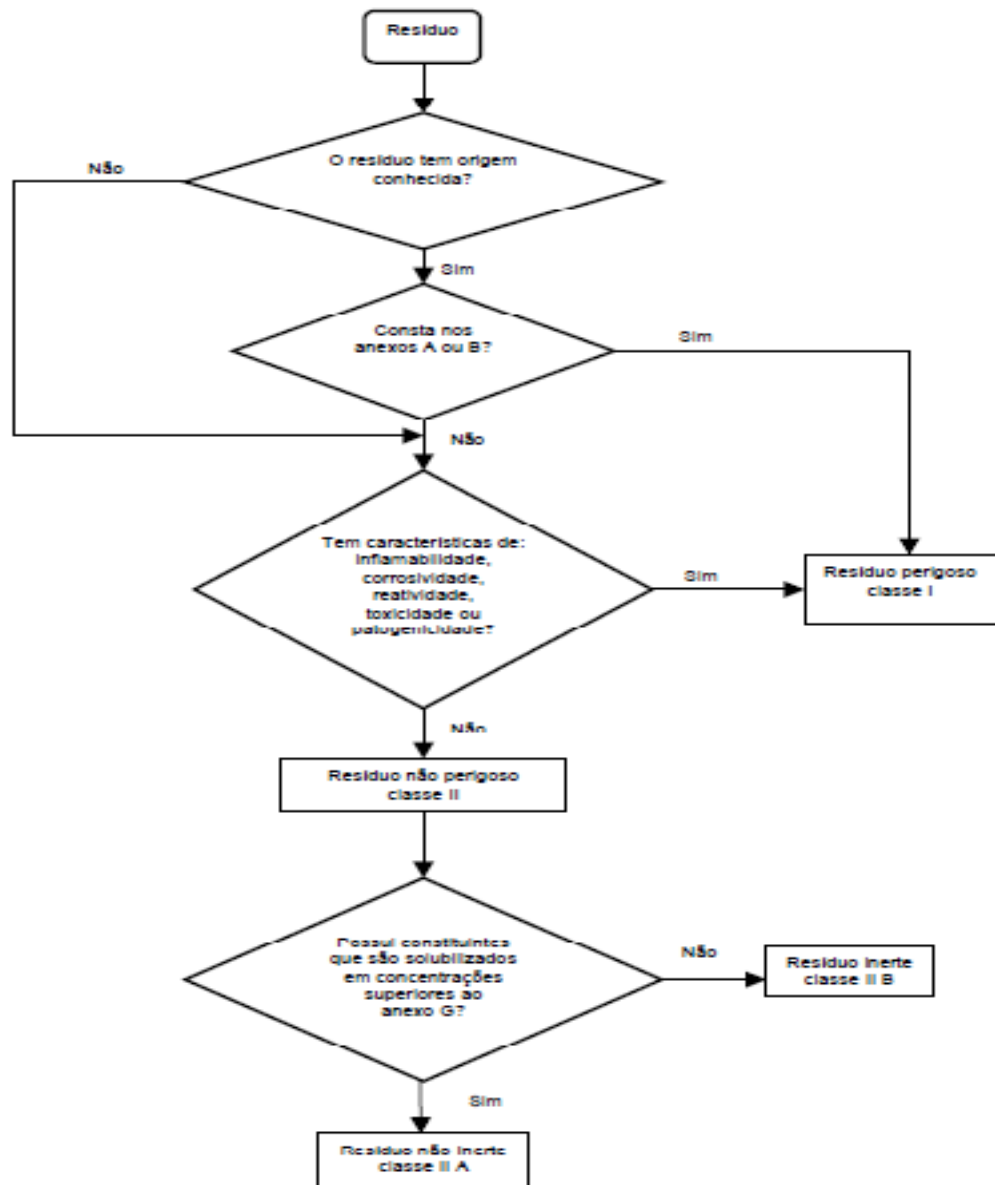
- potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, tem para degradar-se em constituintes não perigosos, considerando a velocidade em que ocorre a degradação;
- extensão em que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, é capaz de bioacumulação nos ecossistemas;
- 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;
- Ser constituída por restos de embalagens contaminadas com substâncias tóxicas ou agudamente tóxicas;
- Resultar de derramamentos ou de produtos fora de especificação ou do prazo de validade que contenham quaisquer substâncias tóxicas ou agudamente tóxicas;
- Ser comprovadamente letal ao homem: possuir substância em concentração comprovadamente letal ao homem ou estudos do resíduo que demonstrem uma DL_{50} oral para ratos menor que 50 mg/kg ou CL_{50} inalação para ratos menor que 2 mg/L ou uma DL_{50} dérmica para coelhos menor que 200 mg/kg;

e) patogenicidade:

- Se uma amostra representativa do resíduo, obtida segundo a ABNT NBR 10007, contiver ou haver suspeita de conter, microrganismos patogênicos, proteínas virais, ácido desoxirribonucleico (ADN) ou ácido ribonucleico (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.

A Figura 1 demonstra o processo de caracterização e classificação dos resíduos sólidos.

Figura 1- Caracterização e classificação dos Resíduos Sólidos



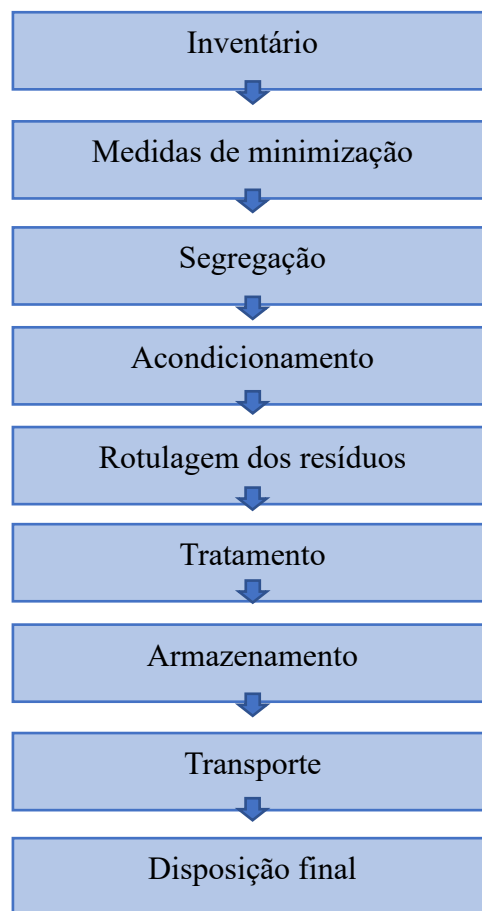
Fonte: ABNT (2004).

3.3 Gerenciamento do resíduo químico

A geração diária de resíduos necessita cada vez de maior controle da geração e do destino adequado, para assim evitar riscos à saúde da população e ao meio ambiente. Por isso é fundamental compreender as etapas do gerenciamento dos resíduos para que seja possível uma gestão eficiente. Di Vitta (2012) aponta as seguintes etapas para o gerenciamento dos resíduos químicos: a realização de um inventário; a proposição de medidas de minimização; a

segregação; o acondicionamento; a rotulagem dos resíduos; o tratamento; o armazenamento; o transporte e a disposição final dos resíduos. A descrição das etapas de gerenciamento citadas consta na Figura 2.

Figura 2- Fluxograma das etapas para implantação do plano de gerenciamento de resíduos químicos



Fonte: Adaptado de Di Vitta (2012).

3.3.1 Inventário dos resíduos

Inicialmente é necessário conhecer as características dos resíduos gerados. Isso pode ser realizado pelo acompanhamento da movimentação dos produtos químicos bem como os resíduos gerados pelos mesmos para assim ser possível a implantação de um PGRQ. Portanto, vale destacar a realização de um inventário para início da gestão, que consiste no levantamento dos tipos e das quantidades geradas dos resíduos.

Os resíduos gerados ainda podem ser classificados em passivos que são resíduos que estão estocados na unidade geradora e que não obtiveram tratamento adequado e destinação final. Jardim (2002) aponta que a existência desse tipo de resíduo, principalmente os sem identificação, acarreta em problemas para o gerenciamento, já que sob o aspecto técnico e econômico encontrar formas de tratamento e destino final são de difícil solução e após implementado o programa de gerenciamento de resíduos, não deve existir a presença desse tipo de resíduo.

Os resíduos ativos são aqueles gerados durante as atividades de rotina da unidade geradora e são de fundamental importância, pois a partir das estimativas qualitativa e quantitativa é possível traçar metas e objetivos a serem atingidos em termos de geração futura de resíduos (JARDIM, 2002).

3.3.2 Medidas de Minimização

São medidas que visam a redução da quantidade ou toxicidade dos resíduos gerados ou até mesmo sua eliminação. As principais formas de minimização envolvem a reutilização, reciclagem, recuperação, tratamento no local, substituição de compostos perigosos, bem como mudanças nos processos, redução nas quantidades e segregação dos resíduos (MACHADO e SALVADOR, 2005).

Segundo a RDC 222° de 2018 cita-se alguns conceitos relativos à minimização dos resíduos:

- **Reciclagem:** processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos;
- **Reutilização:** processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química.

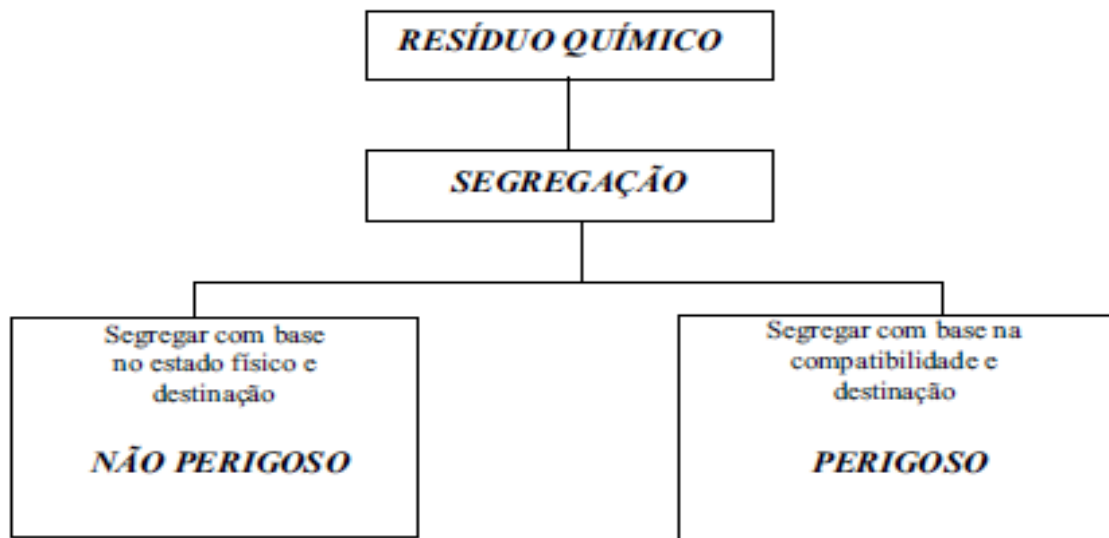
3.3.3 Segregação

“A segregação consiste na separação dos resíduos no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, o seu estado físico e os riscos envolvidos” (RDC nº306, 2004). Além disso, Machado e Salvador (2005) destaca a

importância que essa etapa seja realizada diariamente e de preferência após a realização do experimento.

Di Vitta (2012) aponta que existem 3 critérios a serem considerados para a segregação dos resíduos: a periculosidade que consiste em separar os resíduos perigosos dos não perigosos como mostrado na Figura 3, o estado físico, onde os resíduos sólidos devem ser separados dos líquidos e a incompatibilidade química, cujo os resíduos contendo substâncias incompatíveis devem ser segregados para evitar a ocorrência de reações indesejadas e por consequência acidentes.

Figura 3- Fluxograma da separação dos resíduos em perigoso e não perigoso



Fonte: Cetesb (2014).

Para Machado e Salvador (2005) a segregação dos resíduos deverá ser realizada levando em consideração os seguintes grupos:

1. Solventes não halogenados: Todos os solventes que possam ser utilizados ou recuperados e também misturas desses solventes;
2. Halogenados: Todos os solventes e misturas contendo solventes halogenados;
3. Fenol;
4. Resíduos de pesticidas e herbicidas;
5. Soluções aquosas sem metais pesados;
6. Soluções aquosas contaminadas com solventes orgânicos;
7. Soluções aquosas com metais pesados;

8. Soluções contendo mercúrio;
9. Soluções contendo prata;
10. Sólidos: com metais pesados (tálio e cádmio);
11. Sólidos: com os demais metais pesados;
12. Peróxidos orgânicos;
13. Outros sais;
14. Aminas;
15. Ácidos e bases;
16. Oxidantes;
17. Redutores;
18. Óleos especiais: Todos os óleos utilizados em equipamentos elétricos que estejam contaminados com policloreto de bifenila;
19. Misturas: As combinações que não foram classificadas nos itens acima descritos deverão ser segregadas e identificadas para tratamento e/ou disposição final;
20. Outros: Materiais diversos tais como tintas, vernizes, resinas diversas, óleos de bomba de vácuo (exceção àqueles contaminados com PCB's), fluidos hidráulicos, etc. também devem ser segregados e identificados para tratamento e/ou disposição final;
21. Materiais contaminados durante e após a realização de experimentos (luvas, vidrarias quebradas, papéis de filtro e outros).

Essa fase é de fundamental importância para o gerenciamento, visto que a segregação adequada, principalmente se ocorrer no momento da geração, permite um direcionamento adequado para a etapa do tratamento.

3.3.4 Acondicionamento

O acondicionamento é definido segundo a RDC 222° de 2018 como “ato de embalar os resíduos segregados em sacos ou recipientes que evitem vazamentos, e quando couber, sejam resistentes às ações de punctura, ruptura e tombamento, e que sejam adequados física e quimicamente ao conteúdo acondicionado”. O Quadro 2, 3, 4 dispõem sobre tipo de coletores de resíduos Químicos, Compatibilidade de coletor de resíduo químico e substâncias químicas para Substâncias Orgânicas e substâncias inorgânicas, respectivamente.

Quadro 2 – Tipo de coletores de resíduos Químicos

TIPO DE COLETOR	DESCRIÇÃO
A	Recipientes de vidro de 1 ou 4 L.
B	Recipientes de plástico (bombonas) de 5 ou 10 L.
C	Recipientes de plástico (bombonas) de 10 ou 20 L, com cinta e vedação ou rosca.
D	Recipientes resistentes a rompimento, de preferência de plástico e fechado firmemente.
E	Recipientes resistentes ao rompimento com alta vedação e indicação clara de seu conteúdo.
F	Recipientes de vidro com alta vedação, evitando a emissão de vapores para o ambiente.
G	Recipientes de vidro com alta vedação. Observação: Para resíduos de sais metálicos regeneráveis, cada metal deve ser recolhido separadamente.
H	Recipientes plásticos resistentes ao rompimento.
I	Recipientes adequados de acordo com o tipo de emissão (alfa, beta ou gama) seguir corretamente a legislação do IPEN e normas do CNEN. Observação: Materiais radioativos

Fonte: USP (2008).

Quadro 3 – Compatibilidade de coletor de resíduo químico e substâncias químicas – Substâncias Orgânicas

Substâncias Orgânicas	
ESPECIFICAÇÕES	TIPO DE COLETOR
Solventes orgânicos isentos de halogênios.	A/B
Solventes orgânicos contendo halogênios.	A/B
Reagentes orgânicos relativamente inertes, do ponto de vista químico.	A/B
Reagentes orgânicos relativamente inertes, do ponto de vista químico, se contiver halogênios.	A/B
Reagentes orgânicos relativamente inertes, do ponto de vista químico, se contiver resíduos sólidos.	C
Resíduos sólidos de produtos orgânicos.	C
Soluções aquosas de ácidos orgânicos.	A/B
Bases orgânicas e aminas na forma associada. (para evitar odores, neutralizar cuidadosamente com ácido diluído).	G
Nitrilos e mercaptanas.	A/B
Nitrilos e mercaptanas – fase aquosa e orgânica (eliminar o excesso de oxidantes com Tiosulfato de Sódio).	F
Aldeídos Hidrossolúveis e derivados.	A/B
Compostos organometálicos – fase aquosa.	A
Compostos organometálicos – fase orgânica.	A/D
Produtos carcinogênicos e compostos combustíveis classificados como “muito tóxicos” ou “tóxicos”.	F
Peróxidos orgânicos identificáveis em soluções aquosas (dissolvidos e desativados com reagentes específicos) – Resíduos orgânicos.	A/B
Peróxidos orgânicos identificáveis em soluções aquosas (dissolvidos e desativados com reagentes específicos) – soluções aquosas.	D
Halogêneos de ácido.	B
Compostos combustíveis tóxicos.	F

Fonte: USP (2008).

Quadro 4 – Compatibilidade de coletor de resíduo químico e substâncias químicas – Substâncias Inorgânicas

ESPECIFICAÇÕES	TIPO DE COLETOR
Ácidos Inorgânicos	A/B
Bases Inorgânicas	A/B
Sais Inorgânicos	C
Solução contendo Sais Inorgânicos	A/B
Soluções e sólidos que contenham metais pesados (sais de Tálho e suas soluções requerem cuidados especiais)	D
Compostos inorgânicos de Selênio / fase aquosa	E
Berílio e seus sais (carcinogênico)	D
Compostos de Urânio e Tório (respeitar a legislação em vigor do IPEN e CNEN)	I
Resíduo inorgânico de Mercúrio	F
Cianetos	E
Peróxidos Inorgânicos oxidantes como o Bromo e Iodo	D
Ácido Fluorídrico e as soluções de fluoretos inorgânicos – fase sólida	H
Ácido Fluorídrico e as soluções de fluoretos inorgânicos – fase líquida	D
Resíduos de halogêneos inorgânicos líquidos e reativos, sensíveis à hidrólise.	E
Fósforo e seus compostos (são facilmente inflamáveis, desativa-se em atmosfera de gás protetor) – fase sólida	H
Metais alcalinos e amidos de metais alcalinos	A/B
Resíduos inorgânicos tóxicos, por ex. sais de metais pesados e suas soluções	A/B
Resíduos que contenham metais preciosos – sólidos	C
Resíduos que contenham metais preciosos – solução	D
Alquilos de Alumínio (sensíveis à Hidrólise)	F

Fonte: USP (2008).

3.3.5 Rotulagem dos Resíduos

A rotulagem é de fundamental importância para a adequada gestão dos resíduos, visto que são fonte de informação sobre o tipo de produto gerado e para que os processos seguintes de gestão não sejam prejudicados. Pedroza (2011) aponta que o rótulo deve conter informações que possibilitem ao receptor obter informações sobre o transporte, manuseio, armazenagem e procedimentos de emergência, visado à segurança, saúde e meio ambiente.

Para os resíduos químicos não perigosos o rótulo deve conter o nome do resíduo químico e o telefone de emergência do seu gerador, já para os resíduos perigosos o rótulo deve conter informações como identificação do resíduo, telefone do gerador de emergência, composição básica qualitativa dos resíduos, informação de perigo e frases de precaução. (NBR 16725, 2014)

Algumas regras devem ser tomadas durante a rotulagem, como fixar o rótulo antes de colocar o resíduo, além disso, não deve conter fórmulas e abreviações, durante a classificação do resíduo deve-se priorizar o produto mais perigoso do frasco e ao reutilizar um frasco retirar o rótulo original para evitar erros na identificação (MACHADO e SALVADOR, 2005).

Uma das formas de identificação mais utilizadas é o diagrama de Hommel ou diamante de perigo, cuja simbologia classifica o risco de diferentes produtos químicos. Este foi elaborado pela National Fire Protection Association (NFPA) que consiste em um losango dividido em quatro partes, sendo que cada parte expressa um tipo de risco, aos quais são atribuídos graus de risco que variam de 0 a 4, sendo o 0 pouco reativo (estável) e o 4 muito (instável) e cores que expressam características das substâncias, danos à saúde (azul), inflamabilidade (vermelho), reatividade (amarelo) e riscos específicos (branco) (ROMÁRIO et al., 2018).

Para seu preenchimento podem ser utilizadas as fichas MSDS (Material Safety Data Sheet), ou também chamados FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico), encontradas em sites de universidades, livros (MACHADO e SALVADOR, 2005) e sítio de compras de reagentes químicos na internet.

As Figuras 4 e 5 mostram o diagrama de Hommel e a significância do grau de atividade do diagrama de Hommel de acordo com seu padrão de cores, respectivamente.

Figura 4- Diagrama de Hommel



Fonte: Romário et al. (2018).

Figura 5- Significância do grau de atividade do diagrama de Hommel de acordo com seu padrão de cores

Propriedades dos resíduos químicos	Intensidade, classificação e características das propriedades
Reatividade	4. Perigo: Material explosivo em temperatura ambiente. 3. Perigo: Pode ser explosivo em caso de choque, em aquecimento sobre confinamento ou se misturado com água. 2. Cuidado: Instável ou pode reagir violentamente se misturado com água. 1. Cautela: Pode reagir sobre aquecimento ou misturado com água, mas não violentamente. 0. Estável: Não reativo quando misturado com água.
Saúde	4. Perigo: Pode ser fatal em pequena exposição. Usar EPI necessários 3. Perigo: Corrosivo ou tóxico. Evitar contato com a pele ou inalação. 2. Cuidado: Pode ser prejudicial ou nocivo se inalado ou absorvido. 1. Cautela: Pode ser irritante. 0. Estável: Não causa dano à saúde.
Inflamabilidade	4. Perigo: Gás inflamável ou líquido extremamente inflamável. 3. Perigo: Líquido inflamável com pressão de vapor abaixo de 38°C. 2. Cuidado: Líquido inflamável com pressão de vapor entre 38° e 93°C. 1. Cautela: Combustível se aquecido. 0. Estável: Não combustível.
Risco Específico	OXY - Oxidante ACID - Ácido ALK - Alcalino COR - Corrosivo W - Reativo em água RAD - Radioativo

Fonte: Romário et al. (2018).

3.3.6 Tratamento

De acordo com a RDC nº 306 de 2004 o tratamento “Consiste na aplicação de método, técnica ou processo que modifique as características dos riscos inerentes aos resíduos, reduzindo ou eliminando o risco de contaminação, de acidentes ocupacionais ou de dano ao meio ambiente”.

O tratamento dos resíduos pode ser realizado através de métodos biológicos, físicos, químicos e térmicos. “O tratamento biológico é o mais recomendado para grandes volumes de resíduos, principalmente orgânicos, o que não é o caso dos resíduos de laboratórios, e o tratamento térmico (frequentemente a incineração) é considerado dispendioso. Logo, os métodos físicos e químicos são os mais promissores” (NOLASCO; TAVARES; BENSASSOLI, 2006, p.120)

Os tratamentos químicos envolvem neutralização que consiste em elevar o pH para diminuir a corrosividade do resíduo, precipitação química que se utiliza produtos alcalinos no tratamento e o precipitado deve receber outro tipo de tratamento ou encaminhado para o aterro industrial, oxidação e redução que consiste na perda e ganho, respectivamente de elétrons, entre outros métodos.

Os tratamentos físicos são microencapsulação que consistem no revestimento das partículas ou líquidos perigosos e a estabilização que consiste na redução da mobilidade dos resíduos, dentre outros métodos.

Os tratamentos térmicos de acordo com Feam (2006, p.24) são constituídos de “[...] processos que utilizam o calor como forma de recuperar, separar ou neutralizar determinadas substâncias presentes nos resíduos, ou reduzir massa e volume, ou produzir energia térmica, elétrica ou mecânica”. As duas principais formas desse tratamento são a incineração e coprocessamento.

Segundo FIRJAN (2006, p. 20), os processos de incineração e coprocessamento podem ser definidos da seguinte forma:

O processo de incineração utiliza a combustão controlada para degradar termicamente materiais residuais. Os equipamentos envolvidos na incineração garantem fornecimento de oxigênio, turbulência, tempo de residência e temperatura adequados e devem ser equipados com mecanismos de controle de poluição para a remoção dos produtos da combustão incompleta e das emissões de particulados, de SOx e NOx. O coprocessamento consiste no reaproveitamento de resíduos nos processos de fabricação de cimento. O resíduo é utilizado como substituto parcial de combustível ou matéria-prima e as cinzas resultantes são incorporadas ao produto final, o que deve ser feito de forma controlada e ambientalmente segura. O tempo de residência e a temperatura do forno de cimento (normalmente entre 1400 e 1500°C) são adequados para destruir termicamente a matéria orgânica. Esses fornos também devem ter mecanismos de controle de poluição atmosférica para minimizar a emissão de particulados, SOx e NOx para a atmosfera.

3.3.7 Armazenamento

Após realizado os tratamentos e verificado a impossibilidade do mesmo em alguns dos resíduos gerados é necessário o armazenamento, que segundo a RDC nº 306/2004 existem dois tipos.

- **ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO** - Consiste na guarda temporária dos recipientes contendo os resíduos já acondicionados, em local próximo aos pontos de geração, visando agilizar a coleta dentro do estabelecimento e otimizar o deslocamento entre os pontos geradores e o ponto destinado à apresentação para coleta externa.

- **ARMAZENAMENTO EXTERNO** - Consiste na guarda dos recipientes de resíduos até a realização da etapa de coleta externa, em ambiente exclusivo com acesso facilitado para os veículos coletores.

Di Vitta (2012) aponta que os resíduos devem ser armazenados em abrigos para que suas características e qualidades não sejam alteradas até serem recolhidos por uma empresa especializada.

Ainda sobre o armazenamento externo segundo a Cetesb (2004) o abrigo de resíduos químicos perigosos deve ser projetado, construído e operado de acordo com os seguintes requisitos:

- ❖ Ser construído em alvenaria, fechado, dotado apenas de aberturas teladas que possibilitem uma área de ventilação adequada;
- ❖ Ser revestido internamente (piso e paredes) com acabamento liso, resistente, lavável, impermeável e de cor clara;
- ❖ Ter porta com abertura para fora, dotada de proteção inferior, dificultando o acesso de vetores;
- ❖ Ter piso cônico com declividade preferencialmente para o centro e sistema de contenção, que permita o acúmulo de no mínimo 10% do volume total de líquidos armazenados, ou sistema de recolhimento com desempenho equivalente;
- ❖ No caso de armazenamento em prateleiras, recomenda-se instalar sistema de contenção de derramamentos tipo bandeja, com drenagem e coleta, ou outro que seja conveniente;
- ❖ Ter localização tal que permita facilidade de acesso e operação das coletas interna e externa;
- ❖ Possuir placa de identificação, indicando “Abrigo de Resíduos Químicos Perigosos – Produtos Químicos”, em local de fácil visualização e sinalização de segurança que identifique a instalação quanto aos riscos de acesso ao local;
- ❖ Prover de blindagem os pontos internos de energia elétrica, quando houver;
- ❖ Ter dispositivo de forma a evitar incidência direta de luz solar;
- ❖ Ter sistema de combate a princípio de incêndio por meio de extintores e,
- ❖ Ter conjunto de emergência (incluindo produtos absorventes) próximo ao abrigo para os casos de derramamento ou vazamento.

3.3.8 Transporte

O transporte dos resíduos é dividido em transporte interno e externo. Em que o primeiro consiste no traslado até o abrigo externo, para posterior coleta, com cuidado para que mantenha a integridade da embalagem e segundo consiste no traslado do abrigo até a disposição final.

Nolasco; Tavares; Bendassoli (2006) apontam que para o transporte interno as instalações verticais podem usar elevadores, sejam internos ou externos e as horizontais podem utilizar carrinhos de carregamento individual e de pequenos volumes, de acordo com as necessidades e disponibilidades da instituição e para o transporte externo dever-se ter uma licença junto aos órgãos ambientais.

3.3.9 Disposição final

De acordo com a RDC 222° de 2018 a disposição ambientalmente adequada consiste na “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”.

Para os resíduos químicos o tipo de disposição adequada são os aterros classe I, no entanto, muitas vezes os rejeitos das instituições de ensino e pesquisa, acabam por ter uma disposição inadequada, cujas formas de destinação são a pia e o lixo comum. Isso acarreta em diversos prejuízos ao meio ambiente e a saúde da população.

O aterro sanitário é uma técnica que consiste na compactação dos resíduos em camadas no solo, recobrando com terra ou material inerte, periodicamente, visando uma degradação natural e lenta, por via biológica, até a mineralização da matéria biodegradável. Para sua implantação são necessárias técnicas, como seleção e preparo da área, operação e monitoramento (FEAM, 2012).

Aterro industrial esta técnica consiste na disposição de resíduos em grandes áreas, especialmente projetados com características, como sistema de drenagem, remoção e tratamento de líquidos que percolam dos resíduos, sistema de monitoramento de águas subterrâneas, sistema de tratamento de gases que emanam dos resíduos, impermeabilização com camadas de argila e material polimérico de alta densidade (FIRJAN, 2006).

Lixão ou vazadouro

é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos municipais, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. O mesmo que descarga de resíduos a céu aberto ou vazadouro (VILHENA et al., 2018, p.243).

Aterro controlado é o local utilizado para despejo do lixo coletado, cobrindo os resíduos com uma camada de terra. Isso deve ser realizado de forma a não causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e assim, minimizar os impactos ambientais (IBGE, 2008).

Valas Sépticas são escavações de valas impermeabilizadas, com largura e profundidade proporcionais a quantidade de lixo a ser aterrada, onde após o depósito dos resíduos sem compactação, diariamente em seu interior, é realizada a cobertura com terra (BRASIL, 2006).

4. METODOLOGIA

O trabalho tem como objeto de estudo o laboratório de química analítica qualitativa do DQAFQ do CC da UFC. As etapas foram constituídas de leitura do material bibliográfico, diagnóstico da gestão atual, realizado por meio de visitas para a coleta de informações e estimativa da geração de resíduos químicos. Após a análise da situação e identificação dos problemas, foram estabelecidas melhorias que poderiam ser aplicadas no laboratório a partir das legislações existentes a nível federal como a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e RDC nº 222/2018 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, em seguida foi proposto o período para revisão do plano e a definição dos responsáveis pelas etapas do gerenciamento dos resíduos.

4.1 Elaboração e aplicação do questionário

A pesquisa consistiu em leitura de material bibliográfico das legislações federais e estaduais sobre resíduos sólidos, dentre elas pode-se destacar RDC nº 306/2004 e a RDC nº 222/2018 sobre resíduos sólidos, visto que não existe legislações específicas sobre resíduos químicos entre outras literaturas e em seguida foi elaborado o questionário sobre as atividades realizadas e práticas de gestão de resíduos adotadas no laboratório atualmente, visando obter informações sobre a gestão dos resíduos químicos gerados. Então, foi realizada entrevista de forma verbal para preenchimento do questionário, com o técnico de laboratório responsável pelo mesmo, bem como realizadas visitas ao laboratório e avaliação das aulas práticas realizadas. A elaboração do questionário foi realizada no mês de janeiro e a visita no final do mesmo mês do ano de 2020.

4.2 Diagnóstico

Durante as visitas foi possível conhecer a respeito da rotina do laboratório, as práticas realizadas e obter informações sobre segregação, armazenamento, tratamento, disposição final e sobre a quantidade de resíduo gerada para assim ter o diagnóstico da situação atual dos resíduos químicos. O período de realização do diagnóstico foi entre os meses de fevereiro a abril de 2020.

4.3 Sugestões de melhorias

Após o diagnóstico da situação atual do laboratório foi verificado se resíduos estavam sendo descartados adequadamente ou se estavam armazenados sem necessidade, ocupando espaço útil do laboratório. Essa verificação foi realizada a partir de cálculos de concentração de contaminantes para determinar se os resíduos estão de acordo com os padrões de lançamento estabelecidos pela Resolução COEMA nº 02/2017 e CONAMA nº 430/2011. Realizados os cálculos, foram estabelecidas propostas de melhoria na gestão dos mesmos, desde metas e procedimentos relacionados a minimização até medidas saneadoras dos passivos ambientais.

4.4 Proposta para revisão do plano

Definidas as sugestões de melhorias para a gestão dos resíduos do laboratório foi proposto o período de revisão do plano, baseado na realização das atividades.

4.5 Definição dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento

Em seguida foi realizada a definição da responsabilidade por cada etapa do gerenciamento, cujos responsáveis são alunos, técnicos, professores e a universidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Plano de gerenciamento de resíduos químicos

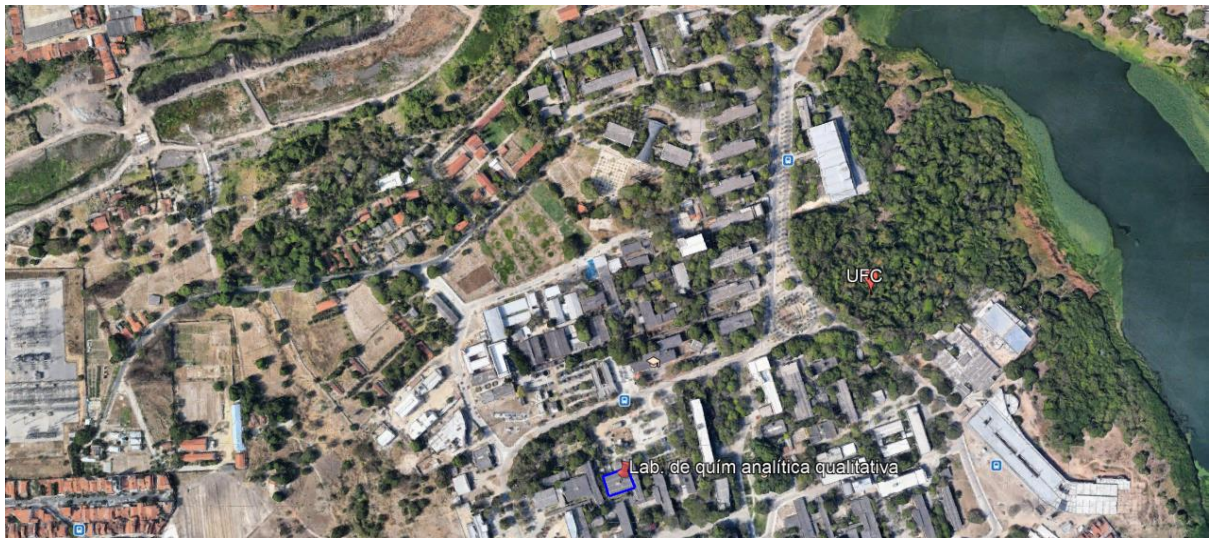
As etapas para elaboração constituem em descrição do empreendimento, levantamento de dados, diagnóstico e sugestão de melhorias que são constituídos pelas etapas inventário, medidas de minimização, segregação, acondicionamento, rotulagem, tratamento armazenamento, transporte, disposição final, periodicidade e revisão do plano e os responsáveis por cada etapa do gerenciamento.

5.2 Descrição do empreendimento

O objeto de estudo, o Laboratório de Química Analítica Qualitativa (LQAQ) da UFC, é administrado pelo Departamento de Química Analítica e Físico-química (DQAFQ) que pertence ao Centro de Ciências (CC) e funciona no Campus do Pici. A Figura 6 mostra a localização do laboratório no Campus, no bloco 938, ocupando uma área de 120,24 m², composto por duas salas idênticas com bancadas para a realização dos experimentos, estufa, capela, destilador, chapa aquecedora, centrífuga como mostrado na Figura 7.

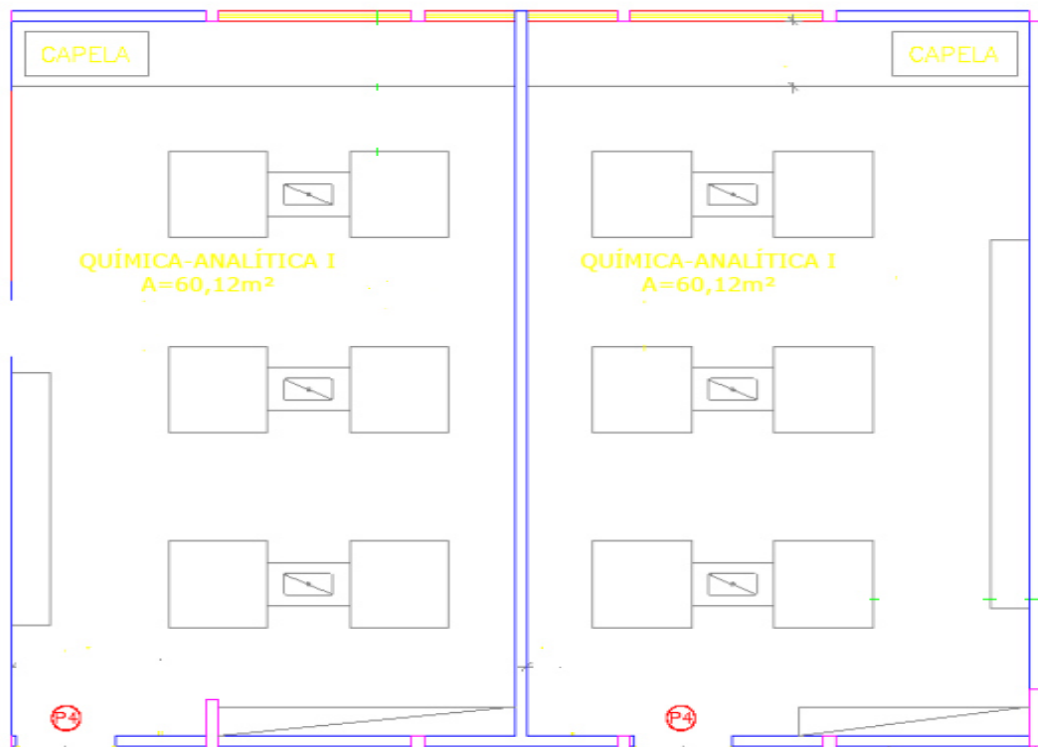
O LQAQ é um laboratório de graduação, onde são realizadas aulas práticas de química analítica qualitativa para os cursos de química, oceanografia, geologia e farmácia, dentre outros. Atuam no laboratório em torno de 10 docentes e 6 técnicos, em regime de revezamento, para a realização de atividades durante o semestre. Os dias e horários de funcionamento fica condicionado as aulas práticas para os cursos citados acima.

Figura 6- Laboratório de química analítica qualitativa



Fonte: Google Earth Pro (2020).

Figura 7- Planta do laboratório de química analítica qualitativa



Fonte: Superintendência de Infraestrutura e Gestão Ambiental (2020).

P4: Porta

5.3 Levantamento de dados

Com o questionário preenchido por meio das respostas fornecidas verbalmente pelo técnico de laboratório responsável, bem como por visitas realizadas e avaliação das aulas práticas realizadas **APÊNDICE 1**, foi possível averiguar informações sobre segregação, armazenamento, tratamento e disposição final dos resíduos.

A partir das respostas foi possível verificar que o laboratório não possui PGRS e os experimentos desenvolvidos durante o semestre são: Potencial hidrogeniônico (pH), Reações com efeitos externos, análise sistemática e ensaios de precipitação, 1º grupo de cátions, 2º grupo de cátions- precipitação e subdivisão, 2º grupo de cátions- seção do cobre, 2º grupo de cátions- seção do arsênio, 2º grupo de cátions- seção do cobre sem Pb^{2+} , 3º grupo de cátions, 4º grupo de cátions, 5º grupo de cátions, testes para ânions fortemente básicos ou ácidos, teste para ácidos voláteis ou instáveis, teste para substâncias fortemente redutoras, teste para substâncias fortemente oxidantes, teste para ânions que formam sais de prata pouco solúveis, teste para ânions que formam sais de cálcio pouco solúveis, teste para ânions que formam sais de bário pouco solúveis, testes de identificação (não abordados nesse trabalho) e avaliação final, onde é fornecido aos alunos uma amostra simples constituída de um cátion e um ânion, em que serão realizadas observação física da amostra, testes de solubilidade e análise de cátion e de ânions para identificação da amostra.

Foi verificado que o laboratório não possui inventário com a estimativa da geração de resíduos passivos e ativos bem como suas quantidades. Não é realizado nenhum tipo de procedimento que vise a minimização, reaproveitamento ou reciclagem e tratamento dos resíduos dentro do laboratório.

É realizada a segregação dos mesmos, sendo algum deles descartados, apropriadamente, na rede coletora de esgoto ou no lixo comum, ou ficam armazenados em frascos dispostos em uma bancada até o término do semestre e em seguida levados para um abrigo externo para tratamento e descarte final por empresa terceirizada.

5.4 Diagnóstico

5.4.1 Inventário

O laboratório não apresenta o inventário dos resíduos gerados, sendo este de fundamental importância para que se tenha conhecimento dos processos e reagentes utilizados, no entanto, juntamente, com o técnico foi realizado o levantamento dos passivos e ativos, quantidades geradas aproximadas por semestre e forma de acondicionamento, armazenamento ou descarte, destaca-se a existência dos resíduos passivos, apresentando um total de 28,45 litros armazenados no laboratório, que são um dos grandes problemas da gestão de resíduos.

Os Quadro 5 e 6 mostram os resíduos passivos e ativos gerados, respectivamente.

Quadro 5- Inventário dos resíduos passivos

Resíduo	Quantidade Gerada (L)	Armazenamento sem tratamento prévio
Cobalto (Co)	1	Sala ao lado do laboratório
Estanho (Sn ²⁺)	1	Sala ao lado do laboratório
Estrôncio (Sr ²⁺)	1	Sala ao lado do laboratório
Chumbo (Pb ²⁺)	1	Sala ao lado do laboratório
Sol. de cloreto de bário (BaCl ₂) 0,2M	0,750	Sala ao lado do laboratório
Ânions	3	Sala ao lado do laboratório
TEA 20%*	0,050	Sala ao lado do laboratório
Bário (Ba)	1,5	Sala ao lado do laboratório
Solução B (resíduos)	0,5	Sala ao lado do laboratório
Merúrio (Hg)	1	Sala ao lado do laboratório
Resíduos de prova	4	Sala ao lado do laboratório
Níquel (Ni ²⁺)	1	Sala ao lado do laboratório

Zinco (Zn^{2+})	1	Sala ao lado do laboratório
Cobre	1	Sala ao lado do laboratório
Arsênio (AS)	1	Sala ao lado do laboratório
Manganês	1	Sala ao lado do laboratório
2º grupo de cátions	0,250	Sala ao lado do laboratório
1º grupo de cátions	0,250	Sala ao lado do laboratório
Antimônio (Sb)	1	Sala ao lado do laboratório
Cádmio	1	Sala ao lado do laboratório
Prata	1,200	Bancada do laboratório
Antimônio (Sb^{3+})	0,600	Bancada do laboratório
Arsênio (As^{3+})	0,400	Bancada do laboratório
Bismuto	0,650	Bancada do laboratório
Cádmio (Cd^{2+})	0,050	Bancada do laboratório
Cobre	0,150	Bancada do laboratório
Cromo	0,200	Bancada do laboratório
Ferro	0,300	Bancada do laboratório
Mercúrio	0,350	Bancada do laboratório
Alumínio	0,2	Bancada do laboratório
Bário	0,5	Bancada do laboratório
Estanho	0,05	Bancada do laboratório
Cálcio	0,05	Bancada do laboratório
Cobalto	0,200	Bancada do laboratório
Cromo	0,300	Bancada do laboratório
Resíduos de prova	0,100	Bancada do laboratório

Manganês	0,050	Bancada do laboratório
Magnésio	0,200	Bancada do laboratório
Subdivisão grupo Arsênio	0,300	Bancada do laboratório
Ácidos	0,300	Bancada do laboratório

Fonte: Autor (2020).

*Trietanolamina

Quadro 6- Inventário dos resíduos ativos

Prática	Resíduo	Quantidade gerada(kg/L/unid)	Acondicionamento sem tratamento prévio /Forma de descarte/Armazenamento
-	Vidraria quebrada	Varia com o semestre	Sala separada
Potencial Hidrogeniônico (pH)	Papel de tornassol + HNO ₃	432unid	Lixo comum
	Papel tornassol + CH ₃ COOH	432unid	Lixo comum
	Papel tornassol + NaOH	432unid	Lixo comum
	Papel tornassol + NH ₃	432unid	Lixo comum
	Papel tornassol + NH ₄ Cl	432unid	Lixo comum
	Papel tornassol + C ₂ H ₃ NaO ₂	432unid	Lixo comum
Reações com efeito externo	K ₂ CrO ₄ + HCl + NaOH	Baixa quantidade	Pia
	NH ₄ SCN + FeCl ₃	Baixa quantidade	Pia
	NH ₄ SCN + FeSO ₄	Baixa quantidade	Pia
	KMnO ₄ + H ₂ SO ₄ + (NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	Baixa quantidade	Pia
	K ₂ CO ₃ + HCl	Baixa quantidade	Pia
Análise sistemática e ensaios de precipitação	Solução (Ag ⁺ + Ba ²⁺ + Al ³⁺) + HCl + NH ₃ + H ₂ SO ₄	Baixa quantidade	Pia
	PbCrO ₄ (Pb ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada

1º Grupo de cátions	AgCl (Ag ⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Hg ₂ Nh ₂ Cl (Hg ₂ ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
2º Grupo de cátions- Seção do cobre	CdS (Cd ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Hg ₂ Cl ₂ / HgO (Hg ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Bi (Bi ³⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	PbCrO ₄ (Pb ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Cu(NH ₃) ₄ ²⁺ /Cd(NH ₃) ₄ ²⁺ (Cu ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	HgS+PbS+CuS+CdS+B i ₂ S ₃ +HNO ₃ +HgS+H ₂ O	Baixa quantidade	Pia
	HgS+H ₂ O	Baixa quantidade	Pia
	Cu (NH ₃) ₄ ²⁺ /Cd(NH ₃) ₄ ²⁺ +Na ₂ S ₂ O ₄	Baixa quantidade	Pia
	PbSO ₄ +H ₂ O	Baixa quantidade	Pia
	PbSO ₄ +CH ₃ COONH ₄	Baixa quantidade	Pia
2º Grupo de cátions- Seção do cobre (Sem Pb ²⁺)	HgCl ₂ / Hg ⁰ (Hg ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Cu(NH ₃) ₄ ²⁺ /Cd(NH ₃) ₄ ²⁺ (Cu ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	CdS (Cd ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Bi (Bi ³⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	HgS+CuS+CdS+Bi ₂ S ₃ + HgS+H ₂ O	Baixa quantidade	Pia
	HgS+H ₂ O	Baixa quantidade	Pia
	Cu(NH ₃) ₄ ²⁺ /Cd(NH ₃) ₄ ²⁺ Cu ²⁺	Baixa quantidade	Pia
2º Grupo de cátions - Seção do Arsênio	Sb ₂ S ₃ (Sb ³⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Hg ⁰ + HgCl ₂	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Ag ₃ AsO ₄	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Solução do Arsênio+HCL	Baixa quantidade	Pia
	Sb ⁰	0,003L	Bancada
3º Grupo de cátions-	MnO ⁴⁻	0,1 a 0,2L	Bancada

Esquema de análise A	(Mn ²⁺)		
	Precipitado 3	Baixa quantidade	Pia
3º Grupo de cátions- Esquema de análise B	ZnS (Zn ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	BaCrO ₄ (Cr ³⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Al(C ₂₂ H ₁₃ O ₉) ₃	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Fe(SCN) ²⁺ /Co(SCN) ₄ ²⁻ (Fe ³⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	FeF ₆ ³⁺ / Co(SCN) ₄ ²⁻ (Co ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Ni(C ₄ H ₇ O ₂ N ₂) ₂ (Ni ⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
4º Grupo de cátions	BaCrO ₄ (Ba ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	CaC ₂ O ₄ (Ca ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	SrSO ₄ (Sr ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
5º Grupo de cátions	NH ₄ ⁺	0,1 a 0,2 L	Pia
	Mg(OH) ₂ (Mg ²⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	NaMg(UO ₂) ₃ (C ₂ H ₃ O ₂) ₉ . 9H ₂ O (Na ⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	K ₂ NaCo(NO ₂) ₆ (K ⁺)	0,1 a 0,2 L	Bancada
Ânions	Todos os resíduos misturados	Aproximadamente 1L	Bancada
-	Resíduos de provas	Aproximadamente 1L	Bancada

Fonte: Autor (2020).

5.4.2 Medidas de minimização

O laboratório não realiza medidas que busquem não gerar ou reduzir os resíduos, e nem medidas como reutilizar, reciclar ou recuperar resíduos em que é necessário à sua geração.

5.4.3 Segregação e acondicionamento

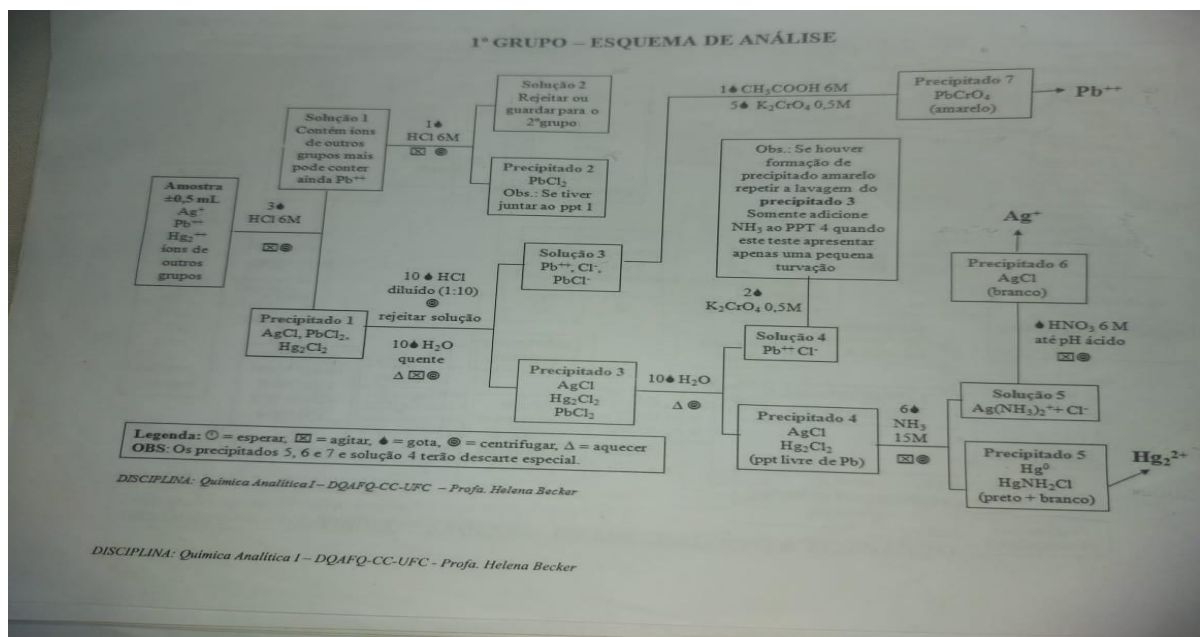
De acordo com o manual de laboratório de química analítica qualitativa utilizado pelos alunos para a realização das práticas, apenas os precipitados informados nas legendas deverão ser descartados em frascos de vidro com capacidade para 1 litro, como mostrado na Figura 8.

Os resíduos são colocados nos frascos dispostos em uma bancada pelos alunos com auxílio dos técnicos. Em sua maioria os resíduos que necessitam ser descartados em frascos são das práticas de cátions, já para os ânions e para os resíduos gerados nos dias de provas todos são descartados em um mesmo frasco específico para ambos.

Os demais resíduos gerados nas outras aulas práticas são descartados na rede coletora de esgoto ou no lixo comum e as vidrarias quebradas são descartadas em um recipiente pelos técnicos em um local afastado dos alunos.

Com base no exposto foi verificado que alguns resíduos são descartados de maneira inadequada, visto que os resíduos químicos gerados devem ser analisados seguindo as resoluções federais e estaduais, CONAMA n° 430/2011 e COEMA n° 02/2017, ou seja, alguns resíduos são armazenados em frascos e poderiam ser descartados na pia ou no lixo comum e vice-versa. Isso busca o descarte consciente e evita o acúmulo de resíduos no laboratório.

Figura 8 - Legenda dos precipitados para descarte



Fonte: Manual de Laboratório de Química Analítica Qualitativa (2017).

5.4.4 Rotulagem

Os frascos possuem etiquetas de identificação, informando o composto químico e seu símbolo e uma mesma etiqueta fixa sobre a bancada para dispor o frasco, como mostrado na Figura 9, no entanto estes rótulos não são adequados para uma gestão apropriada dos resíduos químicos ativos gerados, principalmente por se tratar de resíduos perigosos.

Figura 9 - Disposição e símbolo dos frascos



Fonte: Autor (2020).

5.4.5 Tratamento

O laboratório não realiza nenhum tipo de tratamento na fonte de geração, apesar de utilizar metais pesados na realização das práticas.

5.4.6 Armazenamento e transporte

Os resíduos químicos ficam dispostos sobre a bancada até o término do semestre, onde são levados com auxílio de um carrinho pelos técnicos, para um abrigo externo, como mostrado nas Figuras 10 e 11, respectivamente. Foi observado que os frascos utilizados para

descarte dos resíduos quando não estavam completamente cheios continuavam dispostos em cima das bancadas mesmo após o término do semestre.

Figura 10- Carrinho plástico



Fonte: Google (2020).

Figura 11- Abrigo externo



Fonte: Autor (2020).

No abrigo externo os resíduos ficam armazenados aguardando contato com a empresa responsável pelo destino final. Sobre este foi verificado que possui uma placa de identificação, no entanto a mesma perdeu a qualidade dificultando sua leitura e as prateleiras para a disposição dos frascos estão frágeis e enferrujadas, como mostrado na Figura 12.

Figura 12- Prateleiras do abrigo externo



Fonte: Autor (2020).

5.4.7 Disposição final

Para a disposição final foi relatado que o contato foi realizado apenas uma vez com auxílio da Prefeitura Especial de Gestão Ambiental (PEGA)/Superintendência de Infraestrutura e Gestão Ambiental, em virtude da grande dificuldade ainda existente em realizar licitação para que uma empresa seja responsável pela coleta, neste contato foram recolhidos 1095 Kg de resíduos químicos passivos.

5.5 Sugestão de melhorias

Realizado o diagnóstico e avaliado os problemas encontrados, são propostas sugestões de melhorias baseadas na literatura e nas legislações citadas anteriormente. Cabe ressaltar que para que ocorra a gestão adequada é importante que todos que fazem parte das

rotinas do laboratório realizem atividades de capacitação ambiental, por meio de cursos e palestras, entre outras formas para que possam compreender sobre todas as etapas, desde o inventário até a disposição final, além disso seria interessante a contratação de um responsável técnico exclusivo para gestão dos resíduos de laboratório, juntamente com a PEGA.

5.5.1 Inventário

Para o conhecimento dos processos e reagentes utilizados se recomenda a adoção do inventário com o máximo de informações possíveis, como por exemplo, o tipo de resíduo, quantidade gerada e a forma de acondicionamento, armazenamento ou descarte, como o realizado, juntamente, com o técnico ou o formulário de caracterização elaborado pela PEGA que pode ser utilizado como forma de padronização futura para todos os laboratórios demonstrado na Figura 13, além disso é importante salientar que sempre que for realizada mudanças nos procedimentos o inventário deve passar por uma reavaliação. Outro ponto a se destacar é que para evitar a presença dos resíduos passivos é de fundamental importância a adoção de medidas que visem a sua minimização, tratamento e destinação final.

colaborar com a diminuição dos impactos ambientais e melhorar a gestão da universidade como um todo.

A solicitação dos reagentes ou utensílios contidos no banco, ou o cadastro de novos reagentes e utensílios sem uso, deve ser feito através do Formulário de Solicitação de Assessoria Laboratorial encontrado na página www.progere.com.br. Após o preenchimento do mesmo, a equipe da Gestão ambiental irá realizar uma visita para averiguação do material, do armazenamento e identificação para disponibilizá-lo, futuramente, para doação. O reagente fica armazenado no local de origem até a solicitação de doação.

5.5.3 Segregação

Em busca do descarte consciente e para evitar o acúmulo de resíduos no laboratório, os resíduos químicos gerados devem ser analisados seguindo as resoluções federal e estadual, CONAMA nº 430/2011 e COEMA nº 02/2017, respectivamente, que estabelecem padrões de lançamento para descarte de efluentes gerados. A verificação foi realizada em dois passos, se consta nas resoluções a presença do contaminante gerado e a realização de cálculos estequiométricos para averiguar se a concentração gerada é inferior aos padrões de lançamento.

Os cálculos estequiométricos constam no **APÊNDICE 2** e a proposta de descarte dos resíduos está demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1 - Proposta de descarte dos resíduos

continua

Prática	Resíduo Gerado	VPM*	Valor calculado **	Forma de descarte
Potencial Hidrogeniônico(pH)	Papel tornassol (CH ₃ COOH, NaOH, NH ₃ , C ₂ H ₃ NaO ₂ e outros)	-	-	Lixo comum
Reação com efeitos externos (1)	K ₂ CrO ₄ + HCl + NaOH	Cr ⁺⁶ : 0,1 mgL ⁻¹	Cr ⁺⁶ : 6,5 mgL ⁻¹	Armazenar

Tabela 1 - Proposta de descarte dos resíduos

continuação

Prática	Resíduo Gerado	VPM*	Valor calculado**	Forma de descarte
Reação com efeitos externos (2)	NH ₄ SCN + FeCl ₃	NH ₃ : 20 mgL ⁻¹	NH ₃ : 0,43mgL ⁻¹	Esgoto sanitário (Pia)
		Fe: 15mgL ⁻¹	Fe: 0,921 mgL ⁻¹	
Reação com efeitos externos (2)	NH ₄ SCN + FeSO ₄	NH ₃ : 20 mgL ⁻¹	NH ₃ : 0,43mgL ⁻¹	Armazenar
		Fe: 15mgL ⁻¹	Fe: 279 mgL ⁻¹	

Tabela 1 - Proposta de descarte dos resíduos

continuação

Prática	Resíduo Gerado	VPM*	Valor calculado**	Forma de descarte
Reação com efeitos externos (3)	KMnO ₄ + H ₂ SO ₄ + (NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	Mn: 1,0 mgL ⁻¹	Mn: 8,99 mgL ⁻¹	Armazenar
		SO ₄ ²⁻ : 500 mgL ⁻¹	SO ₄ ²⁻ : 28,81 mgL ⁻¹	
		NH ₃ : 20 mgL ⁻¹	NH ₃ : 0,851 mgL ⁻¹	
Reação com efeitos externos (4)	K ₂ CO ₃ + HCl	a	-	Lixo comum
Análise sistemática e ensaios de precipitação	Solução (Ag ⁺ + Ba ²⁺ + Al ³⁺) + HCl + NH ₃ + H ₂ SO ₄	Ba: 5,0 mgL ⁻¹	b	Precipitado armazenado e sobrenadante na pia (esgoto sanitário)
		Ag: 0,1 mgL ⁻¹		
		NH ₃ : 20 mgL ⁻¹ ,		

Tabela 1 - Proposta de descarte dos resíduos

continuação

Prática	Resíduo Gerado	VPM*	Valor calculado **	Forma de descarte
1º Grupo de cátions	PbCrO ₄ Pb ²⁺	Pb: 0,5 mgL ⁻¹	b	Armazenar
	AgCl Ag ⁺	Ag: 0,1 mgL ⁻¹	b	Armazenar
	HgNH ₂ Cl Hg ₂ ²⁺	Hg: 0,01 mgL ⁻¹	b	Armazenar
2º Grupo de cátions-Seção do cobre	Hg ₂ Cl ₂ Hg ²⁺	Hg: 0,01 mgL ⁻¹	b	Armazenar
	CdS (Cd ²⁺)	Cd: 0,2 mgL ⁻¹	b	Armazenar
	Bi (Bi ³⁺)	a	-	Precipitado no lixo comum e sobrenadante na pia (esgoto sanitário)
	Cu (NH ₃) ₄ ²⁺ /Cd(NH ₃) ₂ ²⁺ (Cu ²⁺)	Cu: 1,0 mgL ⁻¹	b	Armazenar
	PbCrO ₄ (Pb ²⁺)	Pb: 0,5 mgL ⁻¹	b	Armazenar
2º Grupo de cátions-Seção do cobre (Sem Pb ²⁺)	Hg ₂ Cl ₂ /Hg ⁰ (Hg ²⁺)	Hg: 0,01 mgL ⁻¹	b	Armazenar
	CdS (Cd ²⁺)	Cd: 0,2 mgL ⁻¹	b	Armazenar

Tabela 1 - Proposta de descarte dos resíduos

continuação

Prática	Resíduo Gerado	VPM*	Valor calculado**	Forma de descarte
2º Grupo de cátions- Seção do cobre (Sem Pb ²⁺)	Cu (NH ₃) ₄ ²⁺ /Cd(NH ₃) ₂ ²⁺ (Cu ²⁺)	Cu: 1,0 mgL ⁻¹	b	Armazenar
	Bi Bi ³⁺	a	-	Precipitado no lixo comum e sobrenadante na pia (esgoto sanitário)
2º Grupo de cátions- Seção do arsênio	Sb ₂ S ₃ (Sb ³⁺)	a	-	Precipitado no lixo comum e sobrenadante na pia (esgoto sanitário)
	Hg ⁰⁺ HgCl ₂ ² (Sn ²⁺)	Sn: 4,0 mgL ⁻¹	b	Armazenar
	Ag ₃ AsO ₄ (As ³⁺)	Ag: 0,1 mgL ⁻¹	b	Armazenar
3º grupo de cátions- Esquema de análise A	MnO ₄ ⁻ (Mn ²⁺)	Mn: 1,0 mgL ⁻¹	b	Armazenar
3º grupo de cátions- Esquema de análise B	ZnS (Zn ²⁺)	Zn: 5,0 mgL ⁻¹	b	Armazenar
	BaCrO ₄ (Cr ³⁺)	Cr ⁺⁶ : 0,1 mgL ⁻¹	b	Armazenar
	Al(C ₂₂ H ₁₃ O ₉) ₃ (Al ³⁺)	Al: 10 mgL ⁻¹	b	Armazenar
	Fe(SCN) ₂ ⁺ /Co(SCN) ₄ ²⁻ (Fe ³⁺)	Fe: 15mgL ⁻¹	b	Armazenar

Tabela 1 - Proposta de descarte dos resíduos

continuação

Prática	Resíduo Gerado	VPM*	Valor calculado**	Forma de descarte
3º grupo de cátions- Esquema de análise B	$\text{FeF}_6^{3+}/\text{Co}(\text{SCN})_4^{2-}$ (Co^{2+})	a	-	Precipitado no lixo comum e sobrenadante na pia (esgoto sanitário)
	$\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2\text{N}_2)_2$ (Ni^+)	Ni: $2,0 \text{ mgL}^{-1}$	b	Armazenar
4º Grupo de cátions	BaCrO_4 (Ba^{2+})	a	-	Precipitado no lixo comum e sobrenadante na pia (esgoto sanitário)
	CaC_2O_4 (Ca^{2+})	a	-	Precipitado no lixo comum e sobrenadante na pia (esgoto sanitário)
	SrSO_4 (Sr^{2+})	a	-	Precipitado no lixo comum e sobrenadante na pia (esgoto sanitário)

Tabela 1 - Proposta de descarte dos resíduos

continuação

Prática	Resíduo Gerado	VPM*	Valor calculado **	Forma de descarte
5° grupo de cátions	NH_4^+	a	b	Precipitado no lixo comum e sobrenadante na pia (esgoto sanitário)
	$\text{Mg}(\text{OH})_2$ (Mg^{2+})	a	-	Precipitado no lixo comum e sobrenadante na pia (esgoto sanitário)
	$\text{NaMg}(\text{UO}_2)_3(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_9 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (UO_2^+)	Baixa atividade	-	Armazenar
	$\text{K}_2\text{NaCo}(\text{NO}_2)_6$ (K^+)	a	-	Precipitado no lixo comum e sobrenadante na pia (esgoto sanitário)
Teste de eliminação 1	Se positivo ou negativo para SO_3^{2-} , PO_4^{3-} e CO_3^{2-}	a	-	Esgoto sanitário (Pia)
Teste de eliminação 2	Se positivo para o CrO_4^{2-}	Cr^{+6} : $0,1 \text{ mgL}^{-1}$	b	Armazenar
Teste de eliminação 3	Se positivo ou negativo para o MnO_4^-	Mn: $1,0 \text{ mgL}^{-1}$	Mn: $0,06 \text{ mgL}^{-1}$	Esgoto sanitário (Pia)
Teste de eliminação 4	Se positivo para o CrO_4^{2-}	Cr^{+6} : $0,1 \text{ mgL}^{-1}$	b	Armazenar

Tabela 1 - Proposta de descarte dos resíduos conclusão

Prática	Resíduo Gerado	VPM*	Valor calculado**	Forma de descarte
Teste de eliminação 5	Se positivo ou negativo para Cl^- , Br^- , I^- , $[\text{SCN}]^-$	a	-	Esgoto sanitário (Pia)
Teste de eliminação 6	Se positivo ou negativo para PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	a	-	Esgoto sanitário (Pia)
Teste de eliminação 7	Se positivo para CrO_4^{2-}	Cr^{+6} : $0,1 \text{ mgL}^{-1}$	b	Armazenar
Prova	Não é possível averiguar, se foi realizado de maneira correta	-	-	Armazenar

Fonte: Autor (2020)

1-Valor Permitido Máximo

* Valores de referência do CONAMA 430/2011 e COEMA 02/2017

**Cálculos no apêndice 2

a: Não consta nas resoluções

b: Não é possível realizar os cálculos por falta de informação

Ao realizar a comparação entre as formas de segregação observou que na prática reações com efeito externo 1, 2 e 3 por conter cromo, ferro e manganês, respectivamente devem ser armazenados, a prática análise sistemática e ensaios de precipitação por conter prata, o precipitado deve ser armazenado e sobrenadante descartado, para o 2º grupo de cátions- seção do cobre e 2º grupo- seção do cobre (sem Pb^{2+}) armazenam bismuto e o mesmo pode ser descartado, para o 2º grupo- seção do arsênio, o antimônio(Sb^{3+}) pode ser descartado, para o 4º grupo de cátions o cálcio(Ca^{2+}), Bário (Ba^{2+}), estrôncio (Sr^{2+}) podem ser descartados, assim como, o magnésio(Mg^{2+}) e o potássio(K^+), além disso, é necessária a criação de um rótulo para armazenamento do íon uranil, em substituição ao sódio, para o 5º grupo de cátions.

Para os ânions, foi verificado que os testes de eliminação 2, 4 e 7 precisam ser armazenados apenas se o resultado for positivo para o cromato.

5.5.4 Rotulagem

Por se tratar de um laboratório didático, é importante manter o rótulo atual, uma vez que os alunos precisam de um estímulo visual para o correto acondicionamento dos resíduos. Assim, é sugerido que após o preenchimento do frasco antes de serem armazenados, os resíduos devem ser etiquetados de forma adequada por se tratar de resíduo perigoso, então para isso pode ser utilizado o rótulo elaborado pela PEGA para identificação dos mesmos como mostrado na Figura 14.

Figura 14 - Rótulo para identificação dos resíduos químicos.

RESÍDUO QUÍMICO Classe I (ABNT NBR 10004:2004) Classe B (RDC 228/2018)		 UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ	Versão 2.0
Unidade: <input type="radio"/> PICI <input type="radio"/> PORANGABUSSU <input type="radio"/> LABOMAR <input type="radio"/> OUTROS: []			
Laboratório: []		Data de início de uso: []/[]/[]	
Departamento: []			
Responsável: []			
[]	Descrição do resíduo:		
[]	[]		
[]	[]		
[]	[]		
[]	[]		
Código IBAMA: [][][][][][][][] (*) (IBAMA - Instrução Normativa nº 13/2012) Consulte: http://www.ibama.gov.br/			
Estado Físico: <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Sólido		Características químicas:	
Volume do recipiente: <input type="checkbox"/> 1L <input type="checkbox"/> 10L <input type="checkbox"/> 5L <input type="checkbox"/> 20 L		<input type="checkbox"/> Halogenado <input type="checkbox"/> Não halogenado <input type="checkbox"/> Oxidante <input type="checkbox"/> Redutor <input type="checkbox"/> Ácido <input type="checkbox"/> Base <input type="checkbox"/> C/metal pesado <input type="checkbox"/> S/metal pesado	
		Riscos associados: (ABNT NBR 16725/2014) <input type="checkbox"/> Inflamável <input type="checkbox"/> Oxidante <input type="checkbox"/> Corrosivo <input type="checkbox"/> Tóxico <input type="checkbox"/> Carcinogênico/Mutagênico	

Fonte: PEGA (2020).

Para o preenchimento adequado deve-se seguir o passo a passo do manual de preenchimento, que consiste em assinalar a unidade correspondente; preenchimento do nome do laboratório gerador, bem como o departamento onde está localizado; o responsável pelo gerenciamento; data de início do uso, para resíduos líquidos assinalar o volume do recipiente; descrição do resíduo, concentração e/ou percentual dos seus componentes e o código do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) que refere-se a lista brasileira de resíduos que atribuiu aos diferentes tipos de resíduos um código para classifica-los. O manual pode ser acessado no site www.progere.ufc.br.

5.5.5 Tratamento

Diversas formas de tratamento na fonte podem ser realizadas. Pode-se destacar a precipitação, que consiste em elevar o pH para que fique em torno de 10 e 11 e após a precipitação realizar a filtração com auxílio de um papel de filtro qualitativo, reservando o precipitado para posterior coleta. E para o sobrenadante é necessário realizar análise para verificação se estão de acordo com os padrões de lançamento para descarte, geralmente realizado em espectroscopia de absorção atômica.

Esse tipo de tratamento é indicado para os resíduos gerados que contenham metais. Pode-se ser realizado para chumbo, prata, mercúrio, cádmio, estanho, cobre, manganês, ferro, cobalto, níquel, zinco, alumínio, cromo.

5.5.6 Armazenamento

Para os frascos utilizados para descarte dos resíduos que continuavam dispostos em cima das bancadas mesmo após o término do semestre, o ideal é que os mesmos sejam encaminhados para o abrigo externo.

Com relação ao abrigo externo foi verificado que é necessária uma placa de identificação, visto que a mesma está apagada e necessita que tenha informação de que é um abrigo de resíduos químicos perigosos, além disso as prateleiras devem ser substituídas para evitar riscos de queda ou derramamento dos frascos.

5.5.7 Disposição final

Em virtude da demanda de toda a universidade para destinação dos seus resíduos, contratar uma empresa terceirizada ainda apresenta dificuldades, mas ter a disposição uma empresa responsável é de fundamental importância para que os resíduos não fiquem dispostos no abrigo externo por muito tempo e evitar o acúmulo de frascos no mesmo. Assim, deve ser mantido constante contato com a PEGA, atualizando constantemente o inventário de resíduos químicos.

6. PERIODICIDADE E REVISÃO DO PLANO

Para o plano sugere-se passar por revisão anual para verificação dos processos, se estão de acordo com o estabelecido ou ainda quando houver mudança na empresa responsável pela coleta do material ou mudança em algum procedimento realizado pelos alunos.

7. RESPONSÁVEIS POR CADA ETAPA DO GERENCIAMENTO

Para que o gerenciamento ocorra de forma eficaz, deve-se considerar a responsabilidade compartilhada, que é a cooperação entre alunos, técnicos, professores, bolsistas e a universidade. Os alunos são os responsáveis pelo descarte adequado e sempre supervisionado pelos técnicos, professores e bolsistas. Estes devem tratar os resíduos para que o descarte seja mínimo e manter o inventário atualizado juntamente com a PEGA. A universidade deve manter contrato com empresa terceirizada para coleta, transporte e destinação final adequada do material gerado.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados levantados foi possível realizar o diagnóstico, em que foi verificado que o Laboratório de Química Analítica Qualitativa da Universidade Federal do Ceará não possuía inventário adequado e nem medidas que visavam a minimização da sua geração, como reutilização ou reciclagem. Além disso foi possível constatar que a segregação de alguns resíduos era realizada apropriadamente. Vale ressaltar que esta etapa é de fundamental importância para a gestão, visto que a segregação inadequada acarreta prejuízos ao meio ambiente e efeitos nas etapas seguintes.

Por se tratar de resíduos perigosos foi constatado que não apresentavam rotulagem adequada, devido à ausência de informações sobre as características dos mesmos, outro ponto a se destacar é que nenhum tipo de tratamento na fonte era realizado. Na etapa de armazenamento os resíduos eram mantidos no laboratório mesmo após o término do semestre e que a etapa do destino final ainda apresenta problemas em virtude da demanda de toda a universidade para que se tenha uma empresa para coletar os resíduos gerados.

A partir do diagnóstico foram propostas sugestões de melhorias para a gestão adequada, como a elaboração de inventário e rótulo com o máximo de informações, o BRUL como forma de minimização dos resíduos, a segregação adequada baseada nos padrões de lançamento das resoluções, o tratamento utilizando de métodos, como a precipitação e a filtração, a aquisição de uma nova placa de identificação de resíduos perigosos para o abrigo externo e um responsável técnico exclusivo para gestão dos resíduos de laboratório, juntamente com a Prefeitura Especial de Gestão Ambiental.

Vale destacar o empenho dos técnicos e professores para que a gestão dos resíduos seja realizada da melhor maneira possível, buscando formas para que desde a geração até a destinação final ocorra com a mínima geração de resíduos e para que seja evitado impactos ao meio ambiente. Cabe ainda destacar a importância do esforço contínuo por parte dos alunos, professores e técnicos que realizam as atividades para que seja aplicado as sugestões de melhorias e a universidade oferecendo suporte adequado.

Por tanto, foi elaborado o Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos do Laboratório de Química Analítica Qualitativa da UFC. Este trabalho foi de fundamental importância para o aprofundamento de um assunto que vem cada vez mais sendo abordado no ambiente acadêmico e para a sensibilização dos alunos e técnicos, já que as instituições de ensino devem buscar cada vez mais se adequar as legislações existentes para o gerenciamento

dos seus resíduos e procurar ações efetivas para as questões ambientais, assim evitando os impactos no meio ambiente e sociais gerados a partir de ações incorretas.

REFERÊNCIAS

- 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**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 4, p. 602-611, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/qn/v26n4/16447.pdf>> Acesso em: 30 de mar. 2020
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- 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: ABNT, 2014.
- BECKER, Helena. **Química analítica qualitativa: manual de laboratório**. Fortaleza: UFC, 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **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. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004**: Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, 2004.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- CETESB. **Norma nº P4.262/2001**. Gerenciamento de resíduos químicos provenientes de estabelecimentos de serviços de saúde - Procedimento. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/DD_224_DO.pdf> Acesso em: 10 mai. 2020.
- CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução COEMA 02/2017**. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras, revoga as Portarias SEMACE nº 154, de 22 de julho de 2002 e nº 111, de 05 de abril de 2011, e altera a Portaria SEMACE nº 151, de 25 de novembro de 2002. Ceará 2017.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA 358/2005**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília 2005.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA 430/2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução

no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília 2011.

DI VITTA, P. B. **Gerenciamento de resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino e pesquisa: procedimentos gerais**. Instituto de Química da Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/met/images/arquivos/17MET/minicursos/minicurso%20patricia%20texto.pdf>> Acesso em: 01 mar. 2020.

FEAM- Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos : Guia de orientações para governos municipais de Minas Gerais**. Belo Horizonte, p. 163, 2012. Disponível em: <[http://www.resol.com.br/cartilhas/aproveitamento_energetico_de_rsu_guia_feam_\(2\).pdf](http://www.resol.com.br/cartilhas/aproveitamento_energetico_de_rsu_guia_feam_(2).pdf)> Acesso em: 20 de mai. 2020.

FIRJAN- Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. **Manual de Gerenciamento de Resíduos: Guia de procedimentos passo a passo**. p. 27, 2006.

GERBASE, A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L. Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Química Nova**, Rio de Janeiro, vol. 28, p. 3, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/qn/v28n1/23028.pdf>> Acesso em: 30 de mar. 2020

IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>> Acesso em: 12 jun. 2020.

JARDIM, W. F. **Gerenciamento de resíduos químicos**. Campinas: UNICAMP. 2002. cap. 11. Disponível em: <<http://lqa.iqm.unicamp.br/pdf/LivroCap11.PDF>> Acesso em: 15 abr. 2020.

MACHADO, A. M. R. SALVADOR, N. N. B. NR01 – UGR – **Normas de procedimentos para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos**. UGR, Unidade de Gestão de Resíduos. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP; setembro de 2005. Disponível em: <<https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2013/10/UFSCar.pdf>> Acesso em 20 mai.2020.

MARINHO, C. C. et al. **Gerenciamento de resíduos químicos em um laboratório de ensino e pesquisa: A experiência do laboratório de limnologia da UFRJ**. *Ecletica Química*, v. 36, n. 2, p. 85–104, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/eq/v36n2/a05v36n2.pdf>> Acesso em: 20 de mai. 2020.

NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 118-124, abr./jun. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/esa/v11n2/30471.pdf>> Acesso em: 20 de mai. 2020.

PAULA, Vanessa Romário et al. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Gado de Leite Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Embrapa Gado de Leite Juiz de

Fora, MG 2018 **Manual de Gerenciamento de Resíduos Químicos**. 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/180405/1/Doc-215-Manual-Gerenc-Res-Quim.pdf>> Acesso em: 20 de jun. 2020.

PEDROZA, Ana Carolina. A importância do gerenciamento dos resíduos químicos. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 2, p. 163-178, jun. 2011. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/0bb3/a8c0fd6c2bb920eb99016e2f230761a454cc.pdf>> Acesso em: 02 de mai.2020.

PEGA – Prefeitura Especial de Gestão Ambiental. **MANUAL DE PREENCHIMENTO Rótulo de Resíduos com Risco Químico**. 2010. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1JjDoS9_EQgVJYxS9yFTB5QPXuob4bCVx/view> Acesso em: 16 de mai. 2020.

PGRQ/ESALQ- Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos da Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”. **PGRQ- NR-03**: acondicionamento de resíduos químicos (segregação, armazenamento, rotulagem). São Paulo, 2008. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/labresiduos/sites/default/files/programa_residuo/pgrq_norma_03.pdf>. Acesso em 18 mai. 2020.

PROGERE. **Banco de Reagentes e Utensílios Laboratoriais**. Disponível em: <<http://www.progere.ufc.br/banco-de-reagentes/>> Acesso em 10 de mai. 2020.

APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO APLICADO PARA COMPREENDER A GESTÃO DOS RESÍDUOS.

QUESTIONÁRIO:

1-Existe um plano de manejo ou gerenciamento dos resíduos gerados?

() Sim (x) Não

2- Quais os experimentos realizados no laboratório?

Potencial hidrogeniônico, Reações com efeitos externos, Análise sistemática e ensaios de precipitação, 1º grupo de cátions, 2º grupo de cátions- seção do cobre, do arsênio, do cobre sem Pb^{2+} , 3º grupo de cátions hidróxidos básicos e ácidos, 4º grupo de cátions, 5º grupo de cátions testes de eliminação, testes de identificação.

INVENTÁRIO DOS RESÍDUOS ATIVOS E PASSIVOS

3- Existe um inventário com estimativa da geração de resíduos (passivo ou ativo/quantidade / mês ou ano)?

() Sim (x) Não

SEGREGAÇÃO E ARMAZENAMENTO DOS RESÍDUOS

4- Há segregação dos resíduos no laboratório?

(x)Sim () Não

Inventário de Resíduos Ativos:

Prática	Resíduo	Quantidade gerada(kg/L/unid)	Acondicionamento sem tratamento prévio /Forma de descarte/Armazenamento
-	Vidraria quebrada	Varia com o semestre	Sala separada
Potencial Hidrogeniônico (pH)	Papel de tornassol + HNO_3	432unid	Lixo comum
	Papel tornassol + CH_3COOH	432unid	Lixo comum
	Papel tornassol + NaOH	432unid	Lixo comum
	Papel tornassol + NH_3	432unid	Lixo comum
	Papel tornassol + NH_4Cl	432unid	Lixo comum
	Papel tornassol + $C_2H_3NaO_2$	432unid	Lixo comum
	K_2CrO_4 + HCl + NaOH	Baixa quantidade	Pia
	NH_4SCN + $FeCl_3$	Baixa quantidade	

Reações com efeito externo			Pia
	$\text{NH}_4\text{SCN} + \text{FeSO}_4$	Baixa quantidade	Pia
	$\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$	Baixa quantidade	Pia
	$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HCl}$	Baixa quantidade	Pia
Análise sistemática e ensaios de precipitação	Solução ($\text{Ag}^+ + \text{Ba}^{2+} + \text{Al}^{3+}$) + $\text{HCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$	Baixa quantidade	Pia
1º Grupo de cátions	$\text{PbCrO}_4 (\text{Pb}^{2+})$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{AgCl} (\text{Ag}^+)$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{Hg}_2\text{NH}_2\text{Cl} (\text{Hg}_2^{2+})$	0,1 a 0,2 L	Bancada
2º Grupo de cátions- Seção do cobre	$\text{CdS} (\text{Cd}^{2+})$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2 / \text{HgO} (\text{Hg}^{2+})$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{Bi} (\text{Bi}^{3+})$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{PbCrO}_4 (\text{Pb}^{2+})$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} / \text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+} (\text{Cu}^{2+})$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{HgS} + \text{PbS} + \text{CuS} + \text{CdS} + \text{Bi}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 + \text{HgS} + \text{H}_2\text{O}$	Baixa quantidade	Pia
	$\text{HgS} + \text{H}_2\text{O}$	Baixa quantidade	Pia
	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} / \text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$	Baixa quantidade	Pia
	$\text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	Baixa quantidade	Pia
	$\text{PbSO}_4 + \text{CH}_3\text{COONH}_4$	Baixa quantidade	Pia
2º Grupo de cátions- Seção do cobre (Sem Pb^{2+})	$\text{HgCl}_2 / \text{Hg}^0 (\text{Hg}^{2+})$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} / \text{Cd}(\text{NH}_3)_4^{2+} (\text{Cu}^{2+})$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{CdS} (\text{Cd}^{2+})$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{Bi} (\text{Bi}^{3+})$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{HgS} + \text{CuS} + \text{CdS} + \text{Bi}_2\text{S}_3 + \text{HgS} + \text{H}_2\text{O}$	Baixa quantidade	Pia
	$\text{HgS} + \text{H}_2\text{O}$	Baixa quantidade	Pia

	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}/\text{Cd}(\text{NH}_3)_2^{2+}$ Cu^{2+}	Baixa quantidade	Pia
2º Grupo de cátions - Seção do Arsênio	Sb_2S_3 (Sb^{3+})	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{Hg}^0 + \text{HgCl}_2$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Ag_3AsO_4	0,1 a 0,2 L	Bancada
	Solução do Arsênio+HCL	Baixa quantidade	Pia
	Sb^0	0,003L	Bancada
3º Grupo de cátions- Esquema de análise A	MnO_4^- (Mn^{2+})	0,1 a 0,2L	Bancada
	Precipitado 3	Baixa quantidade	Pia
3º Grupo de cátions- Esquema de análise B	ZnS (Zn^{2+})	0,1 a 0,2 L	Bancada
	BaCrO_4 (Cr^{3+})	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{Al}(\text{C}_{22}\text{H}_{13}\text{O}_9)_3$	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}/\text{Co}(\text{SCN})_4^{2-}$ (Fe^{3+})	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{FeF}_6^{3+}/\text{Co}(\text{SCN})_4^{2-}$ (Co^{2+})	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2\text{N}_2)_2$ (Ni^+)	0,1 a 0,2 L	Bancada
4º Grupo de cátions	BaCrO_4 (Ba^{2+})	0,1 a 0,2 L	Bancada
	CaC_2O_4 (Ca^{2+})	0,1 a 0,2 L	Bancada
	SrSO_4 (Sr^{2+})	0,1 a 0,2 L	Bancada
5º Grupo de cátions	NH_4^+	0,1 a 0,2 L	Pia
	$\text{Mg}(\text{OH})_2$ (Mg^{2+})	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{NaMg}(\text{UO}_2)_3(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_9 \cdot$ $9\text{H}_2\text{O}$ (Na^+)	0,1 a 0,2 L	Bancada
	$\text{K}_2\text{NaCo}(\text{NO}_2)_6$ (K^+)	0,1 a 0,2 L	Bancada
Ânions	Todos os resíduos misturados	Aproximadamente 1L	Bancada
-	Resíduos de provas	Aproximadamente 1L	Bancada

Inventário Resíduos passivos:

Resíduo	Quantidade Gerada (L)	Armazenamento sem tratamento prévio
Cobalto (Co)	1	Sala ao lado do laboratório
Estanho (Sn ²⁺)	1	Sala ao lado do laboratório
Estrôncio (Sr ²⁺)	1	Sala ao lado do laboratório
Chumbo (Pb ²⁺)	1	Sala ao lado do laboratório
Sol. de cloreto de bário (BaCl ₂) 0,2M	0,750	Sala ao lado do laboratório
Ânions	3	Sala ao lado do laboratório
TEA 20%*	0,050	Sala ao lado do laboratório
Bário (Ba)	1,5	Sala ao lado do laboratório
Solução B (resíduos)	0,5	Sala ao lado do laboratório
Mercúrio (Hg)	1	Sala ao lado do laboratório
Resíduos de prova	4	Sala ao lado do laboratório
Níquel (Ni ²⁺)	1	Sala ao lado do laboratório
Zinco (Zn ²⁺)	1	Sala ao lado do laboratório
Cobre	1	Sala ao lado do laboratório
Arsênio (AS)	1	Sala ao lado do laboratório
Manganês	1	Sala ao lado do laboratório
2º grupo de cátions	0,250	Sala ao lado do laboratório
1º grupo de cátions	0,250	Sala ao lado do laboratório
Antimônio (Sb)	1	Sala ao lado do laboratório
Cádmio	1	Sala ao lado do laboratório
Prata	1,200	Bancada do laboratório
Antimônio (Sb ³⁺)	0,600	Bancada do laboratório

Arsênio (As ³⁺)	0,400	Bancada do laboratório
Bismuto	0,650	Bancada do laboratório
Cádmio (Cd ²⁺)	0,050	Bancada do laboratório
Cobre	0,150	Bancada do laboratório
Cromo	0,200	Bancada do laboratório
Ferro	0,300	Bancada do laboratório
Merúrio	0,350	Bancada do laboratório
Alumínio	0,2	Bancada do laboratório
Bário	0,5	Bancada do laboratório
Estanho	0,05	Bancada do laboratório
Cálcio	0,05	Bancada do laboratório
Cobalto	0,200	Bancada do laboratório
Cromo	0,300	Bancada do laboratório
Resíduos de prova	0,100	Bancada do laboratório
Manganês	0,050	Bancada do laboratório
Magnésio	0,200	Bancada do laboratório
Subdivisão grupo Arsênio	0,300	Bancada do laboratório
Ácidos	0,300	Bancada do laboratório

*Trietanolamina

4.1- Se a resposta anterior foi sim, como os resíduos são segregados?

Os alunos com ajuda dos técnicos ao final das práticas destinam os resíduos em frascos com capacidade de 1L, os mesmos possuem etiquetas para dispor no frasco adequado.

Obs: Em dia de prova são colocados em um único frasco, já que não tem como saber se os alunos fizeram corretamente e na prática de ânions os resíduos são colocados em um único frasco, já que são considerados de baixa toxicidade

5- Existe algum tipo de controle ou um sistema de uniformização de identificação dos recipientes ou frascos utilizados no acondicionamento dos resíduos? Se a resposta for sim anexar foto.

Sim Não

6- O laboratório realiza armazenamento dos resíduos?

Sim Não

7- Como é realizado o transporte interno dos resíduos?

Até o semestre 2019.2 eram transportados para uma sala ao lado do laboratório de química analítica quantitativa. A partir de 2020 serão colocados em um abrigo externo.

8- Quais locais são utilizados no laboratório para armazenar resíduos?

Após o término das práticas ficam dispostos em bancadas, permanecendo nos mesmos até completarem 1L

TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS

9- No laboratório é realizado algum procedimento de minimização dos resíduos?

Sim Não

9.1 - Se a resposta anterior foi sim, descreva quais os procedimentos?

10- Algum resíduo é descartado em rede coletora de esgoto ou no lixo comum?

Sim Não

10.1- Se a resposta anterior foi sim, listar quais são os resíduos?

11- É realizado algum tipo de reaproveitamento e/ou reciclagem dos resíduos dentro do laboratório?

Sim Não

11.1- Se a resposta anterior foi sim, descreva quais os procedimentos?

12- Existe algum tipo de tratamento do resíduo realizado dentro do laboratório?

Sim Não

12.1- Se a resposta foi sim. Quais tratamentos são realizados?

13- Existe algum tipo de tratamento de resíduo externo ao laboratório?

() Sim (x) Não

13.1- Se a resposta foi sim. Quais tratamentos são realizados?

**APÊNDICE B- CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS REALIZADOS PARA
VERIFICAÇÃO DA SEGREGAÇÃO BASEADO NAS RESOLUÇÕES CONAMA
430/2011 E COEMA 02/2017**

CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS REALIZADOS

Para os cálculos foi considerado que uma gota tem 0,05 ml.

Fórmulas utilizadas:

$$\text{Concentração} = \frac{N^{\circ} \text{ de Mols}}{\text{Volume}} \quad (1)$$

$$N^{\circ} \text{ de Mols} = \frac{\text{Massa}}{\text{Massa Molar}} \quad (2)$$

1. Potencial hidrogeniônico

Papel tornassol com ácido acético, ácido nítrico, hidróxido de sódio, amônia aquosa, cloreto de amônio, acetato de sódio por não constarem nas resoluções podem ser descartados no lixo comum.

2. Reações com efeito externo

• *Reações com efeito externo- Reação 1:*

Ácido clorídrico e hidróxido de sódio não constam nas resoluções, no entanto o cromato de potássio sim, sendo assim foi realizados os cálculos abaixo.

Cromato de Potássio (K_2CrO_7) 0,5M/ 5gotas

$$0,5 = \frac{n}{2,5 \times 10^{-4}} = 1,25 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{MM} = 1,25 \times 10^{-4} = \frac{m}{51,99} = 6,5 \times 10^{-3} \text{ g} \cong 6,5 \text{ mgL}^{-1}$$

De acordo com as legislações o valor tolerado é de 0,1 mgL⁻¹ para o cromo hexavalente. Portanto está acima do valor tolerado e deve ser acondicionado em um frasco.

- **Reações com efeito externo- Reação 2:**

a) De acordo com as legislações o tiocianato de amônio por apresentar amônia e o cloreto férrico por apresentar ferro, possuem padrões de lançamento, foi realizado a verificação abaixo.

Tiocianato de amônio (NH₄SCN) 0,1M/5 gotas:

$$0,1 = \frac{n}{2,5 \times 10^{-4}} = 2,5 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{MM} = 2,5 \times 10^{-5} = \frac{m}{17,031} = 0,00043g \cong 0,43mgL^{-1}$$

De acordo com as legislações o valor tolerado é de até 20 mg/L. Portanto está abaixo do valor tolerado, possibilitando o descarte na pia.

Cloreto Férrico (FeCl₃) 0,33M/1 gota:

$$0,33 = \frac{n}{5 \times 10^{-5}} = 0,0000165 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{MM} = 0,0000165 = \frac{m}{55,845} = 9,21 \times 10^{-4}g \cong 0,921mgL^{-1}$$

De acordo com as legislações o valor tolerado é de 15 mgL⁻¹ para o ferro solúvel. Portanto está abaixo do valor tolerado, possibilitando o descarte na pia

b) De acordo com as legislações o tiocianato de amônio e o sulfato ferroso em substituição ao cloreto férrico também consta na legislação. Por tanto realizou-se o cálculo abaixo.

Tiocianato de Amônio (NH₄SCN) 0,1M/ 5 gotas:

$$0,1 = \frac{n}{2,5 \times 10^{-4}} = 2,5 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{MM} = 2,5 \times 10^{-5} = \frac{m}{17,031} = 0,00043g \cong 0,43mgL^{-1}$$

De acordo com as legislações o valor tolerado é de até 20 mg/L. Portanto está abaixo do valor tolerado, possibilitando o descarte na pia.

Sulfato ferroso (FeSO₄) 0,1M/ 1 gota:

$$0,1 = \frac{n}{5 \times 10^{-5}} = 0,000005$$

$$n = \frac{m}{M} = 0,000005 = \frac{m}{55,845} = 0,279 \times 10^{-3} g \cong 279 mgL^{-1}$$

De acordo com as legislações o valor tolerado é de 15 mgL⁻¹ para o ferro solúvel. Portanto está acima do valor tolerado, por tanto deve ser armazenado.

$$0,1 = \frac{n}{5 \times 10^{-5}} = 0,000005$$

$$n = \frac{m}{M} = 0,000005 = \frac{m}{96,06} = 0,48 \times 10^{-3} g \cong 0,48 mgL^{-1}$$

De acordo com as legislações o valor tolerado é de 500 mgL⁻¹ para o sulfato. Portanto está abaixo do valor tolerado, possibilitando o descarte na pia.

- **Reações com efeito externo- Reação 3:**

Para reação foram utilizados o ácido sulfúrico, permanganato de potássio e oxalato de amônio é necessário por possuírem o sulfato, manganês e amônia em sua constituição, respectivamente.

Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) 6M/ 1 gota:

$$6 = \frac{n}{5 \times 10^{-5}} = 0,0003$$

$$n = \frac{m}{M} = 0,0003 = \frac{m}{96,06} = 28,81 \times 10^{-3} g \cong 28,81 mgL^{-1}$$

De acordo com as legislações o valor tolerado é de 500 mgL⁻¹ para o sulfato. Portanto está abaixo do valor tolerado, possibilitando o descarte na pia.

Permanganato de Potássio (KMnO₄) 0,1M/ 3 gotas:

$$0,1 = \frac{n}{1,5 \times 10^{-4}} = 0,000015$$

$$n = \frac{m}{M} = 0,000015 = \frac{m}{59,938} = 8,99 \times 10^{-3} g \cong 8,99 mgL^{-1}$$

De acordo com as legislações o valor tolerado é de 1,0 mgL⁻¹ para o manganês. Como o valor obtido foi maior que o tolerado deve-se armazenar em um frasco.

Oxalato de amônio ((NH₄)₂C₂O₄) 0,2M/ 5 gotas:

$$0,2 = \frac{n}{2,5 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-5}$$

$$n = \frac{m}{M} = 5 \times 10^{-5} = \frac{m}{17,031} = 0,000851g \cong 0,851mgL^{-1}$$

De acordo com as legislações o valor tolerado é de até 20 mg/L. Portanto está abaixo do valor tolerado, possibilitando o descarte na pia.

- **Reações com efeito externo- Reação 4:**

Carbonato de sódio, ácido clorídrico não constam nas resoluções, possibilitando o descarte na pia do sobrenadante e o precipitado no lixo comum.

3. Análise sistemática e ensaios de precipitação

Para os resíduos dessa prática, como contém íons de prata os precipitados devem ser armazenados e os sobrenadantes descartados.

4. 1º, 2º, 3º, 4º, 5º grupo de cátions

Para os experimentos do 1º, 2º, 3º, 4º e 5º grupo de cátions foi analisado apenas avaliado a presença ou não do efluente gerado nas resoluções, portanto foi verificado que os resíduos de chumbo, prata, mercúrio, cádmio, estanho, arsênio, cobre, manganês, cobalto, ferro, níquel, zinco, alumínio, íon uranil devem ser acondicionados e os que podem ser descartados na pia o sobrenadante e os precipitados no lixo comum são eles: bismuto, antimônio, cobalto, cálcio, bário, estrôncio, magnésio, potássio, amônio.

5. Testes de eliminação

- **Teste de eliminação 1:**

Para este teste foi verificado para os íons sulfito, fosfato e carbonato, se após realizado o teste, o resultado obtido for positivo ou negativo o descarte pode ser realizado na pia.

- **Teste de eliminação 2:**

Para este teste foi verificado para os íons cloreto, brometo, iodeto, sulfito, nitrito, nitrato, carbonato e cromato, se após realizado o teste, o resultado obtido for positivo para o cromato não pode ser descartado na pia, logo deve-se armazenar.

- **Teste de eliminação 3:**

Para este teste foi verificado para os íons cloreto, brometo, iodeto, sulfito, nitrito, oxalato, no entanto para a realização dos testes usa-se manganês é necessário verificar a concentração como mostrado abaixo.

Permanganato de Potássio (KMnO₄) 0,02M/ 1gota:

$$0,02 = \frac{n}{5 \times 10^{-5}} = 0,000001 \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{MM} = 0,000001 = \frac{m}{59,938} = 5,994 \times 10^{-5} \text{ g} \cong 0,05994 \text{ mgL}^{-1}$$

De acordo com as legislações o valor tolerado é de 1,0 mgL⁻¹ para o manganês. Como o valor obtido foi menor que o tolerado pode ser descartado na pia.

- ***Teste de eliminação 4:***

Para este teste foi verificado para o íon cromato e nitrato, se após o teste o resultado for positivo para o cromato não pode ser descartado na pia, logo deve-se armazenar.

- ***Teste de eliminação 5:***

Para este teste foi verificado para os íons cloreto, brometo, iodeto, tiocianato, independente do resultado obtido ser positivo ou negativo o descarte pode ser realizado na pia.

- ***Teste de eliminação 6:***

Para este teste foi verificado para os íons fosfato, carbonato e oxalato independente do resultado obtido ser positivo ou negativo o descarte pode ser realizado na pia.

- ***Teste de eliminação 7:***

Para este teste foi verificado para os íons sulfito, sulfato e cromato, se for obtido resultado positivo para o cromato, o resíduo deve ser armazenado.