INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO. CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO

Campus Ipojuca

Coordenação de Licenciatura em Química

Curso de Licenciatura em Química

DOUGLAS COSTA SCHURMANN ALVES

DIAGNOSE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DOS LABORATÓRIOS DE QUÍMICA: Consoante a percepção dos docentes e técnicos de laboratório

Ipojuca

2025

DOUGLAS COSTA SCHURMANN ALVES

DIAGNOSE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DOS LABORATÓRIOS DE QUÍMICA: Consoante a percepção dos docentes e técnicos de laboratório

Monografia apresentada à Coordenação de Graduação em Licenciatura em Química do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador: Profª. Dra. Paula Barone da Paz Sales

Coorientador: Prof. Me. Rômulo Cesar Araújo de Amorim

Ipojuca

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do IFPE – Campus Ipojuca

A474d Alves, Douglas Costa Schurmann

Diagnose do gerenciamento de resíduos químicos dos laboratórios de química: Consoante a percepção dos docentes e técnicos de laboratório/ Douglas Costa Schurmann Alves. -- Ipojuca, 2025.
70f.: il.-

Trabalho de conclusão (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. *Campus* Ipojuca, 2025.
Orientadora: Profª. Dra. Paula Barone da Paz Sales

1. Gerenciamento 2. Química 3. Resíduos I. Título II. Sales, Paula Barone da Paz (orientadora). III. Amorim, Rômulo Cesar Araújo de (coorientador).

CDD 542.10289

Catalogação na fonte: Bibliotecária Graziella Ronconi Souto - CRB-4/2048

DOUGLAS COSTA SCHURMANN ALVES

DIAGNOSE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DOS LABORATÓRIOS DE QUÍMICA: Consoante a percepção dos docentes e técnicos de laboratório

Trabalho aprovado. Ipojuca, 16/04/2025.

_____

Profª. Dra. Paula Barone da Paz Sales (Orientador)

_____

Prof. Me. Rômulo Cesar Araújo de Amorim (Coorientador)

_____

Prof. Me. Hércules Santiago Silva (Membro externo)

_____

Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo dos Anjos (Membro interno)

Ipojuca

2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, a minha família e a mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças para seguir no curso, agradeço ao apoio da minha família, minha mãe que me incentivou a fazer o vestibular, as minhas irmãs que me encorajaram.

Agradeço aos meus colegas de curso por cada momento, momentos de estudos onde compartilhamos experiências inigualáveis, momentos que ficaram marcados sejam os bons ou os ruins.

Agradeço à minha orientadora, professora Dra. Paula Barone, por ter aceitado o desafio de me orientar e ao professor Me. Rômulo Cesar por ter aceitado o convite em participar como coorientador neste trabalho.

Epígrafe: O fardo do intelecto é saber, que por mais que se tente iluminar a escuridão com sabedoria, há aqueles que preferem viver na sombra da própria limitação

“Fabricio André Bernard di Paolo”

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo elucidar por meio de uma diagnose as práticas de gerenciamento de resíduos nos laboratórios de Química do IFPE *Campus* Ipojuca, assim como analisar a resposta institucional frente às transições globais direcionadas ao fomento de uma Química mais sustentável, propõem-se à minimização dos impactos ambientais e ao fortalecimento da comunidade local. Diante disso, foi realizada uma verificação sistemática sobre as práticas adotadas no gerenciamento de resíduos químicos dos laboratórios de Química do IFPE *Campus* Ipojuca por meio da aplicação de um questionário voltado para os docentes e técnicos de laboratório da área de Química. As questões que compuseram o questionário foram selecionadas com o intuito de avaliar o conhecimento dos entrevistados em relação ao gerenciamento de resíduos dos laboratórios de Química do IFPE *Campus* Ipojuca. Adicionalmente, foram propostos alguns métodos de tratamentos. Constatou-se que, conquanto não haja um sistema tratamento efetivo implementado, sendo meramente realizada a etapa de armazenamento dos resíduos, os pesquisados demonstraram reconhecer o mérito de um programa estruturado de gerenciamento, ademais considerando parcerias interinstitucionais como uma alternativa viável. Todavia evidenciou-se uma ausência de posicionamento efetivo por parte da gestão institucional, seja por desconhecimento ou inércia administrativa. Embora os desafios inerentes à implementação de um sistema de gerenciamento de resíduos, o presente estudo sugere que é possível iniciar esse processo através de ações orientadas a sensibilização e ao engajamento da comunidade acadêmica. Programas de pesquisa e extensão, onde os discentes possam atuar ativamente, retratam uma estratégia eficiente para desenvolvimento de competências teórico-práticas e de pensamento crítico, promovendo uma educação cidadã alinhada a uma proposta de ensino na qual estariam inseridos e se sentindo participantes de uma causa maior.

Palavras-chave: Gerenciamento. Química. Resíduos.

ABSTRACT

This work aims to elucidate, through a diagnosis, the waste management practices in the Chemistry laboratories of the IFPE Campus Ipojuca, as well as to analyze the institutional response to global transitions aimed at promoting more sustainable Chemistry, proposing to minimize environmental impacts and strengthen the local community. Thus, a survey was conducted on the management of chemical waste in the chemistry laboratories of the IFPE Ipojuca campus through a questionnaire, which was answered by professors and laboratory technicians. In addition, some treatment methods were also proposed. We noted that despite there being no adequate treatment, with only storage, the respondents demonstrate the importance of having a waste management program even if in collaboration with other institutions. However, we also observed that management remains absent, either due to lack of knowledge or omission. Although it is a difficult task to implement, it is possible to start with actions that promote awareness and incentives that encourage the engagement of the academic community, such as extension programs where students can participate and develop practical and theoretical skills, as well as develop critical thinking in a teaching proposal in which they feel like they are participating in a cause.

Keywords: Management. Chemistry. Waste.

QUADROS/ FIGURAS/ GRÁFICOS

Quadro 1 – Teste de reatividade
Quadro 2 - Perigos para a saúde (azul)
Quadro 3 - Perigos de inflamabilidade (vermelho)
Quadro 4 - Perigos de reatividade (amarelo)
Quadro 5 - Riscos específicos (branco)
Quadro 6 -Espécies que reagem com a água e as características da reação

Quadro 7 - Questionário

Figura 1 - Tipos de tratamentos de resíduos
Figura 2 - Símbolos de risco Químico, Radioativo, Biológico e substâncias infectantes
Figura 3- Diagrama de Hommel
Figura 4 - Diagrama de Hommel preenchido com uma mistura de ácido acético/ hexano
Figura 5 - Rótulo para resíduos químicos
FIgura 6 - Gráfico da Pergunta 1
FIgura 7- Gráfico da Pergunta 2
Figura 8 - Gráfico da Pergunta 3
Figura 9 - Gráfico da Pergunta 4
Figura 10 - Gráfico da Pergunta 5
Figura 11 - Gráfico da pergunta 6
Figura 12 - Gráfico da Pergunta 7
Figura 13 - Gráfico da Pergunta 8
Figura 14 - Gráfico da pergunta 9
Figura 15 - Gráfico da pergunta 10
Figura 16 - Gráfico da pergunta 11
Figura 17 - Gráfico da pergunta 12
Figura 18 - Gráfico da pergunta 13
Figura - 19 Incompatibilidade por pictogramas
Figura 20- Classificação dos agentes químicos segundo seus graus de risco "R" e cuidados "S"

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Incompatibilidade 64
Tabela 2 – Classificação dos agentes químicos segundo seus graus de risco "R" 67
Tabela 3 – Códigos de cuidado/segurança "S" 60

LISTA DE ABREVIATURAS

IFPE	Instituto Federal de Pernambuco
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
LRQ	Laboratório de Resíduos Químicos
USP-SC	Universidade de São Paulo, *campus* São Carlos
IES	Instituições de Ensino Superior
PGRQ	Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
UG	Unidade Geradora
GR	Gerenciamento de Resíduos
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
RSS	Resíduos de Serviço de Saúde
FISPQ	Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos
HMIS	*Hazardous Material Information System*
NFPA	*National Fire Protection Association*
MSDS	*Material Safety Data Sheet*
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CPRH	Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração de Recursos Hídricos
NBR	Normas Brasileiras Regulamentadoras

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 OBJETIVO 15
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 16
3.1 Gerenciamento de resíduos 16
3.2 Resíduos Químicos 18
3.3 Tipos de Resíduos 19
3.4 Medidas de Minimização 22
3.5 Segregação de Resíduos Químicos 23
3.6 Resíduos que podem ser descartados como resíduos comuns 25
3.7 Tratamento dos Resíduos 26
3.8 Rotulagem 29
3.9 Armazenamento 35
3.10 Transporte 36
3.11 Disposição Final 37
4. METODOLOGIA 38
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 40
6. CONSIDERAÇÕES **Erro! Indicador não definido.**3
REFERÊNCIAS 55
APÊNDICE 61

1 INTRODUÇÃO

A Química analítica é uma disciplina ofertada no IFPE *campus* Ipojuca nos cursos técnicos em Química e no curso superior de licenciatura em Química. Por ser uma disciplina que demanda muitas aulas práticas acaba tendo um consumo considerável de diversos reagentes químicos gerando, por sua vez, resíduos químicos que ficam armazenados em bombonas.

Programas de gerenciamento de resíduos químicos (PGRQ) em instituições de ensino e pesquisa no Brasil é reiteradamente uma temática pouco debatida. Na grande maioria das universidades (e em especial nos Institutos e Departamentos de Química), o gerenciamento dos resíduos produzidos nas suas atividades cotidianas é inexistente, e devido à falta de um órgão fiscalizador, o descarte inadequado continua a ser praticado (Jardim,1998).

De acordo com Faria, Oliveira e Santos (2010) os laboratórios de pesquisa e de ensino são um potencial agente poluidor, embora os volumes de resíduos produzidos por laboratórios sejam praticamente ínfimos em comparação aos rejeitos despejados pela indústria. Bendassolli (2002), afirma que embora este volume seja mínimo, as universidades não podem nem devem ignorar seu lugar de geradora de resíduos.

As práticas laboratoriais geram resíduos aquosos e ainda resíduos sólidos; contaminando solos, lençóis freáticos e oceanos ao serem despejados de maneira inadequada. Assim, estas atividades causam efeitos nos seres humanos, por meio do contato direto com vários tipos de materiais tóxicos, como alguns compostos de mercúrio, chumbo, cádmio e arsênio, que mostram toxicidade mesmo em baixas concentrações. Estas substâncias também podem ser bioacumuladas na cadeia alimentar e alcançar concentrações nocivas para os seres humanos e outros organismos. Como medida ideal, deveria-se reutilizar e/ou reciclar os resíduos gerados, todavia, não podendo realizá-las por questões econômicas ou tecnológicas, esses resíduos devem ser armazenados em lugares que não haja danos ao meio ambiente (Braga *et al.,* 2005). Para Bendassolli (2002), situações como o ocorrido em 1956 na cidade costeira japonesa de Minamata, onde águas residuais contendo mercúrio ocasionou, além do aumento na mortalidade de peixes nessa baía, um total de 887 mortes e 2209 casos registrados na população de doenças relacionadas ao

sistema nervoso central devido ao consumo de peixes contaminados, dentre outros. De certo modo, essa tragédia serviu para alertar a população no que diz respeito à preocupação com as questões ambientais, fazendo com que passe do discurso para a prática, nos dias atuais.

A falta de fiscalização pelo órgão competente, a ausência de entendimento da legislação e o descarte indevido, fez com que, muitas Universidades viessem a poluir o meio ambiente, provocando o desperdício de recursos e não se responsabilizando pela má gestão dos produtos sintetizados, ou manipulados. Era comum os resíduos serem despejados na pia dos laboratórios, sem cuidado algum com a segurança do aluno. Nesta circunstância, muitas Instituições de ensino superior (IES) no Brasil vêm tentando gerenciar e tratar seus resíduos de forma a mitigar o impacto causado ao meio ambiente, criando também um novo hábito a fazer parte da consciência profissional e do senso crítico dos alunos, funcionários e professores (Afonso *et al*.,2003).

Dentre os vários PGRQ em IES atualmente, o LRQ da USP-SC se destaca por ser a pioneira e conseguir além de tratar, recuperar os resíduos químicos para reutilização (Cunha, 2001). Como diz Demaman *et.al* (2004), os objetivos de um PGRQ são a recuperação e reutilização dos resíduos de laboratórios tendo em vista minimizar os rejeitos. As metas a serem alcançadas são redução de escala dos experimentos; reaproveitamento do resíduo como insumo; acondicionamento adequado dos rejeitos e tratamento dos rejeitos para o descarte. Com estas metas pretende-se a atenuação do consumo de reagentes, a redução da produção de resíduos, o crescimento do reaproveitamento dos resíduos, a diminuição dos rejeitos acondicionados e um descarte adequado dos rejeitos.

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo fazer um levantamento sobre o gerenciamento de resíduos químicos dos laboratórios de química do IFPE *campus* Ipojuca e propor alguns métodos de tratamento.

2. OBJETIVOS

Fazer um levantamento sobre o gerenciamento de resíduos químicos dos laboratórios do ifpe campus ipojuca e propor alguns métodos de tratamento

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar o conhecimento dos docentes e técnicos de laboratório, sobre como é realizado o gerenciamento de resíduos químicos

Propor alguns métodos de tratamento dos resíduos gerados na disciplina de Química Analitica Qualitativa, com os recursos disponíveis

Relacionar o gerenciamento de resíduos com uma formação sócio-ambiental

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Gerenciamento de resíduos

A criação de um PGRQ em uma IES precisa ser feita de maneira bem mensurada, debatida e conhecida por todos aqueles que serão incumbidos pela manutenção e sucesso do mesmo (Micaroni, 2002).

Todavia, a pergunta mais pertinente e geradora de preocupação de acordo com Penatti (2009) está associada ao uso indevido da Química no que diz respeito sobretudo aos danos e riscos ambientais ocasionados através da geração de resíduos desta natureza e do descarte inadequado dos mesmos.

Gil (2007) diz que a maior distinção entre manejar resíduos industriais e resíduos de laboratórios está no modo de tratamento e disposição final. De acordo com Takayanagui (1993), Paim *et al.* (2002), Di Vitta (2002), Figuerêdo (2006) e Jardim (1998) para se estabelecer um PGRQ, segue-se uma hierarquia de etapas padronizadas que podem ser definidos como:

- Prevenir a geração de resíduos;
- Minimizar a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados;
- Segregar e concentrar fluxo de resíduos de modo a tornar viável a atividade gerenciadora;
- Reusar internamente ou externamente;
- Reciclar o material ou componente energético do resíduo;
- Manter todo o resíduo produzido na forma mais passível de tratamento;
- Tratar e dispor o resíduo de maneira segura.

A implementação e manutenção exitosa de um PGRQ demanda a adoção de três conceitos importantes, os quais conduzirão as atividades a serem desenvolvidas na prática do programa. O primeiro conceito importante é o de que gerenciar resíduos não é 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, tendo como guia a Resolução CONAMA N°357, 17 de março de 2005. O segundo conceito afirma 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 (Jardim, 1998).

O gerenciamento de resíduos é classificado como um sistema, porque tem propriedades para serem controlados internamente. Segundo a resolução CONAMA 307/2002:

> Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos (BRASIL, 2002b, art,2);

Ao tratar do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (RSS), a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) 306/04 atribui-se o seguinte concepção:

> Um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a produção de resíduos e proporcionar aos resíduos gerados, um encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente (BRASIL, 2004, p.2).

Evidencia-se que dentre os tipos de resíduos concebidos nesta norma, há o grupo B, descrito como “resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade” (Brasil, 2005, p.620) e que a definição de serviços de saúde abrange laboratórios de ensino e pesquisa na área (BRASIL, 2004).

De acordo com Lima (2012) em casos de resíduos perigosos produzidos em unidades de laboratório, como meio de formar uma gestão segura alicerçado nos princípios da avaliação e gerenciamento dos riscos envolvidos na sua manipulação, os órgãos federais responsáveis unificaram as diretrizes federais, a Resolução 306/04 (ANVISA, 2004) e a Resolução RDC 11/12 (ANVISA, 2012), ocasionou um avanço para o gerenciamento de resíduos para os laboratórios de ensino e pesquisa. Para Veiga (2010) a legislação brasileira abrange os resíduos químicos na definição dos

resíduos de serviços de saúde, e afirma que todo gerador desse tipo de resíduo é responsável por todo seu processo de manejo e pela sua disposição final ambientalmente correta. As dificuldades para se estabelecer procedimentos para este gerenciamento forçam algumas instituições a recorrer e se adaptar a outras leis, como a de Resíduos de Serviço de Saúde (RDC 306/04), Inventário de Resíduos Industriais (CONAMA 313/02), ou normas internacionais (Penatti, 2009).

Jardim (1998) cita que os princípios e condições básicas para estabelecer um programa desta natureza são quatro:

- O apoio institucional irrestrito ao Programa
- Priorizar o lado humano do Programa frente ao tecnológico
- Divulgar as metas estipuladas dentro das várias fases do Programa
- Reavaliar continuamente os resultados obtidos e as metas estipuladas

3.2 Resíduos Químicos

A geração de resíduos vem ultrapassando a capacidade de sustentação do meio ambiente, causando desequilíbrios nos ciclos naturais de trocas de energias (Russel, 1982).

Os resíduos gerados em atividades experimentais em aulas de Química apresentam muitas vezes as seguintes características: mau cheiro; presença de misturas de fases líquidas e sólidas; colorações decorrentes de misturas de substâncias coloridas ou de reações lentas com o ar (oxidação, por exemplo) sob a ação da luz ou mesmo entre componentes do resíduo; presença de borras, lacas e gomas de aspecto visual desagradável (Silva; Soares; Afonso, 2010). Para Penatti (2009) os resíduos químicos compreendem uma infinidade de compostos gerados nas mais diversas atividades industriais e laboratoriais do segmento. Estes resíduos merecem uma atenção especial devido à complexidade dos seus compostos e principalmente, por apresentarem vários níveis de toxicidade, sendo eles de singularidades físico-químicas ou bioquímicas muito diferentes, pela sua complexidade de geração. As propriedades químicas dos resíduos alteram-se

constantemente e, dificilmente, acha-se um método padrão e eficaz para o seu tratamento (Gerbase, 2005).

Segundo Penatti (2009) os resíduos gerados pela humanidade são rejeitos descartados pelo homem que não podem fluir diretamente para os cursos de água, solo e ar, logo podemos entender que, o rejeito é o resíduo que não pode ser economicamente aproveitado, então nem todo resíduo é rejeito. Segundo Silva (2004), resíduos sólidos podem ser apontados seja qual for a mistura de materiais ou restos destes, provindos das mais variadas classes de ações antropogênicas e podem ser agrupados de acordo com a sua natureza física, sua composição química e os riscos potenciais que oferecem ao meio ambiente e à saúde pública (perigosos, inertes e não inertes). De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, na NBR 10004/04 os resíduos sólidos são definidos como:

> Resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades de origem industrial doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles instalados em equipamentos e instalação de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004a, p.1).

Segundo Andreoli *et al*. (2014), é importante destacar que todos os resíduos independentes do seu estado físico ser líquido ou pastoso é caracterizado como um resíduo sólido. De acordo com a lei 12305/2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, esse grupo de resíduos é caracterizado por materiais do uso humano descartados que apresentem características sólidas, semissólidas, gasosas e líquidas. Isso é importante destacar, visto que os resíduos do IFPE estão em meio aquoso e podem se apresentar de maneira pastosa na forma de lodo.

3.3 Tipos de resíduos

Os resíduos químicos podem ser classificados em duas formas, resíduos ativos e resíduos passivos.

3.3.1. Resíduos passivos

Entende-se como resíduo passivo, aquele resíduo armazenado que não foi caracterizado, aguardando destinos finais. Englobam-se desde restos reacionais, a resíduos sólidos, até frascos de reagentes que estejam ainda lacrados, mas sem rótulo (Silva, 2011; Lima, 2012). Conforme Jardim (1998) este tipo de herança é altamente problemática para qualquer programa de gestão de resíduos, devido a dificuldade no tratamento e despejo final.

3.3.1.1 Inventário dos resíduos passivos

O inventário do passivo tem como finalidade caracterizar qualitativa e quantitativamente a maior quantidade possível dos resíduos químicos já estocados na unidade, sem levar em consideração o seu estado físico, a fim de propor o tratamento adequado e sua destinação final (Jardim 1998). A existência deste tipo de passivo nas IES, bem como em laboratórios de pesquisa, podem também ser vista sobre uma perspectiva otimista, levando em conta que não foram descartados sem critérios, todavia fomentam o acúmulo até o tratamento e disposição final adequados (Lima, 2012). A identificação e caracterização deste passivo é uma atividade que requer muita paciência, atenção, cuidado e verificação criteriosa. Contudo, quase sempre essa identificação não é feita com sucesso, por causa dos seguintes fatores: ausência total de rótulo, rótulos deteriorados ou inelegíveis e misturas complexas em diferentes fases (líquida/sólida). Nas IES é comum haver este tipo de estoque passivo indesejado, mas que contêm reagentes caros e que ainda podem ser utilizados para o ensino das práticas laboratoriais que as disciplinas demandam, e cujo reuso só depende meramente de simples testes analíticos.

A caracterização preliminar de um resíduo líquido deve seguir caminhos bem definidos, buscando-se identificar, numa primeira abordagem, se o resíduo apresenta as seguintes propriedades:

- Inflamabilidade
- Corrosividade
- Reatividade
- Toxicidade

Assim, Jardim (1998) elenca possíveis testes simples, os quais pode-se submeter o passivo da unidade, Quadro 1.

A partir desta primeira tentativa de segregação, o resíduo estocado pode passar por uma segunda e eventualmente por outras tantas atividades similares de segregação. Este refinamento pode ser feito baseando-se, por exemplo, em algumas idiossincrasias físico-químicas ou na natureza química do resíduo.

Quadro 1 - Teste de reatividade

Teste a ser realizado	**Procedimento a ser seguido**
Reatividade com água	Adicione uma gota de água e observe se há a formação de chama, geração de gás, ou qualquer outra reação violenta
Presença de cianetos	Adicione 1 gota de cloroamina-T e uma gota de ácido barbitúrico/piridina em 3 gotas de resíduo. A cor vermelha indica teste positivo.
Presença de sulfetos	Na amostra acidulada com HCl, o papel embebido em acetato de chumbo fica enegrecido quando na presença de sulfetos
PH	Usar papel indicador ou um PHmetro
Resíduo oxidante	A oxidação de um sal de Mn(II), de cor rosa claro, para uma coloração escura indica resíduo oxidante
Resíduo redutor	Observa-se a possível descoloração de um papel umidecido em 2,6-dicloro-indofenol ou azul de metileno
Inflamabilidade	Enfie um palito de cerâmica no resíduo, deixe escorrer o excesso e coloque-o na chama
Presença de halogênios	Coloque um fio de cobre limpo e previamente aquecido ao rubro no resíduo. Leve à chama e observe a coloração: o verde indica a presença de halogênios
Solubilidade em água	Após o ensaio de reatividade, a solubilidade pode ser avaliada facilmente

Fonte: Jardim (1998)

3.3.2 Resíduos ativos

Compreende-se por resíduo ativo, todo o resíduo gerado constantemente na Unidade Geradora, sejam laboratórios de ensino ou pesquisa (Jardim, 1997).

De acordo com Silva (2011) o gerenciamento de resíduos ativos podem ser divididos em duas partes. Sendo a primeira parte a caracterização dos resíduos gerados nos laboratórios de ensino. Assim, a segunda parte se faz com a caracterização dos resíduos gerados em laboratórios de pesquisa. Foi percebido através de estudos que esta metodologia trouxe maior produtividade e resultados.

3.4 Medidas de minimização

Com base na obtenção dos dados adquiridos através da realização do inventário é possível efetuar algumas medidas de minimização. Essas propostas de minimização podem ser brevemente descritas como ações que tem como objetivo a diminuição na quantidade ou na toxicidade de um resíduo antes de seu tratamento. Logo, esta diminuição pode ser feita na fonte, em que algum determinado resíduo deixa de ser produzido ou ainda pode ser executado através de técnicas de reaproveitamento sejam elas via reciclagem ou reuso (Lopes, 2018). Di Vitta (2002) destaca ainda, que dentre as medidas de minimização estão incluídas a redução da escala de experimentos, mas também a modificação de processos ou reagentes por outros que não estão sendo utilizados sempre que possível.

Concebe-se por minimização uma série de atitudes que quando tomadas tem uma única finalidade, que é uma sensível redução nos resíduos e nas suas consequências potenciais de impacto no meio ambiente. Em laboratórios de ensino e pesquisa, comumente geram-se resíduos químicos, a minimização abrange especialmente duas atividades, que se manuseadas corretamente poderão minimizar em mais de 50% o ativo da unidade. Estas duas atitudes são:

- mudança de macro (escala convencional) para microescala
- a substituição de reagentes e mudanças nos procedimentos

Estas atitudes normalmente não necessitam de um custo capital excessivo, são facilmente assimiladas pelo pessoal de apoio e que trabalham no laboratório. Na atual perspectiva da química verde, a tendência à microescala e a substituição de reagentes tem sido corriqueiramente empregada em laboratórios de ensino e pesquisa de Química.

3.4.1 Microescala

Considera-se por microescala em laboratório, a utilização de pequenas quantidades de reagentes e equipamentos, juntando grupos para a realização de experimentos, ou mesmo fazê-los de maneira demonstrativa, desde que não afetem o desenvolvimento pedagógico e didático das atividades experimentais (MARTINS, 1986).

De acordo com Jardim (1998) “a opção pela microescala é baseada pelas vantagens que ela oferece no trabalho em laboratório”, cujas quais podemos destacar quatro delas:

- **Segurança**: Prevenir acidentes ao manipular em pequenas quantidades reagentes voláteis, agressivos, reativo, inflamáveis;
- **Economia:** Redução na utilização de reagentes químicos;
- **Tempo:** Redução no tempo da realização das práticas experimentais;
- **Aspecto ambiental:** Questão mais importante da mudança para a microescala, porque além de formar profissionais mais conscientes de suas responsabilidades para com o cuidado e preservação do meio ambiente, reduz drasticamente os resíduos gerados, podendo diminuir de 100 até 1000 vezes a quantidade de resíduos produzidos no laboratório.

3.5 Segregação de resíduos químicos

Compreende na separação dos resíduos no instante e *in situ* de sua geração, de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas, o seu estado físico e os riscos envolvidos (Lima, 2012). A segregação dos resíduos em diferentes cursos tem como desígnio facilitar o seu tratamento e disposição final (Micaroni, 2002).

Podemos considerar três critérios ao ser realizado durante a segregação, são eles:

- **Periculosidade:** O material mais perigoso deve ser separado dos não perigosos
- **Estado físico:** Líquido e sólido
- **Incompatibilidade:** Tendo em vista que resíduos que contém substâncias incompatíveis devem ser previamente segregadas a fim de evitar a ocorrência de reações indesejadas e consequentemente possíveis acidentes, **anexo I.**

3.5.1 Segregação em grupos

A fim de evitar reações indesejadas, terá de ser feita a segregação por grupos (Lopes 2018). Os grupos precisam ser estabelecidos segundo a compatibilidade química das substâncias, resultando na quantidade e composição dos resíduos gerados, e na estrutura física apresentada para o armazenamento dos coletores que serão utilizados (Penatti, 2009; Lima, 2012; Veiga, 2010)

A segregação por grupos auxilia nos procedimentos seguintes de coleta, acondicionamento, armazenamento, tratamento e descarte final se houver (Silva, 2011)

Sugere-se a segregação de resíduos levando em consideração os seguintes grupos:

- Solventes não halogenados;
- Solventes halogenados;
- Fenol;
- Soluções aquosas sem metais pesados;
- Soluções aquosas contaminadas com solventes orgânicos;
- soluções aquosas com metais pesados;
- Peróxidos orgânicos;
- Sais;
- Aminas;
- Ácidos e Bases;
- Oxidantes;
- Redutores;
- Óleos especiais;
- Misturas não classificados;

- Outros: Materiais diversos;
- Materiais contaminados durante e após a realização da prática experimental.

Para classificar as substâncias químicas quanto aos graus “R” (Classificação dos agentes químicos segundo seus graus de risco) e “S” (Códigos de Cuidado/ Segurança), utilizam-se as informações que estão no **apêndice** (UFPE, 2017).

3.6 Resíduos que podem ser descartados como resíduos comuns

Para Machado e Salvador (2005), alguns compostos podem ser dispostos como resíduo comum (classe D) e/ou na rede de esgoto, desde que feita a devida diluição.

- ➔ **Podem ser descartados**
  - ◆ **Compostos Orgânicos:**
    - Açúcares;
    - Amido;
    - Aminoácidos e Sais de ocorrência natural;
    - Ácido Cítrico e seus sais (Na, K, Mg, Ca, NH4);
    - Ácido Lático e seus sais (Na,K, Mg, Ca, NH4).

  - ◆ **Compostos Inorgânicos:**
    - **Sulfatos, Carbonatos:** Na, K, Mg, Ca, Sr, NH4
    - **Óxidos:** B, Mg, Ca, Sr, Al, Si, Ti, Mn, Fe, Co, Cu, Zn
    - **Cloretos:** Na, K, Mg
    - **Boratos:** Na, K, Mg, Ca

- ➔ **Não podem ser descartados**
  - ◆ Hidrocarboneto halogenado;
  - ◆ Composto inflamável em água;
  - ◆ Explosivos como azidas e peróxidos;
  - ◆ Polímeros que se solubilizam em água formando gel;
  - ◆ Materiais que possuem reatividade com a água;

- Produtos químicos malcheirosos;
- Nitrocompostos;
- Brometo de etídio;
- Formol;
- Materiais contaminados com produtos químicos perigosos:
- Absorventes cromatográficos: sílica, alumina, sephadex, etc.
- Materiais de vidro;
- Papel de filtro;
- Luvas e outros materiais descartáveis.

A segregação também é feita de acordo com seguintes grupos segundo a Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), RDC n° 306/04 e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) n° 358/05 classificam os RSS em cinco grupos. (BRASIL, 2004, 2005)

- **Grupo A**: resíduos biológicos ou contaminados por agentes;
- **Grupo B**: resíduos químicos ou contaminados por agentes;
- **Grupo C**: resíduos radioativos;
- **Grupo D**: resíduos comuns;
- **Grupo E**: resíduos perfurocortantes; (BIOAGRI, 2006, p.12).

3.7 Tratamento dos resíduos

Há vários métodos de tratamentos que podem ser empregados, com o intuito de reduzir a periculosidade de um resíduo.

Quando possível, sugere-se que os resíduos químicos sejam tratados para eliminar ou reduzir os riscos que os mesmos possam apresentar, proporcionando um recolhimento e descarte mais seguro. Esta inativação deve ser feita em escala reduzida, em virtude de ser mais fácil e menos perigoso. Machado e Salvador (2005); Perrin e Armarego (1988) apresentam métodos para tratamento de substâncias químicas em laboratórios (UFPE, 2017).

Freire *et al.* (2002), afirmam que a nível industrial os resíduos químicos podem ser tratados por processos físicos, biológicos e químicos.

➔ Processos Químicos:

- Incineração;
- Processos Oxidativos Avançados;
- Eletroquímico.

➔ Processos oxidativos avançados:

- Fotocatálise;
- Ozonização;
- Fenton

➔ Processos Físicos:

- Decantação;
- Filtração;
- Adsorção;
- Sedimentação;
- Flotação;
- Centrifugação;
- Osmose Reversa

➔ Processos Biológicos:

- Aeróbio;
- Anaeróbio;
- Enzimático

Assim como parte final de um processo de gerenciamento de resíduos, o desenvolvimento de tratamentos *in loco* é o mais indicado para a disposição final, que engloba uma série de procedimentos de acordo com as características de cada resíduo produzido (Lopes, 2018).

Afonso (2005) afirma que a reciclagem e a reutilização desses materiais, é uma maneira de mitigar os impactos ambientais causados por esses rejeitos. Alberguini

(2003) corrobora em seu trabalho, no qual apresenta resultados onde foram utilizados reagentes provindos do programa de gerenciamento da USP-SC.

Figura 1 - Tipos de tratamentos de resíduos

TIPO DE TRATAMENTO	DESCRIÇÃO
Neutralização	Trata-se de um processo eficiente e de baixo custo, usados para eliminar resíduos ácidos ou básicos, produzindo soluções aquosas de sais.
Destilação	Usada principalmente para a recuperação de solventes orgânicos, é baseado nas diferenças de temperaturas de ebulição entre os compostos coexistentes em misturas.
Processos oxidativos avançados (POA)	Baseiam-se na geração de radicais hidroxila (OH•), que possui alto poder oxidante e pode promover a degradação de vários compostos poluentes rapidamente.
Precipitação de metais	Consiste em precipitá-los na forma de hidróxidos ou óxidos em alto pH. Como em alguns casos vários precipitados se redissolvem em excesso de base, é necessário um rigoroso controle do pH.
Incineração	Trata-se de um processo que envolve a oxidação de materiais por combustão controlada até produtos simples mineralizados, como dióxido de carbono e água, eliminando o perigo tóxico associado ao material.
Coprocessamento	Consiste em um método de destruição térmica que permite o aproveitamento dos resíduos como matéria prima alternativa ou sua destinação final ambientalmente correta.

Fonte: Souza (2020)

O tratamento resume-se na aplicação de método, técnica ou processo que altere as propriedades dos resíduos, minimizando ou eliminando os riscos à saúde do trabalhador, da população em geral e ao meio ambiente. O tratamento dos resíduos químicos podem ser feitos *in loco* na UG ou em outro local (BRASIL, 2004; SÃO PAULO, 2006). Reis (2014), em seu trabalho sobre os programas de gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa no Brasil, abordou os meios de tratamento mais usualmente adotados nestas instituições, apresentados no Quadro 1.

3.8 Rotulagem

A identificação é a parte do processo que visa facilitar e dinamizar o trabalho de gerenciamento de resíduos. Corresponde a uma série de medidas que visam o reconhecimento do resíduo (Veiga, 2010).

A rotulagem e a marcação de recipientes que contenham substâncias químicas, expressas em pictogramas, textos e símbolos são precauções primordiais para a manipulação segura e adequada no laboratório (Lima 2012). Por isso é essencial que nos textos contidos nos rótulos tenham as informações que especifiquem como o produto contido no recipiente deve ser manejado de maneira segura. (Costa, 1996).

A RSS tem na NBR 7500/23, considerações e especificações técnicas de símbolos (figura 2) e cores de acordo com cada grupo, elencando com a RDC n° 306/04 da ANVISA (BRASIL, 2004, 2023).

Figura 2 - Símbolos de risco Químico, Radioativo, Biológico e substâncias infectantes

Fonte: Veiga (2010)

O artigo n° 7, parte III, da Convenção n° 170 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) relata como deve ser feita a rotulagem, prezando a segurança no trabalho (Lima, 2012)

- Todos os produtos químicos deverão portar uma marca que permita a sua identificação;
- Os produtos químicos perigosos deverão portar, ainda, uma etiqueta de fácil compreensão para os trabalhadores;
- As exigências para rotular ou marcar produtos químicos, segundo os parágrafos 1 e 2 do presente artigo, deverão ser estabelecidos pela autoridade competente ou por um organismo aprovado ou reconhecido pela autoridade competente, em consonância com as normas nacionais e internacionais;
- No caso de transporte, tais exigências deverão levar em consideração as recomendações das Nações Unidas relativas ao transporte de mercadorias perigosas (Lima, 2012).

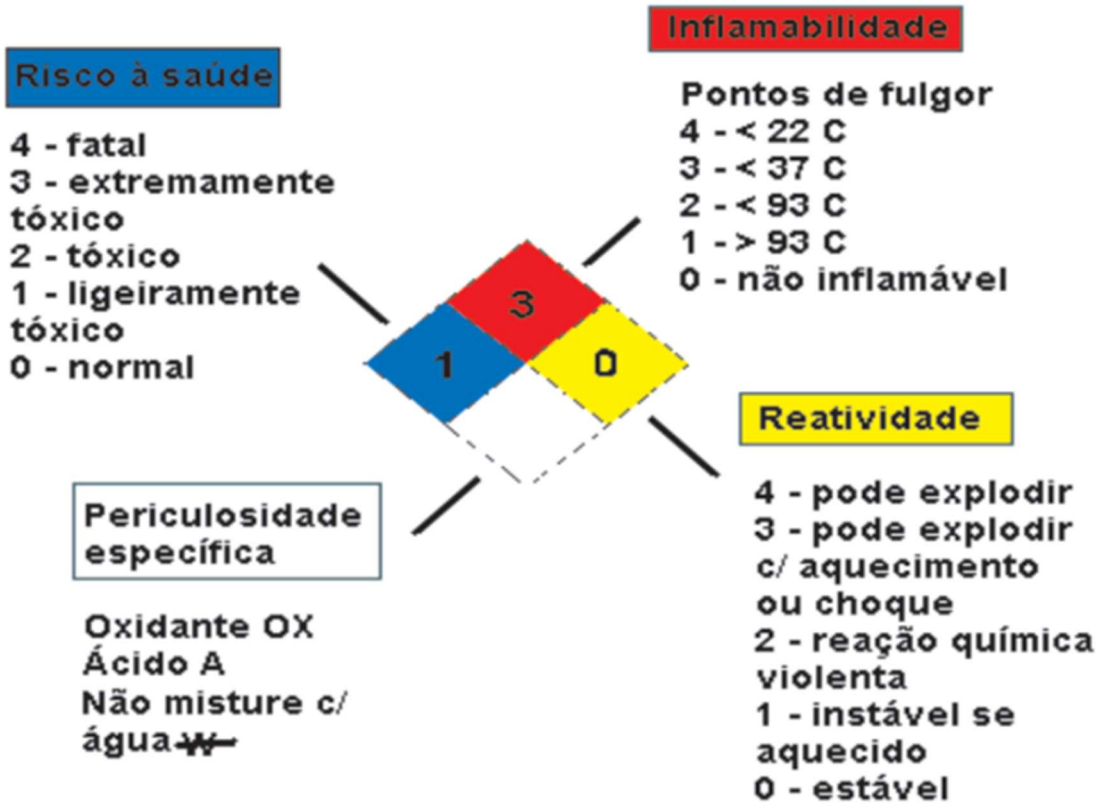
De acordo com os autores, designa-se o uso majoritariamente do Diagrama de Hommel, junto com informações indispensáveis, nos quais mostram quantidade, data do armazenamento, procedência do material (UFPE, 2017; Souza, 2020; Lima, 2012; Lopes, 2018)

Usa-se constantemente o Diagrama de Hommel ou Diagrama de risco (Alberguini, 2003), como simbologia de risco sugerida pelo *Hazardous Material Information System* (HMIS) da *National Fire Protection Association* (NFPA) dos EUA (Lima, 2012). Devendo ter atenção às informações referentes às propriedades de cada substância segundo a Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), originada do termo *Material Safety Data Sheet* (MSDS) (Veiga, 2010). O diagrama tem sido aceito mundialmente por fornecer informações de maneira simplificada de claro entendimento sobre os riscos envolvidos na manipulação de um determinado insumo químico (Lima, 2012).

A classificação do Diagrama de Hommel (figura 3 e figura 4) deve priorizar o produto mais perigoso do recipiente, independente de sua concentração (UFF, 2016).

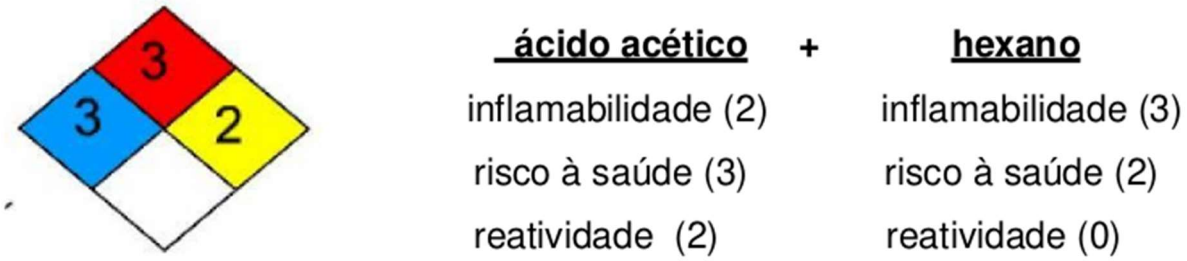
O Diagrama é um losango maior subdividido em quatros losangos menores. Cada losango consiste em uma cor e são atribuídos graus de riscos variando de 0 a 4. Quanto maior o grau, maior o risco. As cores do código (NFPA) indicam danos à saúde (azul), inflamabilidade (vermelho), reatividade (amarelo) e riscos específicos (branco) (UFPE, 2017; UFF, 2016; Lima, 2012;).

Figura 3- Diagrama de Hommel



Fonte: Alberguini (2003)

Figura 4 - Diagrama de Hommel preenchido com uma mistura de ácido acético/ hexano



Fonte: UFPE (2017)

Quadro 2 - Perigos para a saúde (azul)

Risco	Descrição	Exemplo
0	Produtos químicos que não apresentam risco à saúde, não sendo necessário precauções	Água
1	Produtos químicos que pela exposição podem causar irritação com danos residuais leves	Acetona, Metanol
2	Produtos químicos que pela exposição prolongada ou persistente, mas não crônica, podem causar incapacitação temporária ou possíveis danos residuais a não ser que o paciente receba imediata atenção médica	Bromobenzeno, Éter etílico, Piridina, Estireno
3	Produtos químicos cuja exposição curta pode causar sérios danos residuais temporários ou permanentes mesmo que a pessoa tenha recebido pronto atendimento	Anilina, Hidróxido de Sódio, Ácido Sulfúrico, Cloro
4	Produtos químicos que em muito pouco tempo podem causar a morte ou sérios danos residuais mesmo que a pessoa tenha recebido pronto atendimento médico	Acrilonitrila, Bromo, Paration, Cianeto de Hidrogênio

Fonte: Lima (2012)

Quadro 3 - Perigos de inflamabilidade (vermelho)

Risco	Descrição	Exemplo
0	Produtos químicos que não irão pegar fogo	Argônio
1	Produtos químicos que precisam ser aquecidos sob confinamento antes que alguma ignição possa ocorrer. Apresentam ponto de fulgor em torno de 93°C	Óleo mineral, Sódio, Fósforo Vermelho
2	Produtos químicos que devem ser moderadamente aquecidos ou serem expostos a temperatura um pouco acima da do ambiente, todavia abaixo da temperatura de ignição. Apresentam ponto de fulgor entre 38°C e 98°C	2- Buranona, Querosene, Diesel
3	Produtos químicos líquidos e sólidos que podem inflamar-se sob praticamente todas as condições de temperaturas ambientes. Apresentam ponto de fulgor abaixo de 23°C	Fósforo, Acrilonitrila, Gasolina
4	Produtos químicos que se vaporizam rapidamente ou completamente sob condições normais de pressão e temperatura ou inflamar-se instantaneamente, quando disperso no ar.	1,3 - Butadieno, Propano, Óxido de etileno

Fonte: Lima (2012)

Quadro 4 - Perigos de reatividade (amarelo)

Risco	Descrição	Exemplo
0	Produtos químicos que são normalmente estáveis, mesmo sob condições de exposição ao fogo e não reativos à água.	Hélio
1	Produtos químicos que são estáveis, contudo podem tornar-se instáveis a temperaturas elevadas ou reagir com a água liberando energia.	Propano
2	Produtos químicos que são instáveis e sofrem facilmente uma alteração química violenta sob temperatura e pressão elevadas; podem reagir violentamente com a água ou podem formar misturas potencialmente explosivas com a água.	Acetaldeído, Potássio, Sódio
3	Produtos químicos capazes de detonar-se ou decompor-se de forma explosiva através de uma forte fonte de ignição. Devem ser aquecidos sob confinamento, reagindo de forma explosiva com a água ou explodindo sob impacto.	Nitrato de Amônio, Óxido de etileno, 2-Nitropropadeno
4	Produtos químicos capazes de detonar ou decompor facilmente de forma explosiva sob condições normais de temperatura e pressão.	Peróxido de Benzoíla, Ácido pícrico, Nitroglicerina.

Fonte: Lima (2012)

Quadro 5 - Riscos específicos (branco)

Risco	Descrição	Exemplo
OX	Oxidante	Perclorato de Potássio
W	Reagem com a água de maneira incomum ou perigosa	Sódio

Fonte: Lima (2012)

Quadro 6 -Espécies que reagem com a água e as características da reação

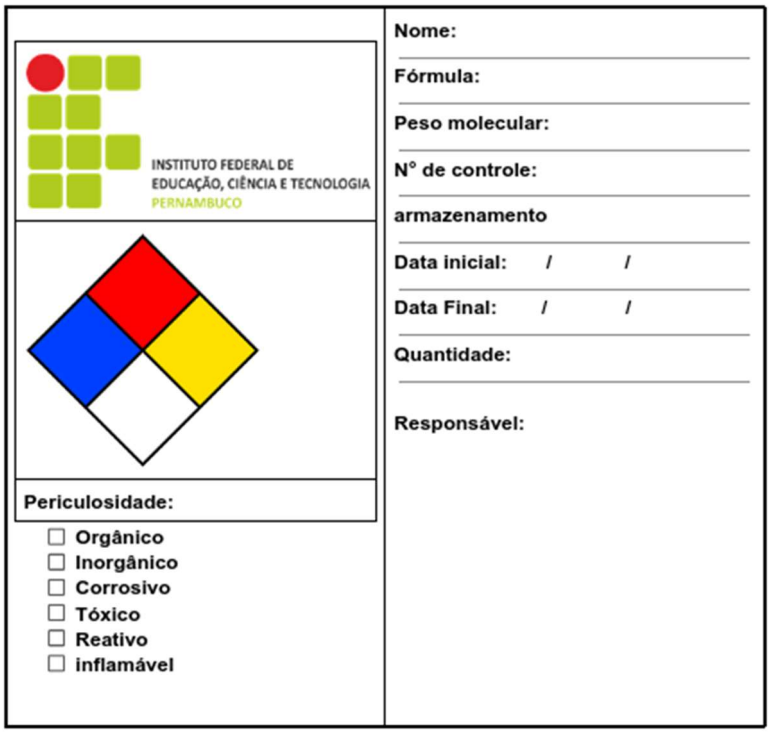
Espécie	Características observadas na reação com a água
Na. K, Rb, Cs	Reação violenta, gerando explosão. O sódio reage menos violentamente.
Cálcio	Reage violentamente
Hidretos de sódio, potássio e cálcio	Reagem violentamente. A reação do $LiAIH_4$ com água é menos violenta
Metil Lítio, butil lítio, organometálicos de magnésio, alumínio e cádmio	Reagem violentamente

Óxido de fósforo e Óxido de cálcio	Reagem violentamente liberando calor
Anidridos e cloretos de ácidos	Reagem violentamente
Carbonetos de cálcio	Reagem liberando acetileno, que podem queimar
Haletos de fósforos	Reagem violentamente
Peróxidos de potássio	Reagem violentamente

Fonte: Chrispino; Faria (2010)

O rótulo da figura da figura 5, é uma proposta para uma padronização de identificação dos resíduos gerados nos laboratórios do IFPE *campus* Ipojuca. Esse rótulo foi baseado no modelo utilizado pela UFPE.

Figura 5 - Rótulo para resíduos químicos



Fonte:O Autor (2025)

3.9 Armazenamento

O armazenamento pode ser interno, também conhecido como armazenamento temporário, isso porque fica localizado próximo ao local de geração e armazenamento externo, quando fica próximo para a coleta externa (Veiga, 2010).

As áreas de armazenamento interna seguem as diretrizes da resolução RDC 306/04, que visa agilizar a coleta interna e aperfeiçoar o deslocamento das UG e o ponto de coleta final (Lima, 2012; Penatti, 2009).

Os laboratórios que possuem armazenamento interno, precisam estar atentos às normas de segurança, que estabelecem áreas demarcadas e restritas. São as principais:

- que estas áreas disponham sacos plásticos resistentes para o armazenamento de resíduos sólidos tóxicos e coletores de 50 litros para a destruição de líquidos contaminados
- Recebem faixas de demarcação de segurança e sinalização de advertência;
- Estejam rente a locais ventilados;
- Possuir iluminação artificial;
- Pisos e paredes lisas e laváveis (Penatti, 2009; Veiga, 2010).

Além disso, ainda é necessário realizar a separação por incompatibilidade, inflamabilidade, corrosividade e resíduos químicos perigosos (Veiga, 2010), porém se for desconhecido a incompatibilidade, recomenda-se não misturá-los (Lima, 2012). Também é sugerido a utilização de uma ficha de emergência do resíduo, que está alinhado com o Sistema Global Harmonizado (GHS), para caso ocorra algum tipo de acidente (ABNT, 2011).

Cunha 2001 diz, que quando completado um recipiente com resíduo, este deve ser neutralizado seguindo as seguintes instruções:

> Para neutralizar a sua incompatibilidade recomenda-se reagir os ácidos fortes com bases fracas, reagir às bases fortes com ácidos fracos, reagir os oxidantes enérgicos com um redutor brando, reagir os redutores enérgicos com oxidante brando e reagir os hidrolisáveis com água. Os metais e ligas devem ser lavados, secos e guardados como resíduos sólidos (Cunha, 2001, p. 424).

Porventura, caso os resíduos não possam ser tratados no laboratório gerador, os mesmos devem ser armazenados temporariamente até que sejam enviados a uma empresa especializada, o armazenamento tem que ser feito de modo que preserve as características do resíduo.

3.10 Transporte

Esta etapa é recomendada quando não existe a possibilidade de tratamento *in loco*, portanto o resíduo que está acondicionado deve ser encaminhado para uma empresa especializada em tratamento de resíduos, mas para esse transporte ocorrer necessita-se que sejam aplicadas as normas de transporte estabelecidas pelo INMETRO Portaria 451/08, que estabelece para o transporte terrestre de resíduos perigosos os rótulos e embalagens, para tanque portátil, onde empresas contratantes deste serviço sendo elas, pública ou privada, não estando de acordo com a portaria 451/08 quando feito o transporte terrestre, é atribuído ao INMETRO poderes de polícia para a execução da lei n° 9933 de 20 de Dezembro de 1999 (Lopes, 2018). Além disso a RDC 306/04, diz que o transporte interno é o traslado da UG para o local de armazenamento, enquanto o transporte externo é o traslado de resíduos armazenados para o local de disposição final (Lima, 2012), para isso seguem-se normas de segurança tais quais as NBR 9735/23, NBR 7500/23 e NBR 13221/03, essas normas definem quais os requisitos mínimos para o transporte de resíduos perigosos, quais podem ser reutilizados, os equipamentos de segurança para o transporte terrestre de resíduos perigosos, simbologia e dimensionamento das embalagens de resíduos perigosos. Isso é feito para garantir a segurança de quem manipula o resíduo bem como evitar danos ao meio ambiente.

3.11 Disposição final

Jardim (1998) afirma que a disposição final de resíduo é o termo técnico utilizado para determinar a forma e o local escolhidos para receber definitivamente qualquer resíduo descartado. Souza (2020), Philippi; Aguiar (2005) corroboram ao dizer que a disposição final é um arranjo definitivo preparado previamente para os resíduos.

Assim, para realizar o descarte correto primeiramente deve-se analisar e classificar os resíduos. Isso é feito seguindo os itens da NBR 10004/04, a análise é feita por um laboratório terceirizado segundo a (ABNT, 2004a).

A disposição final está sujeita a fiscalização estadual (por exemplo no Estado de Pernambuco, compete à CPRH fazer a fiscalização, enquanto no Estado de São Paulo compete à CETESB). Via de regra, as legislações estaduais têm sido bastante condescendentes para laboratórios de pesquisa que não geram resíduos químicos rotineiramente.

Para a os resíduos sólidos seguem as classificações, classe I (perigosos) são resíduos que tem idiossincrasias físicas, químicas e biológicas que podem apresentar risco à saúde, estes devem ser dispostos em um aterro sanitário industrial, classe II (não inertes) e classe III (inertes) são resíduos designados não perigosos, podem ser descartados ao aterro sanitário, junto aos resíduos convencionais (Jardim, 1998; Souza, 2020).

3.12 Educação socioambiental

4. METODOLOGIA

Este trabalho está embasado em outros autores como (Souza, 2020), (Lopes 2018), (Almeida, 2013), (Jardim, 1998), (Lima, 2012) e (Penatti, 2009), e propõe-se a uma pesquisa exploratória qualitativa.

Uma pesquisa qualitativa é aquela que não utiliza como foco central uma base estatística para análise de um problema, portanto não necessita numerar ou medir unidades.

Na primeira etapa foi feita a revisão bibliográfica, onde foram consultadas as definições de resíduos químicos e gerenciamento de resíduos, bem como algumas das normas e resoluções que norteiam o tratamento desses resíduos.

Na segunda etapa foi elaborado um questionário, que foi adaptado do trabalho de (Souza, 2020; Lopes 2018), este questionário foi aplicado aos técnicos de laboratório de química do *campus* Ipojuca e aos docentes dos cursos técnico e superior em Química.

Tabela 7 – Questionário

Pergunta	Sim	Não	Comentário
Existe registro, dimensionamento ou estimativa da quantidade de resíduos químicos gerados mensalmente neste laboratório?			

Os usuários deste laboratório recebem alguma instrução formal sobre manejo dos resíduos gerados nas atividades?			
Existem resíduos não identificados no interior do laboratório?			
O laboratório adota algum tipo de identificação padronizada para os recipientes de resíduos (rótulos padronizados, sistema de cores etc.)?			
Nas disciplinas cujas aulas são ministradas neste laboratório, são incluídas informações sobre o manejo dos resíduos químicos gerados (acondicionamento, armazenamento, transporte, coleta, tratamento, destinação final)?			
Existe, no interior do laboratório, espaço especificamente destinado ao armazenamento dos resíduos químicos até a coleta?			
Os resíduos químicos gerados no laboratório são coletados em intervalo de tempo regular? (Se sim, descreva na coluna de comentários qual a periodicidade. Ex: semanal, mensal, bimestral, semestral, outra.)			
É realizado algum tipo de pré-tratamento dos resíduos gerados no laboratório, antes da coleta?			
Há apoio ou incentivo da administração superior do instituto para ações que visam a gestão e manipulação adequada dos resíduos químicos?			
Existe ou já existiu algum tipo de cobrança ou exigência por parte dos órgãos de fomento à pesquisa sobre o manejo dos			

resíduos gerados em laboratórios?			

Fonte:O Autor (2025)

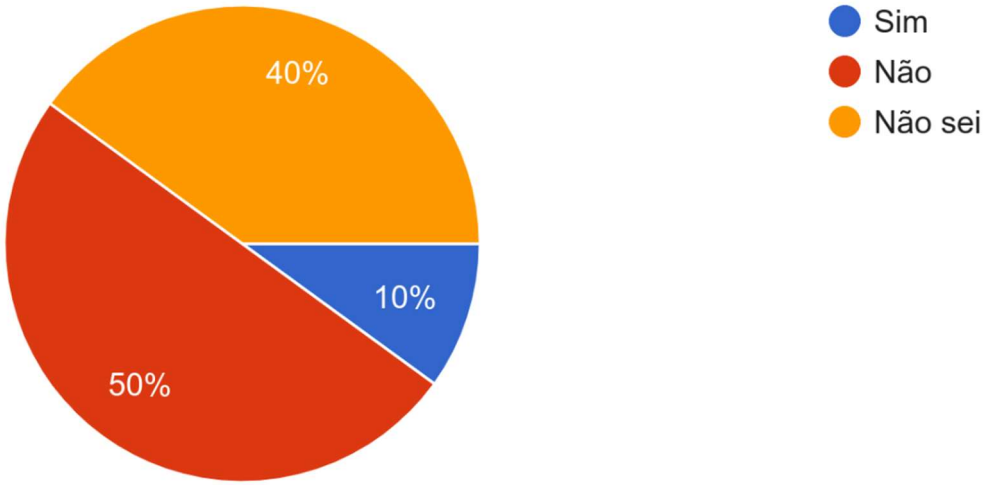
Foi utilizado o *Google* Formulário, para a aplicação do questionário, e o *excel* para a análise dos dados, que foram construídos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas as respostas de 2 técnicos de laboratórios e 11 docentes, mas um desses docentes respondeu o questionário como, NÃO SEI, em todas as questões, logo, foi desconsiderada essa resposta.

A seguir serão mostrados os resultados em gráficos e tabelas, para cada uma das perguntas com as distribuições das respostas “SIM, NÃO, NÃO SEI” além disso serão apresentados os comentários feitos pelos entrevistados.

Figura 6 - PERGUNTA 1: Existe registro, dimensionamento ou estimativa da quantidade de resíduos químicos gerados mensalmente neste laboratório?

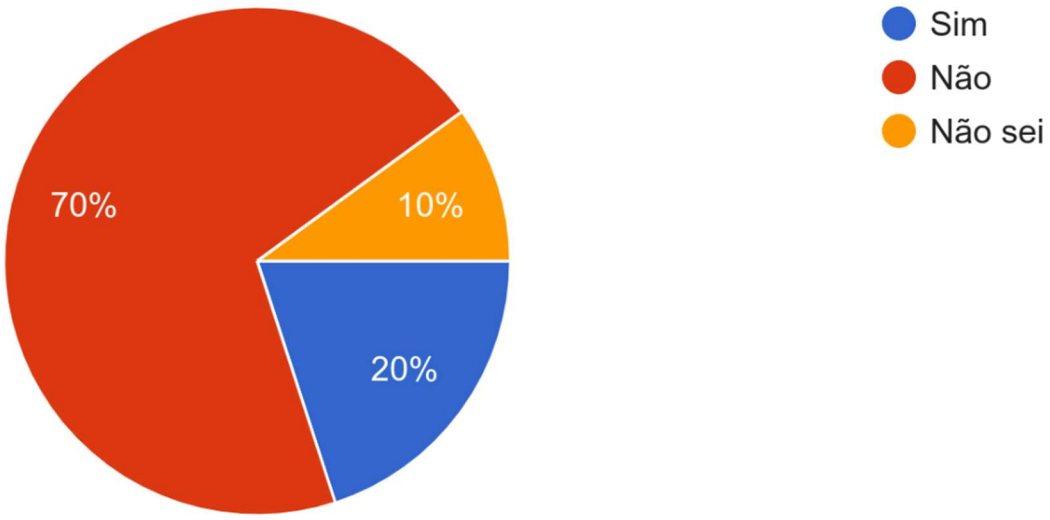


Fonte: O Autor (2025)

Ao analisar o gráfico acima (Figura 6) percebemos que 10% responderam que existe algum tipo de dimensionamento ou estimativa, enquanto 50% responderam não haver e 40% não souberam responder. As respostas acima corroboram com o trabalho de Souza 2020, que indica que 71% dos entrevistados da pesquisa dele também responderam “NÃO”, isso pode ser causado pela variabilidade de resíduos gerados, mas também pelo alto fluxo de pessoas no laboratório, o que acaba por dificultar o gerenciamento dos rejeitos, é um primeiro passo para a caracterização dos resíduos de modo geral. Jardim (1998) destaca a importância de haver um inventário como um passo inicial para se estabelecer um PGRQ, pois não havendo, teria de ser feito um trabalho de identificação de análise qualitativa, o que pode ser mais trabalhoso e cansativo. Observamos nos trabalhos de Leite (2017) e Lima (2012) que o dimensionamento, quando feito por análise do que foi gerado, cria assim, uma rota desde a separação dos reagentes para a utilização, até o descarte dos rejeitos. Portanto, pode-se prever a quantidade que foi gerada anteriormente e facilitar o gerenciamento futuro, bem como gerir com maior eficiência os recursos disponíveis.

Além disso, os 10% dos entrevistados comentaram, que o dimensionamento era feito de modo parcial.

Figura 7 - Pergunta 2: Os usuários deste laboratório recebem alguma instrução formal sobre manejo dos resíduos gerados nas atividades?



Fonte: O Autor (2025)

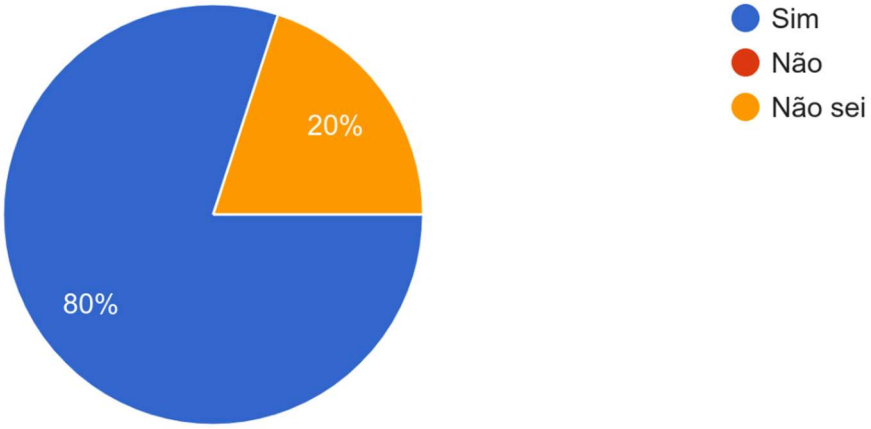
Percebemos no gráfico acima (Figura 7), que a maioria dos entrevistados responderam não ter tido algum tipo de treinamento formal para fazer o manejo dos resíduos gerados nas atividades de laboratório, ao analisarmos as respostas feitas aqui e compará-las ao trabalho de Souza (2020), é notável a diferença nos resultados, pois no trabalho de Souza a maioria respondeu “SIM” e esta diferença deve-se ao fato de ainda não existir um PRG no *campus* do IFPE Ipojuca. Observamos no trabalho de Alberguini (2003) a importância do treinamento, pois foi com a preparação adequada que eles obtiveram êxito em desenvolver um método eficiente para gerenciar os resíduos localmente produzidos, apesar disso Oliveira *et al.* (2020), ressalta a importância de, após estabelecido um PGRQ, o mesmo ser revisado e novas técnicas implementadas para atender demandas novas ou diferentes. Em Cunha (2001) ele destaca que os coordenadores do PGR, são os responsáveis pelo treinamento, Lima

(2012) afirma que além de aprender a manusear equipamentos de EPIs e EPCs e lidar com o correto manejo de resíduos químicos perigosos, o profissional capacitado conseguirá ser um agente de tomada de decisões em situações que envolvam perigo ou risco.

Os comentários dos entrevistados dizem que antes das aulas práticas há prévia instrução realizada por técnicos do laboratório, ou as instruções de como proceder está inclusa no material didático.

Segundo Souza (2020) todos os usuários do laboratório precisam estar atentos e conscientes dos riscos ambientais que podem estar envolvidos nas atividades, então quando concebe-se essa concepção, medidas podem ser adotadas para prevenção de riscos e mitigação de danos.

Figura 8 - Pergunta 3: Existência de reagentes fora do prazo de validade?

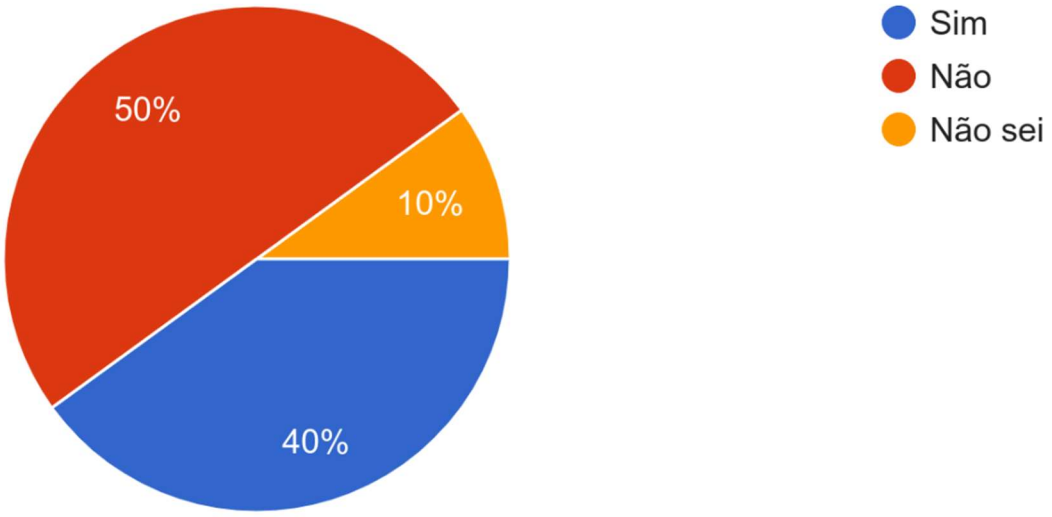


Fonte: O Autor (2025)

Ao analisar o gráfico (Figura 8) identificamos que 80% confirmaram que existem reagentes fora do prazo de validade e 20% não souberam responder, essa resposta constata o que foi analisado por Lopes 2018, no qual 100% dos entrevistados responderam que existia reagentes fora do prazo de validade. De acordo com lopes (2018) uma medida para evitar o acúmulo de reagentes vencidos, seria uma troca de produtos entre instituições de ensino, mas também vale ressaltar que muitas instituições de ensino, como o IFPE, recebem doações desses insumos vencidos de indústrias, pois os mesmos não estão mais em condições para utilização em ambientes fabris, ou de pesquisa, mas servem para ensino, como reafirmado pelos comentários dos entrevistados que, apesar de haver alguns reagentes inorgânicos

fora do prazo de validade, aulas práticas são possíveis de serem feitas.

Figura 9 - Pergunta 4: Existem resíduos não identificados no interior do laboratório?

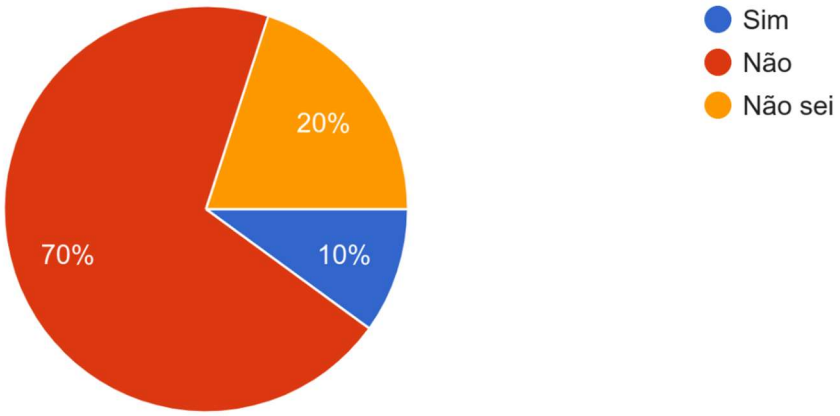


Fonte: O Autor (2025

Observamos o gráfico (figura 9) que metade dos entrevistados responderam “NÃO”, 40% disseram que existem resíduos não identificados e 10% não souberam responder. Ao analisarmos o trabalho de Souza (2020) notamos que 86,7% responderam que não existem resíduos não identificados, ao observarmos a pesquisa de Lopes 2018, notamos que 50% disse que havia e 50% disse que não havia. Como diz Lima (2012) é através da identificação que se obtém informações sobre a caracterização, quantidades e os meios adotados para a disposição final. Quando analisados os trabalhos de Demaman *et al.* (2004), vemos uma proposta para incluir no roteiro da aula prática, perguntas sobre, quais resíduos foram gerados ao final da prática?; e se esses resíduos podem ser reutilizados?; Em Leite (2017) também vemos a utilização de uma ficha de informações sobre resíduos gerados que deve ser preenchido pelos professores. Em Cunha (2001) vemos que após o devido alocamento dos resíduos, o segundo passo antes de iniciar um tratamento, foi a adequada identificação, Jardim (1998) ressalta ainda que embora gaste-se muito tempo com métodos analiticos para a caracterização de resíduos sem rótulos, ainda é importante fazê-lo, pois os mesmos podem ser bastante uteis para a reutilização nas

aulas. Tavares e Bendassolli (2005) reforçam esse entendimento em sua pesquisa, isso porque, mencionam que a primeira coisa a se fazer com resíduos sem rótulos é caracterizá-los de forma individual com métodos anteriormente testados. Torna-se perceptível considerar que há uma necessidade dos laboratórios em manter os resíduos identificados para que não ocorra acidentes, mas também para que exista um processo de maior automação e agilidade quando estabelecido um PGRQ. De acordo com comentários dos entrevistados é possível que existam resíduos não identificados no laboratório.

Figura 10 - Pergunta 5: O laboratório utiliza o GHS ou algum tipo de identificação padronizada?

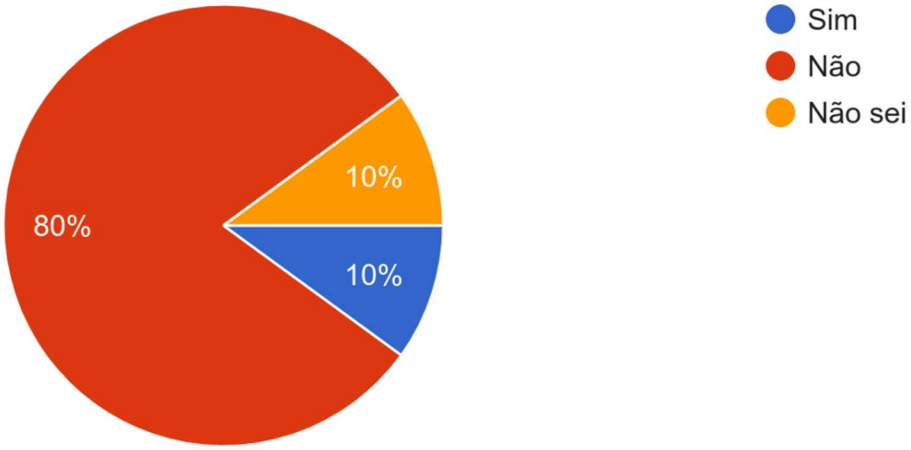


Fonte: O Autor (2025)

Ao analisarmos o gráfico (figura 10) visualizamos que 70% dos entrevistados disseram não haver um sistema padronizado, 10% responderam “SIM” e 20% não souberam responder. Notamos a prevalência da resposta “NÃO”, o que difere do trabalho de Souza (2020), onde a maioria respondeu “SIM”. Souza (2020) ressalta ainda a importância de se ter um sistema de identificação padronizada, pois o mesmo facilita o manejo e a procura por informações. Vemos no trabalho de Lopes (2018), onde são apresentados os resíduos, eles são descritos como não tendo identificação padronizada, apesar de todos apresentarem identificação, com marcadores ou um papel impresso, mas não seguindo um modelo padrão de rótulo, diferente do que é visto em Leite (2017) no qual os resíduos têm rótulos padronizados.

Figura 11 - Pergunta 6: Nas disciplinas cujas aulas são ministradas neste laboratório, são incluídas informações sobre o manejo dos resíduos químicos

gerados (acondicionamento, transporte, coleta, tratamento, destinação final)?

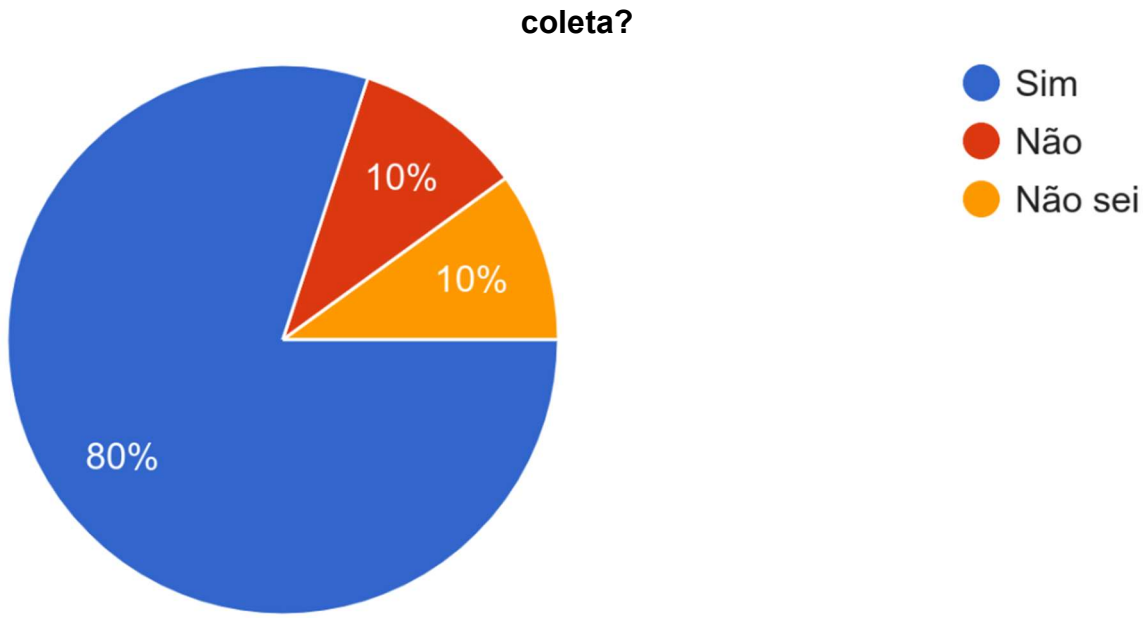


Fonte: O Autor (2025)

O gráfico da figura 11, nos mostra que 80% dos entrevistados responderam que não são incluídas informações sobre o manejo dos resíduos que são gerados durante a prática, 10% responderam que existe algum tipo de informação ou instrução e 10% não souberam responder. Quando comparadas com o trabalho de Souza (2020), percebemos que 67% responderam “NÃO” e 33% “SIM”, assim vemos uma relação correspondente, no qual a maioria dos entrevistados dizem não haver qualquer tipo de informação sobre gerenciamento de resíduos durante as aulas que são ministradas no laboratório.

Alguns entrevistados comentaram que existem instruções sobre o que fazer com o resíduo incluídas no roteiro da aula prática. Essa pergunta que foi elaborada por Souza (2020) tem a intenção de analisar como os professores têm trabalhado a Química Ambiental durante a formação do estudante. Logo, de acordo com Mozeto e Jardim (2002) a Química Ambiental por estudar as transformações e processos químicos que ocorrem na natureza, seja por ação humana ou natural, para eles compreende-se assim a definição para a Química Ambiental “como a ciência que traz uma elucidação dos mecanismos que definem e controlam a concentração das espécies químicas candidatas a serem monitoradas”.

Figura 12 - Pergunta 7: Existe, no interior do laboratório, espaço especificamente destinado ao armazenamento dos resíduos químicos até a



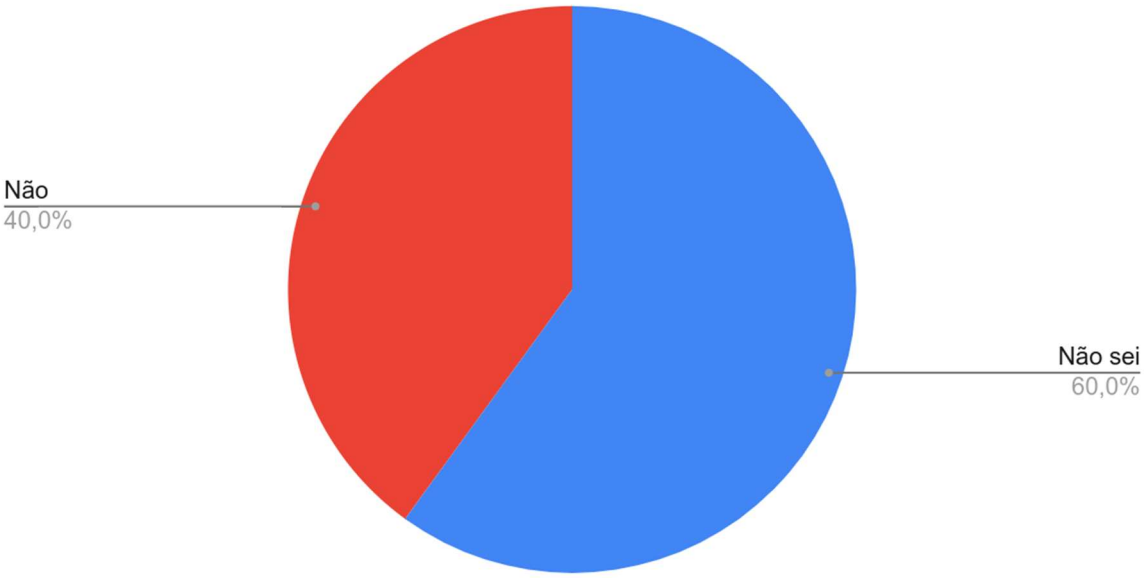
Fonte: O Autor (2025)

Observamos no gráfico (figura 12) que 10% responderam “NÃO”, 10% não souberam responder e 80% entrevistados indicam a existência de um local para o armazenamento dos resíduos, essas respostas corroboram com o trabalho de Lopes onde 100% dos entrevistados responderam, haver um local para o armazenamento, contudo é importante ressaltar que embora os entrevistados de Lopes (2018) disseram haver um local para armazenamento, mas este não era o ideal, pois pela alta quantidade de resíduos dispostos pelo laboratório, muito estavam ocupando áreas que além de atrapalhar a locomoção poderia causar também acidentes devido a incompatibilidade por respingos de água.Também com o trabalho de Souza, cujo qual, 75% responderam positivamente para a existência de um lugar para que os resíduos fossem armazenados. Notamos nos trabalhos de Alberguini (2003), Penatti (2009), Lima (2012) que eles mostram um espaço externo construído de alvenaria cujo qual é onde deve ser feito o armazenamento.

Os entrevistados desta pesquisa comentaram que os locais para armazenamento interno são adaptados pelas técnicas do laboratório. Ainda vale destacar que em Lima (2012) cita a presença de recipientes contendo resíduos em capelas, também é possível encontrar bombonas contendo resíduos em capelas nos laboratórios do IFPE *campus* Ipojuca. Os resíduos devem ser colocados em locais

conhecidos, mas que não possam ter contato direto com os usuários, para evitar acidentes ou contaminações.

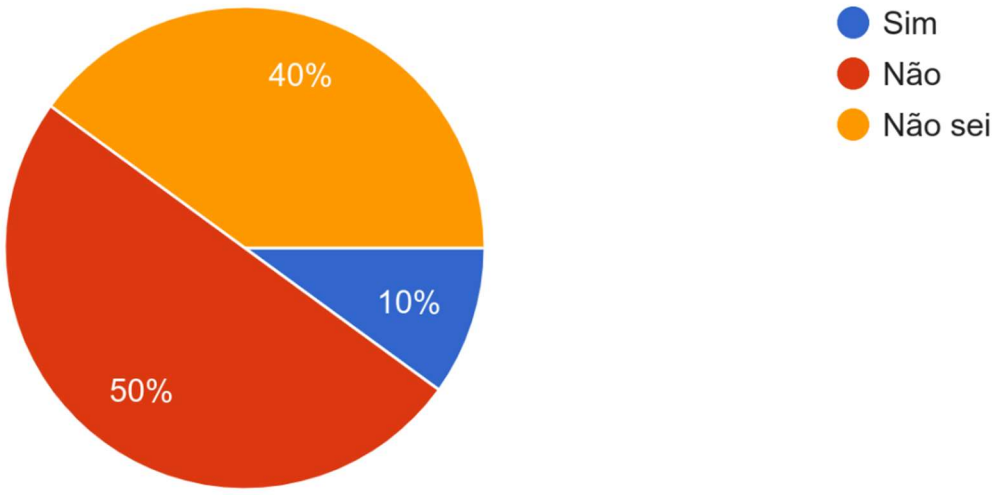
Figura 13 - Pergunta 8: Os resíduos químicos gerados no laboratório são coletados pela empresa (recicladora) ou pelo técnico do laboratório para armazenamento em intervalo de tempo regular? (Se sim, descreva na coluna de comentários qual a periodicidade. Ex: semanal, mensal, bimestral, outra)



Fonte: O Autor (2025)

Notamos pela análise do gráfico (figura 13) que 60% dos entrevistados não soube responder e que 40% disseram não haver uma coleta em intervalos de tempo pré definido. Ao compararmos com Souza, 58% dos entrevistados disseram não haver coletas em intervalos de tempo, no trabalho feito por Lopes, foi analisado que 90% dos entrevistados disseram que existe uma coleta anual e 10% disseram que é feita a cada 3 anos. Souza (2020) afirma que a coleta também está associada à quantidade de resíduo estocado, que corrobora com comentários feitos pelos participantes da pesquisa que dizem que não há coleta, porque a quantidade gerada é pouca. Veiga (2010) reforça esse entendimento, quando diz que a coleta tem que estar de acordo com a realidade de volume gerado em unidade local.

Figura 14 - Pergunta 9: É realizado algum pré-tratamento dos resíduos gerados no laboratório, antes da coleta?

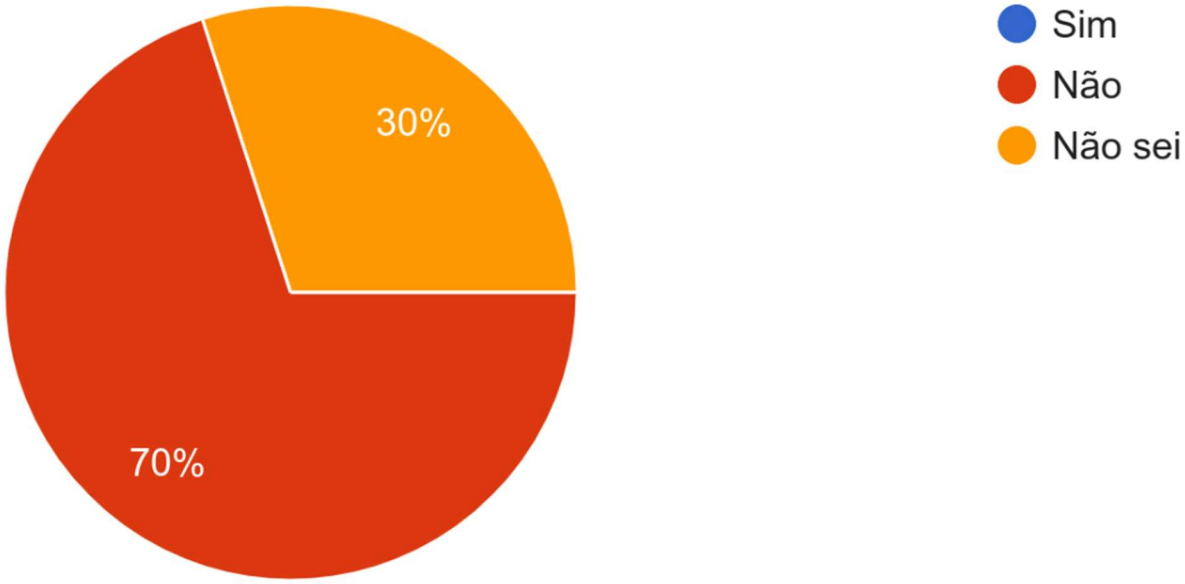


Fonte: O Autor (2025)

No gráfico (figura 14), metade dos respondentes afirmam não haver a existência de um pré-tratamento, 10% disseram que existe e 40% não souberam responder, na pesquisa de Souza 60% responderam “SIM” e 40% “NÃO”, em Lopes 33% diz que são armazenados para serem tratados no próprio laboratório. Assim percebe-se que o campus ipojuca limita-se ao armazenamento, utilizando de técnicas apenas de neutralização e separação de sólidos. Vemos em diversos trabalhos que o uso de técnicas de gerenciamento de resíduos estão sendo adotados cada vez mais

pelas IES, sendo que algumas como a UNICAMP que realizam todo o processo de tratamento ou como a UFPR que realiza um processo de pré-tratamento na própria instituição e encaminham o resíduo para o co-processamento. Alguns entrevistados comentaram que são feitas neutralização e separação de sólidos, outros afirmam que não se aplica.

Figura 15 - Pergunta 10: Há apoio ou incentivo da administração superior do Instituto para ações que visam a gestão e manipulação adequada dos resíduos químicos?

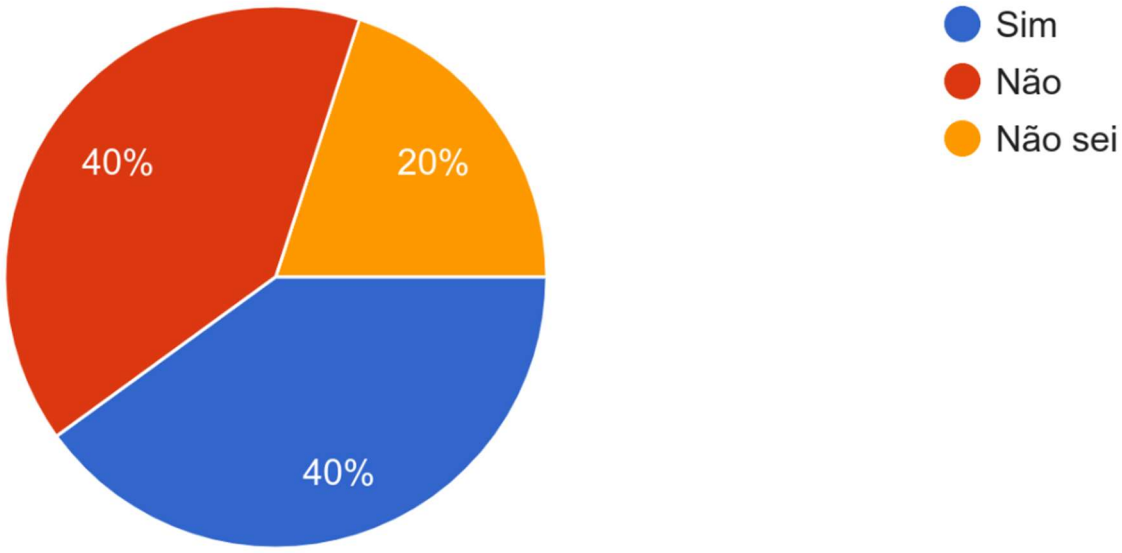


Fonte: O Autor (2025)

Ao analisar o gráfico (figura 15), entende-se pela percepção dos usuários que não há apoio da direção em mudar essa realidade, pois 70% responderam que não há incentivo ou apoio da gestão para ações que visam o manejo adequado dos resíduos gerados no laboratório e 30% não souberam responder. Diferentemente do que é visto em Souza, onde 58% afirmam que há incentivo e apoio da administração para ações de gestão de resíduos. Como é visto em Cunha (2001), Alberguini (2003) e em Leite (2017) o PGRQ parte de uma demanda interna da instituição. Percebemos em outros trabalhos que essas ações partem primeiramente do apoio irrestrito da instituição, que é fundamental para divulgação e conscientização, bem como

incentivar em outras tentativas de implementação, isso quando a primeira tentativa é um insucesso (Jardim, 1998; Oliveira, 2020). Por isso, quando analisamos a pesquisa de Souza observamos que 58% afirmam que existe algum incentivo da administração. Os comentários dos entrevistados citam que não há omissão da administração, apenas por não haver um PGRQ, outros entrevistados comentam recomendação que é feita pelo MEC e as normas de uso do laboratório.

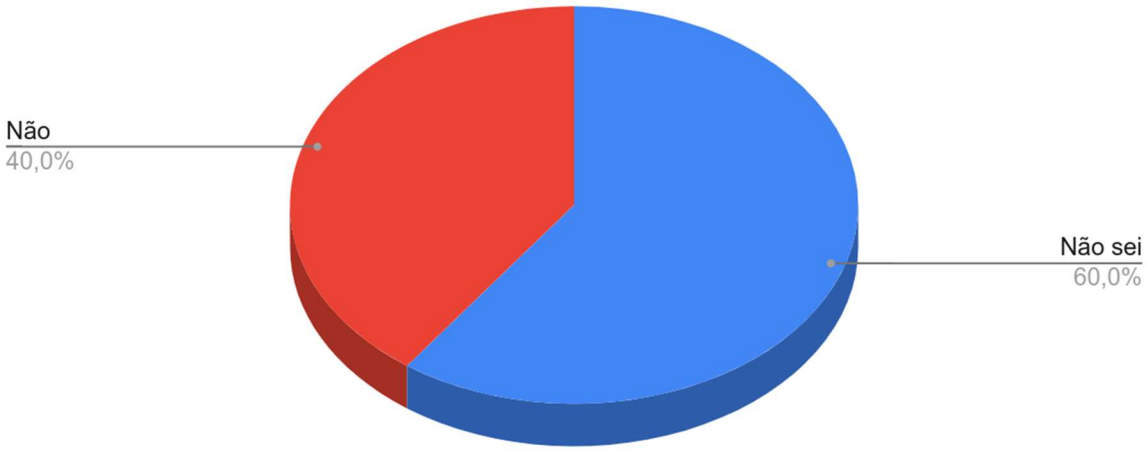
Figura 16 - Pergunta 11:Conhecimento a respeito sobre a destinação dos resíduos?



Fonte: O Autor (2025)

Observamos ao analisar o gráfico (figura 16), que 40% diz que existem procedimentos para a destinação do resíduos, 40% afirmam que não existe um procedimento e 20% não souberam responder. Notamos uma diferença ao compararmos com o trabalho de Lopes (2018) onde 100% dos pesquisados responderam positivamente sobre ter conhecimentos sobre a destinação final dos resíduos. Esse processo encaminha os resíduos para aterros sanitários, aterros industriais e/ou incineração. Os comentários citam o conhecimento em armazenamento em grupo. Jardim (1998) salienta que pequenos geradores de resíduos desprezam esse cuidado com o descarte, assim acabam por despejá-los na pia, ralos e terrenos, assim reitera a importância de estabelecer um PGRQ.

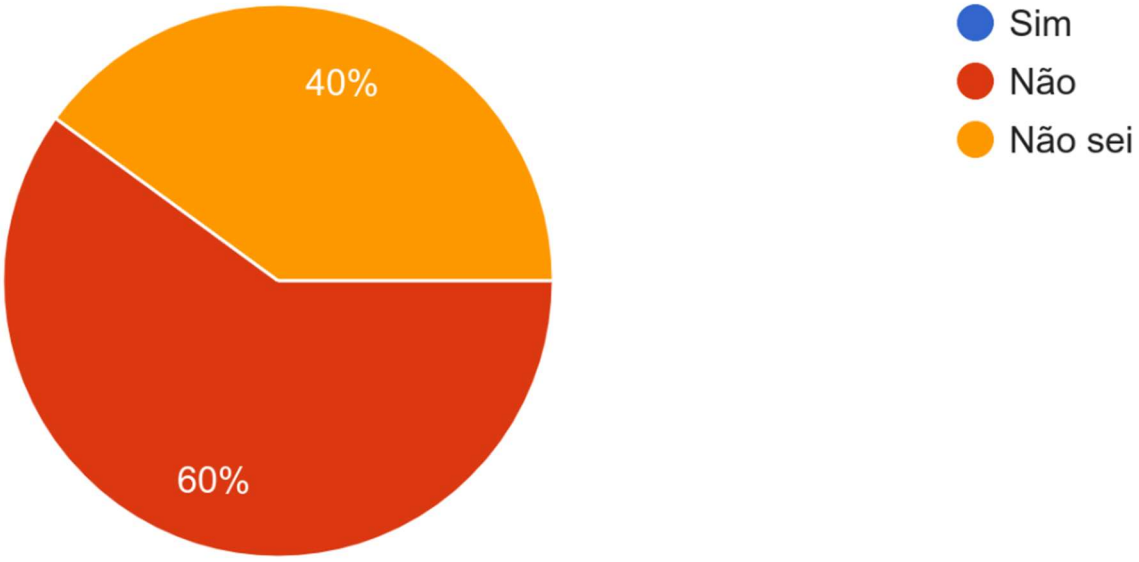
Figura 17 - Pergunta 12: A destinação final é realizado por uma empresa contratada, ou armazenada para posterior tratamento?



Fonte: O Autor (2025)

Verifica-se no gráfico (figura 17) que 40% disse que não existe um tratamento final e 60% não souberam responder. Segundo os comentários, os resíduos ficam armazenados sem tratamento. Em Lopes (2018) 67% afirmam que o resíduo fica armazenado para posterior tratamento em uma empresa especializada, 33% afirmam que a disposição final é feita no próprio laboratório. Penatti (2018) mostra que para a destinação final ocorrer de maneira adequada, os resíduos precisam ser identificados e classificados por laboratório especializado, para assim poder ser feito o encaminhamento adequado para o aterro, incineração, co-processamento, o autor ainda acrescenta que o tratamento *in loco* podem ser realizados tais como, a neutralização e a destilação. Em Bendassolli *et al.* (2003), vemos como o autor apresenta uma solução para a reutilização dos efluentes e resíduos gerados durante a síntese da amônia. Em Almeida (2013) demonstra como podem ser aplicadas técnicas de Química analítica clássica para tratar os resíduos gerados nas aulas de Química analítica qualitativa

Figura 18 - Pergunta 13: Existe ou já existiu algum tipo de cobrança ou exigência por parte dos órgãos de fomento à pesquisa sobre o manejo dos resíduos gerados em laboratório?



Fonte: O Autor (2025)

Percebemos ao analisar o gráfico (figura 18) que 60% não recebeu nenhuma cobrança e 40% não souberam responder, essas respostas corroboram com as da pesquisa feita por Souza (2020), pois em ambas as pesquisas os respondentes afirmaram não terem tido cobranças ou exigências por órgãos de fomento à pesquisa. Essa ausência de fiscalização é descrita pelos autores como uma maneira que as unidade geradoras justificam a falta de gerenciamento ou um desenvolvimento desse gerenciamento de modo desigual (Leite, 2011; Lima, 2012, Jardim, 1998). Os entrevistados comentaram que existe, mas que desconhece qualquer projeto em andamento no IFPE *campus* Ipojuca, alguns citam que existe as resoluções da ANVISA e CONAMA.

A pesquisa teve limitações na amostragem de técnicos de laboratórios, pois se restringe apenas ao laboratório de química do *campus* Ipojuca.

6. CONSIDERAÇÕES

É notório, diante dos resultados apresentados, que o gerenciamento de resíduos é feito apenas para fins de armazenamento, não havendo uma disposição final adequada, dificultando a recuperação de reagentes para serem reutilizados. Vemos no trabalho de Afonso (2005) como a recuperação de resíduos pode ajudar a comunidade local, com a doação de reagentes recuperados para escolas do ensino básico que dispõe de laboratórios, porque muitas vezes não há práticas, pois não possuem vidrarias ou reagentes. Além disso, como visto no trabalho de Micaroni (2002) ao colocar o GR como prática de ensino, desenvolve-se no estudante saberes sólidos de conhecimento prático e teórico. Segundo Oliveira (2020) essa implementação de um PGRQ em uma IES, visa com que na atualidade, na qual a preservação do meio ambiente é destaque, os estudantes possam ser conscientizados e sintam-se pertencentes a uma causa.

A pesquisa também foi realizada para conhecer como a instituição tem agido diante desta problemática, percebemos com os resultados, que ainda é um tópico que não é prioridade do instituto, embora pareça haver desconhecimento ou distanciamento da direção sobre este tema, os entrevistados de maneira informal, expressam a importância de um PGRQ e sentem falta dele no *campus*.

Por isso, programas de extensão que abordem esta temática seriam uma iniciativa pela qual poderiam testar a viabilidade de um PGRS, através da aplicação de metodologias existentes e desenvolvimentos de novas técnicas com os recursos disponíveis no IFPE - Ipojuca.

De acordo com Afonso (2005), o estudante que participa de um projeto de GR, desenvolve um maior espírito crítico, bem como, uma formação sólida em química análitica, porque estará em contato com diversos elementos da tabela periódica, além de outras substâncias compostas e, junto a isso, o estudante desenvolverá uma postura correta dentro do laboratório em relação a segurança, higiene e caráter profissional.

Como notado nos trabalhos de Afonso (2003), Jardim (1998) e Cunha (2001), um PGRS inicia-se pela demanda interna da instituição, através da necessidade de recursos, mas também da conscientização dos colaboradores. Assim, como diz Anaya (2015) esse processo de formação do professor com conhecimentos científicos

contextualizados ao cotidiano contribui para um formador de pensamento crítico e de pessoas conscientes e ativas. (Tavares; Bendassolli (2005); Laudeano, 2011) argumentam, que é de grande valia implementar um PGRQ, embora haja desafios, como o treinamento recorrente de pessoal, todavia é fornecido conceitos e técnicas essenciais para a diminuição da poluição ambiental por produtos químicos, mas ressaltam que, a adoção de estratégias de destino relacionado à preservação ambiental, nas mais simplórias atividades humanas, é decorrente de uma evolução da conscientização dos cidadãos e empresas sobre os danos causados. Postigo (2021) propõe um ensino construtivista durante a disciplina de Química analítica qualitativa, para que o aluno desenvolva técnicas aprimoradas de observação. Mortimer (1992) ressalta a importância de que conceitos epistemológicos da Química clássica, sejam contextualizados com os processos químicos atuais da indústria. Como afirma Mozeto e Jardim (2002), a Química Ambiental realiza diagnósticos e tem atuado cada vez mais na busca por soluções.

A Filosofia da Química verde está alicerçada no melhor aproveitamento dos recursos naturais, a fazer com que haja menos poluição e menores riscos para a sociedade e pesquisadores (Mistura, 2010)

Machado e Mól (2008) conclui que, a gestão de resíduos químicos beneficia o entendimento da Química como uma ciência que tem papel fundamental e ético com a vida.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J.C.,*et al.* Gerenciamento de resíduos laboratoriais: Recuperação de elementos e preparo para descarte final. **Química Nova.** v.26, n.4, p.602-6011, 2003.

AFONSO, J.C., *et al.* Análise sistemática de reagentes e resíduos sem identificação. **Química Nova.** v.28, n.1, p.157-165, 2005.

ALBERGUINI, L.B.A., *et al.* Laboratório de resíduos químicos do *campus* USP-São Carlos - Resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos químicos em um *campus* universitário. **Química Nova**. v.26, n.2, p.291-295, 2003.

ALMEIDA, E.W.A. **Resíduos gerados nas aulas práticas experimentais de Química analítica qualitativa**: Tratamento de cátions. 2013. Trabalho (Conclusão de Licenciatura em Química) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2013.

ANAYA, C.J.B. **Tema químico social do petróleo, na abordagem de cromatografia líquida e gasosa, para alunos do ensino médio técnico em química e Petróleo & Gás.** Trabalho (Conclusão de Licenciatura em Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

ANDREOLI, C.V., *et al.* **Resíduos sólidos: Origem, classificação e soluções para destinação final adequada.** Curitiba, 2014. Disponível em: http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/32_Residuos-solidos.pdf Acesso em: 17 dez 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7503:2011 – Transporte terrestre de produtos perigosos – Ficha de emergência e envelope para o transporte**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7500**: Símbolos de risco e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9735**: Conjunto de equipamentos para emergência no transporte terrestre de produtos perigosos, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13221**: Transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro, 2003.

BENDASSOLI, J.A.*, et al.* Gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas no laboratório de isótopos estáveis do CENA/USP. **Química Nova**, v.26, n.4, p.612-617, 2003.

BIOAGRI LABORATÓRIOS. **Plano de gerenciamento de resíduos**. Piracicaba, SP: Bioagri Laboratórios, 2006.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução a Engenharia Ambiental.** 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. p.155-156

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 358 de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o tratamento e destinação dos resíduos de serviços de saúde e dá outras providências. Brasília: CONAMA, 2005. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462 Acesso em: 13 fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Brasília: MMA, 2005. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf . Acesso em: 20 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC n°306, de 7 de dezembro de 2004**. Brasília: ANVISA, 2004. Revogado, em vigor está a RDC n° 222 de 28 de março de 2018. Brasília: ANVISA, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/servicosdesaude/gerenciamento-de-residuos/PerguntaseRespostasRDCn.2222018.pdf . Acesso em: 13 fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 313 de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Brasília: CONAMA, 2002. Disponível em: http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=263 . Acesso em: 13 fev. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC n° 11, de 16 de fevereiro de 2012**. Brasília: ANVISA, 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/res0011_16_02_2012.html . Acesso em: 13 fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002**. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_307.pdf . Acesso em: 13 fev. 2025.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Portaria n° 451, de 19 de dezembro de 2008**. Brasília, INMETRO, 2008. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001404.pdf . Acesso em: 13 fev. 2025.

BRASIL. **Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e da outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 03 ago, 2010, seção 1, p. 3. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm . Acesso em: 14 de fev. 2025

BRASIL. **Lei 9.933, de 20 de dezembro de 1999**. Dispõe sobre as competências do CONMETRO e do INMETRO. Institui a taxa de serviços metrológicos; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 21 de dezembro de 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9933.htm#:~:text=L9933&text=LEI%20No%209.933%2C%20DE%2020%20DE%20DEZEMBRO%20DE%201999.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20as%20compet%C3%AAncias%20do,Metrol%C3%B3gicos%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias. Acesso em: 14 de fev. 2025.

COSTA, M. A. F. **Segurança Química básica em biotecnologia e ambientes hospitalares.** São Paulo, Livraria Santos Editora, 1996.

CUNHA, C. J. O programa de gerenciamento dos resíduos laboratoriais do DEPTO de Química da UFPR**. Química Nova.** v.24, n.3, p.424-427, 2001.

CHRISPINO, A; FARIA, P. **Manual de Química experimental**. Campinas, Editora Átomo, 2010, p.58.

D'AVILA, R.A.P. **Dicromatometria: Uma proposta para o tratamento e gerenciamento de resíduos na prática de Química analítica da UFRRJ.** Monografia de trabalho de conclusão de curso, Seropédica, 2010.

DI VITTA, P.B. *et al.* **Gerenciamento de resíduos no Instituto de Química da Universidade de São Paulo.** *In*: ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais** [...]. UFRGS, 2002.

DEMAMAN, A.S., *et al.* Programa de gerenciamento de resíduos dos laboratórios de graduação da universidade regional integrada do Alto Uruguai e das Missões- *campus* Erechim. **Química Nova**, v.27, n.4, p.674-677, 2004.

FARIA, B. de A; OLIVEIRA, S. M. de; SANTOS, A. de P. Tratamento de resíduos de aulas práticas de Química**. Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer.** Goiânia, v.6, n.10, p.1-7, 2010.

FIGUERÊDO, D. V. **Manual para gestão de Resíduos Químicos Perigosos de Instituições de Ensino e de Pesquisa.** 1 ed. Belo Horizonte: Conselho Regional de Química de Minas Gerais, p.364, 2006.

FREIRE, R. S. *et al*. Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo organocloradas, **Química Nova.** v. 23, n. 4, p, 504-511, 2002.

GERBASE, A. E. Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 1, 2005. Disponível em: http://www.scielo.org/php/index.php . Acesso em: 15 fev. 2025

GIL, E. de S. *et al.* Aspectos Técnicos e legais do gerenciamento de resíduos químico-farmacêuticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas.** São Paulo, v. 43, n. 1, p.19-29, 2007.

JARDIM, W. F. **Gerenciamento de resíduos químicos.** Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, São Paulo. 1997.

JARDIM, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova.** 1998.

LAUDEANO, A. C. G. *et al.* Proposta de gerenciamento de resíduos químicos para laboratórios de instituições de ensino médio e técnico. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2., 2011, Londrina.

LEITE, T. M. **Tratamento de resíduos gerados nas aulas de Química Analítica**, Trabalho (Conclusão de Licenciatura em Química) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2017.

LIMA, I. C. **Gerenciamento de Resíduos químicos de laboratórios: estudo de caso do Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, 2012.

LOPES, M. dos S. **Práticas de gerenciamento aplicadas à resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa no município de Caçapava do Sul-RS**. Trabalho de conclusão (Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2018.

MACHADO, P. F. L; MÓL, G de S. Resíduos e Rejeitos de Aulas Experimentais: O que fazer? **Química Nova.** São Paulo, n.29, p.38-41, 2008.

MACHADO, A. M. R; SALVADOR, N. N. B. **Gestão de Resíduos Químicos**: Normas de Procedimentos para Segregação, Identificação, Acondicionamento e Coleta de Resíduos Químicos. São Carlos: UFSCAR, 2005. p.36.

MARTINS, A. F. **Segurança de laboratório e higiene ocupacional**: Manual de prevenção de acidentes em laboratórios Químicos. Santa Maria: UFSM. Centro de ciência exatas e naturais, 1986.

MORTIMER, E. F. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de Química: Mudança Conceitual e perfil epistemológico. **Química Nova.** 1992, p.242-249.

MOZETO, A. A; JARDIM, W. F. A Química Ambiental no Brasil. **Química Nova.** v. 25, 2002, p.7-11.

MISTURA, C. M. *et al.* Gerenciamento de Resíduos dos Laboratórios de Ensino de Química da Universidade de Passo Fundo, RS. **Revista CIATEC – UPF**, Passo Fundo, v. 2, 2010, p. 54-64.

MICARONI, R. C da C. M. **Gestão de Resíduos em Laboratórios do Instituto de Química da UNICAMP**. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas, 2002.

OLIVEIRA, D. B. *et al.* A construção de conceitos sobre gestão e tratamento de resíduos químicos: uma experiência de formação de estudantes de Química. **Química Nova.** v. 43, n. 3, 2020, p.382-390.

PAIM, C.P. *et al.* Gerenciamento de resíduos químicos: uma necessidade. **Caderno de Farmácia.** Porto Alegre, v. 18, n. 1, p.23-31, 2002.

PENATTI, F. E. **Gerenciamento de resíduos como instrumento de gestão ambiental em laboratórios de análises e pesquisa da área de Química**. Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

PERRIN, D.D; ARMAREGO, W. F. L. Purification of laboratory chemicals**. Pergamon Press,** 3º Edition, 1988.

POSTIGO, J. P. *et al.* Uma proposta para o ensino de laboratório de Química Analítica. **Química Nova.** v. 44, n. 4, 2021, p. 502-511.

PHILIPPI JR., A; AGUIAR, A. de. O e. Resíduos sólidos: características e gerenciamento. In: PHILIPPI JR., Arlindo (org.). Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: **Manole**, 2005. p. 267–321.

REIS, P. M dos. **Gerenciamento de Resíduos Químicos nas Universidades Federais Brasileiras.** Trabalho de conclusão de curso, Química. Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei. 2014.

RUSSEL, P. **O despertar da terra:** o cérebro global. Tradução de C. A. Malferrari. São Paulo, Cultrix, 1982.

SÃO PAULO (Estado). ***Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006*****.** Dispõe sobre a prevenção da poluição do solo e da água, o gerenciamento e o controle de atividades potencialmente poluidoras, e dá providências correlatas. Diário Oficial do Estado de São Paulo: Poder Executivo, São Paulo, SP, 17 mar. 2006. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html. Acesso em: 30 maio 2025.

SOUZA, Raoni de Lucena. **Gerenciamento de Resíduos Químicos no Instituto de Química da UFF em Niterói - RJ**. Dissertação (Mestrado profissional em defesa e segurança civil) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020.

SILVA, A. M; NISHIYAMA, L. Gerenciamento de resíduos sólidos da Souza Cruz. **Caminhos da Geografia.** Uberlândia, v. 7, n. 12, p. 128-157, 2004.

SILVA, T. T de. L. **Gerenciamento de resíduos Químicos gerados no laboratório de ensino de Química Analítica no CES- UFCG**. Trabalho de conclusão (Curso de Licenciatura Plena em Química) - Universidade Federal de Campina Grande - *campus* Cuité, Cuité, 2011.

TAKAYANAGUI, A. M. M. **Trabalhadores de saúde e meio ambiente**: ação educativa do enfermeiro na conscientização para gerenciamento de resíduos sólidos. 1993. 192 f. Tese (Doutorado em Enfermagem) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1993.

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

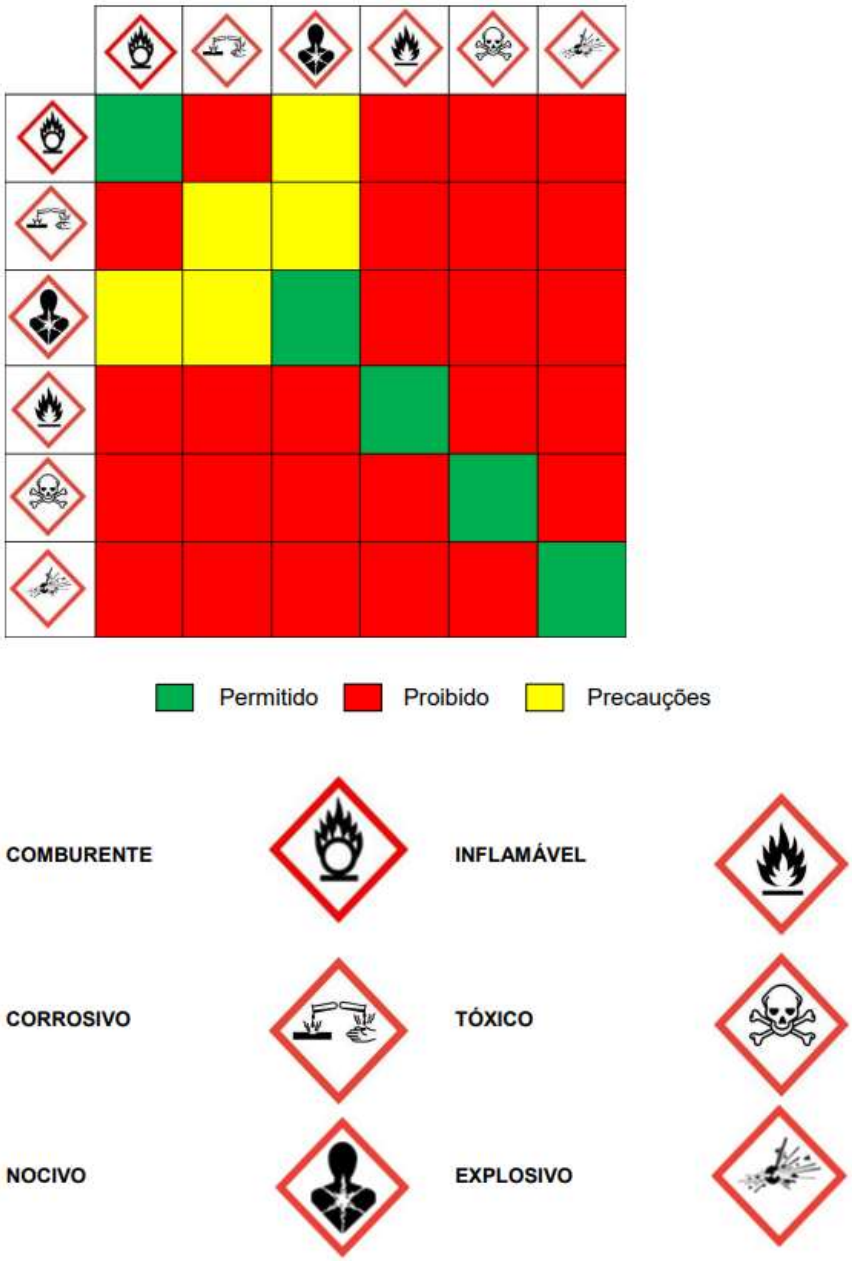
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. Manual de gerenciamento de resíduos químicos da Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. **Guia prático para gerenciamento de resíduos químicos e infectantes na UFPE**. Recife, 2017.

VEIGA, T. B. **Diagnóstico da situação do gerenciamento de resíduos perigosos no *campus* da USP de Ribeirão Preto - SP**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Enfermagem em Saúde Pública) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

APÊNDICE

Figura - 19 Incompatibilidade por pictogramas



Fonte: O UFPE (2017)

Incompatibilidade

Substância	Incompatível com
Acetileno	Cloro, Bromo, Flúor, Prata, Mercúrio.
Acetona	Ácido Nítrico (concentrado), Peróxido de Hidrogênio.
Acetonitrila	Oxidantes, Ácidos.
Ácido Acético	Ácido Crômico, Ácido Nítrico, Ácido Perclórico, Peróxido de Hidrogênio e Permanganato.
Ácido Clorídrico	Metais mais comuns, Aminas, Óxidos Metálicos, Anidro Acético, Acetato de Vinila, Sulfato de Mercúrio, Fosfato de Cálcio, Formaldeído, Carbonatos, Bases Fortes, Ácido Sulfúrico, Ácido Clorossulfônico.
Ácido Clorossulfônico	Materiais Orgânicos, Água, Metais na forma de Pó.
Ácido Crômico	Ácido Acético, Naftaleno, Cânfora, Glicerina, Álcoois, Papel.
Ácido Fluorídrico	Amônia (Aquosa ou Anidra).
Ácido Nítrico	Ácido Acético, Acetona, Álcoois, Anilina, Ácido Crômico.
Ácido Oxálico	Prata e seus sais, Mercúrio e seus sais, Peróxidos Orgânicos.
Ácidos Percloricos	Anidro Acético, Álcoois, Papel, Madeira.
Ácido Sulfúrico	Cloratos, Percloratos, Permanganatos, Peróxidos Orgânicos.
Álcool Amílico, Etílico e Metílico	Ácido Clorídrico, Ácido Fluorídrico, Ácido Fosfórico.
Alquil Alumínio	Hidrocarbonetos Halogenados, Água.
Amideto de Sódio	Ar, Água.
Amônia Anidra	Mercúrio, Cloro, Hipoclorito de Cálcio, Bromo, Ácido Fluorídrico, Prata.
Anidro Acético	Ácido Crômico, Ácido Nítrico, Ácido Perclórico, Compostos hidroxilados, Etileno Glicol, Peróxidos, Permanganatos, Soda Cáustica, Potassa Cáustica, Aminas.
Anidro Maleico	Hidróxido de Sódio, Piridina, Aminas terciárias.
Anilina	Ácido Nítrico, Peróxido de Hidrogênio.
Azidas	Ácidos.
Benzeno	Ácido Clorídrico, Ácido Fluorídrico, Ácido Fosfórico, Ácido Nítrico concentrado, Peróxidos.
Bromo	Amoníaco, Acetileno, Butadieno, Butano, Metano, Propano, Outros Gases derivados do Petróleo, Carbonato de Sódio, Benzeno, Metais na forma de pó, Hidrogênio.
Carvão Ativo	Hipoclorito de Sódio, todos os agentes oxidantes.
Cianetos	Ácidos
Cloratos	Sais de Amônio, Ácidos, Metais na forma de pó, Enxofre, Materiais Orgânicos (combustíveis).
Cloreto de Mercúrio	Ácidos fortes, Amoníaco, Carbonatos, Sais metálicos, Álcalis Fosfatados, Sulfitos, Sulfatos, Bromo, Antimônio.

Cloro	Amoníaco, Acetileno, Butadieno, Butano, Metano, Propano, Outros Gases derivados do Petróleo, Carbonato de Sódio, Benzeno, Metais na forma de pó, Hidrogênio.
Clorofórmio	Bases fortes, Alumínio, metais alcalinos, Magnésio, Agentes oxidantes fortes.
Cobre Metálico	Acetileno, Peróxido de Hidrogênio, Azida
Éter Etílico	Ácido Clorídrico, Ácido Fluorídrico, Ácido Sulfúrico, Ácido Fosfórico.
Fenol	Hidróxido de Potássio, Hidróxido de Sódio, compostos halogenados, Aldeídos.
Ferrocianeto de Potássio	Ácidos fortes.
Flúor	Isolar de tudo
Formaldeído	Ácidos Inorgânicos.
Fósforo (Branco)	Ar, Álcalis, Agentes redutores, Oxigênio
Hidrazina	Peróxido de Hidrogênio, Ácido Nítrico, Qualquer outro oxidante.
Hidretos	Água, Ar, Dióxido de Carbona, Hidrocarbonetos Clorados.
Hidrocarbonetos (Benzeno, butano, propano, etc...	Flúor, Bromo, Ácido crômico, Peróxidos.
Hidróxido de Amônio	Ácidos fortes, Metais alcalinos, Agentes oxidantes fortes, Bromo, Cloro, Alumínio, Cobre, Bronze, Latão, Mercúrio.
Hidroxilamina	Óxido de Bário, Dióxido de Chumbo, Pentacloreto e Tricloreto de Fósforo, Zinco, Dicromato de Potássio.
Hipocloritos	Ácidos, Carvão ativado
Hipoclorito de Sódio	Fenol, Glicerina, Nitrometano, Óxido de Ferro, Amoníaco, Carvão ativado.
Iodo	Acetileno, Hidrogênio.
Líquidos Inflamáveis	Nitrato de Amônio, Ácido Crômico, Peróxido de Hidrogênio, Ácido Nítrico, Peróxido de Sódio, Halogênios.
Mercúrio	Acetileno, Ácido Fulmínico (Etanol-Ácido Nítrico), Amônia, Ácido Oxálico.
Metais alcalinos e alcalinos terrosos.	Dióxido de Carbono,Tetracloreto de Carbono, outros hidrocarbonetos clorados, Quaisquer Ácidos livres, Quaisquer Halogênios, Aldeídos, Cetonas. Usar areia seca em caso de incêndio para esses metais.
Nitratos	Ácidos, Metais,na forma de pó, Líquidos inflamáveis, Cloratos, Enxofre, Materiais Orgânicos, Ácido Sulfúrico.
Oxalato de Amônio	Ácidos fortes.
Óxido de Etileno	Ácidos, Bases, Cobre, Perclorato de Magnésio.
Óxido de Sódio	Água, qualquer Ácido Livre.
Pentóxido de Fósforo	Álcoois, Bases, fortes, Água.
Percloratos	Água.

Perclorato de Potássio	Ácidos, ver também em Ácido Perclórico e Cloratos.
Permanganato de Potássio	Glicerina, Etileno Glicol, Benzaldeído, Qualquer Ácido Livre, Ácido Sulfúrico.
Peróxidos (Orgânicos)	Ácidos (Orgânicos ou minerais), Evitar fricção, Armazenar em baixa temperatura.
Peróxido de Benzoíla	Clorofórmio, Materiais Orgânicos.
Peróxido de Hidrogênio	Cobre, Cromo, Ferro, Maioria dos metais e seus sais, Materiais combustíveis, Materiais Orgânicos, Qualquer Líquido Inflamável, Anilina, Nitrometano, Álcoois, Acetona.
Peróxido de Sódio	Qualquer substância oxidável como etanol, metanol, Ácido acético glacial, Anidro Acético, Benzaldeído, Dissulfito de Carbono, Glicerina, Etileno Glicol, Acetato de Etila, Acetato de Metila, Furfural, Álcool Etílico, Álcool Metílico.
Potássio	Tetracloreto de Carbono, Dióxido de Carbono, Água.
Prata e seus sais	Acetileno, Ácido Oxálico, Ácido Fulmínico, Ácido Tartárico, Compostos de Amônio.
Sódio	Tetracloreto de Carbono, Dióxido de Carbono, Água, ver também em metais alcalinos.
Sulfetos	Ácidos.
Sulfeto de Hidrogênio	Ácido Nítrico Fumegante,Gases oxidantes.
Teluretos	Agentes redutores
Tetracloreto de Carbono	Sódio.
Zinco	Enxofre.
Zircônio	Água, Tetracloreto de Carbono, Não usar espuma ou extintor de pó químico em fogos que envolvam este elemento.

Fonte: UFPE (2017)

Tabela 2 – Classificação dos agentes químicos segundo seus graus de risco "R"

1	Explosivo no estado seco.	32	Em contato com ácidos libera gases muito tóxicos.
2	Risco de explosão por choque, fricção ou outras fontes de ignição.	33	Perigo de efeitos cumulativos.
3	Grande risco de explosão por choque, fricção, fogo ou outras fontes de ignição.	34	Provoca queimaduras.
4	Forma compostos metálicos explosivos muito sensíveis.	35	Provoca queimaduras graves.
5	Perigo de explosão sob a ação do calor.	36	Irritante para os olhos.
6	Perigo de explosão com ou sem contato com o ar.	37	Irritante para as vias respiratórias.
7	Pode provocar incêndio.	38	Irritante para a pele.
8	Favorece a inflamação de materiais combustíveis.	39	Perigo de efeitos irreversíveis muito graves.
9	Pode explodir quando misturado com materiais combustíveis.	40	Possibilidade de efeitos irreversíveis.
10	Inflamável.	41	Risco de graves lesões oculares.
11	Facilmente inflamável.	42	Pode causar sensibilidade por inalação.
12	Extremamente inflamável.	43	Pode causar sensibilidade em contato com a pele.
13	Gás extremamente inflamável.	44	Risco de explosão se aquecido em ambiente fechado.
14	Reação forte em contato com a água.	45	Pode causar câncer.
15	Em contato com a água libera gases extremamente inflamáveis.	46	Pode causar alterações genéticas hereditárias.
16	Explosivo quando misturado com substâncias oxidantes.	47	Pode provocar efeitos teratogênicos.
17	Espontaneamente inflamável ao ar.	48	Risco de sérios danos à saúde por exposição prolongada.
18	Pode formar mistura vapor/ar explosiva/inflamável durante a utilização.	49	Tóxico para organismos aquáticos.
19	Pode formar peróxidos explosivos.	50	Nocivo para os organismos aquáticos.
20	Nocivo por inalação.	51	Pode causar efeitos nefastos em longo prazo no ambiente aquático.

21	Nocivo em contato com a pele.	52	Tóxico para a flora.
22	Nocivo por ingestão.	53	Tóxico para a fauna.
23	Tóxico por inalação.	54	Tóxico para os organismos do solo.
24	Tóxico em contato com a pele.	55	Tóxico para as abelhas.
25	Tóxico por ingestão.	56	Pode causar efeitos nefastos em longo prazo ao ambiente.
26	Muito tóxico por inalação	57	Perigo para a camada de ozônio.
27	Muito tóxico em contato com a pele.	58	Pode comprometer a fertilidade.
28	Muito tóxico por ingestão	59	Risco durante a gravidez com efeitos adversos na descendência.
29	Em contato com a água libera gases tóxicos.	60	Possíveis riscos de comprometer a fertilidade.
30	Pode tornar-se facilmente inflamável durante o uso.	61	Possíveis riscos durante a gravidez de efeitos indesejáveis na descendência.
31	Em contato com ácidos libera gases tóxicos.	62	Pode causar danos nas crianças alimentadas com leite materno

Fonte: UFPE (2017).

Tabela 3 - Códigos de cuidado/segurança “S”

1	Guardar fechado à chave.	27	Tirar imediatamente a roupa contaminada
2	Manter fora do alcance das crianças.	28	Em caso de contato com a pele, proceder conforme instruções do fabricante
3	Guardar em lugar fresco.	29	Não descartar resíduos na pia
4	Manter fora de qualquer zona de habitação.	30	Nunca verter água sobre o produto
5	Manter sob líquido apropriado, especificado pelo fabricante.	31	Manter afastado de materiais explosivos
6	Manter sob gás inerte, especificado pelo fabricante.	32	Manter afastado de ácidos e não descartar na pia
7	Manter o recipiente bem fechado.	33	Evitar a acumulação de cargas eletrostáticas
8	Manter o recipiente ao abrigo da umidade.	34	Evitar choques e fricção
9	Manter o recipiente num local bem ventilado.	35	Tomar cuidado com o descarte
10	Manter o produto em estado úmido.	36	Usar roupa de proteção durante a manipulação
11	Evitar o contato com o ar.	37	Usar luvas e proteção apropriadas
12	Não fechar o recipiente hermeticamente.	38	Usar equipamentos de respiração adequados
13	Manter afastado de alimentos.	39	Proteger os olhos e rosto
14	Manter afastado de substâncias incompatíveis.	40	Limpar corretamente o piso e objetos contaminados
15	Manter afastado do calor.	41	Em caso de incêndio ou explosão, não respirar os fumos
16	Manter afastado de fontes de ignição.	42	Usar equipamentos de respiração adequados (fumigações)
17	Manter afastado de materiais combustíveis.	43	Usar o extintor correto, em caso de incêndio
18	Manipular o recipiente com cuidado.	44	Em caso de mal-estar procurar um médico
19	Não comer e não beber durante a manipulação.	45	Em caso de acidente, procurar um médico
20	Evitar contato com alimentos.	46	Em caso de ingestão, procurar um médico, levando o rótulo do frasco
21	Não fumar durante a manipulação.	47	Não ultrapassar a temperatura especificada.
22	Evitar respirar o pó.	48	Manter úmido com o produto especificado pelo fabricante

23	Evitar respirar os vapores.	49	Não passar para outro frasco
24	Evitar o contato com a pele.	50	Não misturar com produtos especificados pelo fabricante
25	Evitar o contato com os olhos	51	Usar em áreas ventiladas
26	Em caso de contato com os olhos, lavar com bastante água.	52	Não recomendável para uso interior

Fonte: UFPE (2017)

Figura 20- Classificação dos agentes químicos segundo seus graus de risco "R" e cuidados "S"

Grau de risco 1		
Reagente	**Riscos (R)**	**Cuidados (S)**
Ácido cítrico	36	26
EDTA	8, 35	28
Sulfato de cobre II	22	20
Nitrato de prata	34	24, 25, 26
Cromato de potássio	36, 37, 38	22-28
Grau de risco 2		
Reagente	**Riscos (R)**	**Cuidados (S)**
Ácido Nítrico Fumegante	8, 35	23, 26, 36
Amoníaco 25%	36, 37, 38	26
Anidrido Acético	10-34	26
Cianetos	26, 27, 28, 32	1, 7, 28, 29, 45
Grau de risco 3		
Reagente	**Riscos (R)**	**Cuidados (S)**
Acetato de Etila	11	16, 23, 29, 33
Acetona	11	9, 16, 23, 33
Ácido Clorídrico	34, 37	26
Ácido Perclórico	35	23, 26
Ácido Sulfúrico	35	26, 30
Álcool Etílico	11	7, 9, 16, 23, 33
Álcool Metílico	11, 23, 25	7, 16, 24
Anilina	11, 23, 24, 39	9, 16, 29
Benzeno	11, 23, 24, 39	9, 16, 29
Amoníaco	23, 24, 25, 33	28, 36, 37, 44
Clorofórmio	20	24, 25
Dicromato de Potássio	36, 37, 38, 43	22, 28
Hidróxido de Potássio	35	26, 27, 39
Tolueno	11, 20	16, 29, 33
Grau de risco 4		
Reagente	**Riscos (R)**	**Cuidados (S)**
Ácido Acético	5, 6, 12	9, 16, 33
Ácido Fluorídrico	26, 27, 28, 35	7, 9, 26, 36, 37
Ácido Sulfídrico	12, 26	7, 9, 25, 45

Fonte: UFPE (2017)

PROPOSTA DE ROTEIRO PARA UMA AULA DE ANÁLISE E TRATAMENTO DE RESÍDUOS

Aluno:	**Data:**
Professor:	**Nota:**

Introdução

Essa prática tem em vista tártaros resíduos armazenados, se possível identificar elementos dos grupos I, III e IV dos cátions e recuperá-los, o objetivo é realizar uma disposição final adequada para os resíduos acumulados, utilizando técnicas de Química Analítica Clássica.

PRIMEIRA ETAPA: Separar uma amostra de 900 mL do resíduo e em seguida verificar o PH, Se o PH estiver em 4,5 e houver precipitados, é esperado que sejam precipitados mercúrio, prata e chumbo.. Com um kitassato, funil de buchner, papel de filtro de faixa azul e uma bomba de vácuo, fazer uma filtração a vácuo para separar o sólido do sobrenadante. O filtrado deve ser seco na estufa e guardado para posterior pesagem e o sobrenadante deve ser transferido para para um béquer de maior volume, Ex: 1L.

SEGUNDA ETAPA: Ao sobrenadante adicionar lentamente HCL 2,0 M, para ajustar o PH para 2,0, para uma amostra de 900 mL do resíduo filtrado. verifique se houve precipitado, se houver filtre novamente e separe o filtrado e seque.

TERCEIRA ETAPA: Separa 50 mL do sobrenadante, adicione ao sobrenadante de lentamente $NaSO_4$ faça a homogeneização e verifique se há a formação de precipitado, se houver, faça uma regra de três para todo o sobrenadante restante, repita o processo de adição do sulfato de sódio e realize a filtração. Utilize um funil de decantação,, um funil de buchner, um kitassato e a bomba de vácuo para esta etapa O filtrado deve ser separado e seco, o sobrenadante deve ser transferido para outro béquer.Os precipitados devem ser de Bário, Estrôncio e Cálcio

QUARTA ETAPA: Ao sobrenadante adicionar uma solução de $NaOH$ (10% v/m) até PH entre 8,16. Faça a homogeneização e observe se há precipitação, se houver, o precipitado conterá Ferro, Cromo, Magnésio e Alumínio. Faça a filtração a vácuo com um funil de decantação, seque e guarde o filtrado, verifique se houve variação de PH do sobrenadante e verifique se houve uma mudança na coloração do sobrenadante.

QUINTA ETAPA: Ajuste o PH do sobrenadante para 7,5 e após isso dilua em bastante água. Então assim poderá ser feito o despejo do resíduo na pia.

SEXTA ETAPA: Pese os filtrados e verique a quantidade de resíduo sólido obtidos. É esperado que na etapa 1 o resíduo tenha aspecto marrom escuro e que contenha os resíduos de mercúrio, chumbo e prata, para a etapa 2 é esperado um aspecto de amarelo claro e que contenha os resíduos de cálcio, estrôncio e Bário, o esperado da etapa 3 é que o resíduo tenha aspecto alaranjado ou vermelho tijolo, isso pois é esperado que ele contenha os resíduos de ferro, cromo, alumínio e magnésio. para

descartar os resíduos. coloque-os em uma embalagem plástica que seja possível lacrar e encaminhar para o aterro sanitário.

OBSERVAÇÃO: É importante estar atento às etapas, quaisquer dúvidas consultar o responsável pela ministração da aula, o roteiro ou o material original de onde essa prática tem origem, Almeida (2013)

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.W.A. **Resíduos gerados nas aulas práticas experimentais de Química analítica qualitativa**: Tratamento de cátions. 2013. Trabalho (Conclusão de Licenciatura em Química) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2013.