

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE

RICARDO LUIZ MACHADO

**NORMATIZAÇÃO E GERENCIAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS E RESÍDUOS
LABORATORIAIS NO IFRN**

NATAL
2023

RICARDO LUIZ MACHADO

**NORMATIZAÇÃO E GERENCIAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS E RESÍDUOS
LABORATORIAIS NO IFRN**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Linha de Saneamento Ambiental, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador:
Prof. Dr. Douglisnilson de Moraes Ferreira

NATAL

2023

Machado, Ricardo Luiz.
M149n Normatização e gerenciamento de produtos químicos e resíduos laboratoriais no IFRN / Ricardo Luiz Machado. – 2023.
99 f. : il. color.

Dissertação (pós-graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.
Orientador: Douglisnilson de Moraes Ferreira.

1. Gestão de resíduo químico. 2. Despesa financeira – Gestão. 3. Controle de riscos. 4. Segurança no trabalho. I. Título.

CDU 628.4.045:005.931.1

RICARDO LUIZ MACHADO

**NORMATIZAÇÃO E GERENCIAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS E RESÍDUOS
LABORATORIAIS NO IFRN**

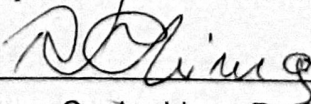
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, em cumprimento às exigências legais como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais, na linha de Saneamento Ambiental.

Dissertação apresentada e aprovada em 29/03/2023, pela seguinte Banca Examinadora:

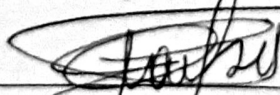
BANCA EXAMINADORA



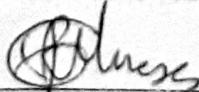
Douglnilson de Moraes Ferreira, Prof. Dr. - Presidente
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Roberto Rodrigues Cunha Lima, Prof. Dr. - Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte



Jailson Vieira de Melo, Prof. Dr. - Examinador Externo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte



Carla Gracy Ribeiro Meneses, Prof. Dr. - Examinadora Externa
Gracy Ambiental

RESUMO

A presente pesquisa buscou por diretrizes de um modelo normativo do gerenciamento de resíduos químicos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, expansível aos demais espaços públicos de ensino-aprendizagem. A proposta apresentada se relaciona com aspectos gerenciais como as despesas financeiras, de controle de riscos e mesmo de impactos ambientais. A relevância deste estudo está associada à necessidade de controle dos riscos diretos e indiretos envolvidos nas atividades geradoras de resíduos químicos laboratoriais. Como elemento metodológico, um instrumento avaliativo foi desenvolvido e aplicado aos possíveis geradores, previamente selecionados, distribuídos nos campi da instituição a fim de gerar os dados discutidos. Como principais resultados obteve-se o perfil dos geradores, condições de segurança nos ambientes de trabalho, volume de resíduos gerados e condições de armazenamento, permitindo a análise das situações relativas a riscos, assim como subsequente elaboração do produto do estudo, que é um manual de gerenciamento de resíduos químicos do IFRN, direcionado ao panorama encontrado.

Palavras-chave: resíduo; químico; laboratório; IFRN.

ABSTRACT

This research seeks guidelines for a normative model of chemical waste management at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Norte, expandable to other public teaching-learning spaces. The proposal relates to managerial aspects such as financial expenses, risk control and even environmental impacts. The relevance of this study is associated with the need to control the direct and indirect risks involved in activities that generate laboratory chemical residues. As a methodological element, an evaluative instrument was developed and applied to possible generators, previously selected, distributed on the institution's campuses in order to generate the discussed data. As main results, the profile of the generators, safety conditions in the work environments, volume of waste generated and storage conditions were obtained, allowing the analysis of situations related to risks, as well as the subsequent elaboration of the study product, which is a manual management of chemical residues of the IFRN, directed to the scenario found.

Keywords: wast; chemical; laboratory; IFRN.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	–	Incompatibilidade de famílias químicas	24
Figura 2	–	Exemplo de rótulo	26
Figura 3	–	Formação acadêmica	32
Figura 4	–	A - Áreas de atuação. B – Experiência profissional	34
Figura 5	–	A - Disponibilidade de FISPQ. B - Existência de EPC	35
Figura 6	–	A - Disponibilidade de EPI para práticas. B – Disponibilidade de EPI para manejo de resíduos	36
Figura 7	–	Uso do jaleco pelos alunos	37
Figura 8	–	A – Existem roteiros padronizados. B – Informações de boas práticas	37
Figura 9	–	A - Disponibilidade de manual ou procedimento Padrão, B - Existência de procedimentos padrão para equipamentos	38
Figura 10	–	A – Principais resíduos gerados. B – Volume anual	40
Figura 11	–	A – Existência de local exclusivo para armazenamento de resíduos. B – Armazenamento de resíduos	41
Figura 12	–	A – Tratamento antes do descarte. B – Descarte na rede de esgoto	42
Figura 13	–	Lançamento de resíduos na rede de esgoto	43
Figura 14	–	A – Reuso de resíduos de suas práticas, B - Reuso de resíduos de uma prática de outro usuário	44
Quadro 1	–	Grupos de resíduos	25
Quadro 2	–	Substâncias lançadas no esgoto	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Quantitativo de atores potenciais geradores de resíduos	30
Tabela 2	– Quantitativo dos respondentes ao questionário eletrônico	31
Tabela 3	– Atuação nos ambientes laboratoriais	33
Tabela 4	– Acidentes ocorridos em seu local de trabalho	39
Tabela 5	– Práticas que mais geram resíduos	39

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONEP/MS	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde
CONSUP	Conselho Superior
EPA	United States Environmental Protection Agency
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FISPQ	Fichas de Segurança de Produto Químico
GHS	Sistema Globalmente Harmonizado
IFRN	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PGR	Plano de Gerenciamento de Resíduos
PmL	Produção mais Limpa
POP	Procedimentos Operacionais Padrão
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
RE	Reitoria
SUAP	Sistema Unificado de Administração Pública

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	TEMA DA PESQUISA	12
1.2	PROBLEMA	12
1.3	OBJETIVOS	13
1.3.1	Objetivo Geral	13
1.3.2	Objetivos Específicos	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3	METODOLOGIA	27
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO	27
3.2	QUESTIONÁRIOS AVALIATIVOS	28
3.3	REPOSITÓRIOS ACADÊMICOS PESQUISADOS	29
3.4	PRODUTO TECNOLÓGICO	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1	GERADORES DE RESÍDUOS	30
4.2	PERFIL DOS ENVOLVIDOS NA GERAÇÃO DE RESÍDUOS QUÍMICOS	32
4.3	SEGURANÇA NO TRABALHO	34
4.4	AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS	39
5	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE 1 – INSTRUMENTO DE LEVANTAMENTO DE DADOS	52
	APÊNDICE 2 – MANUAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	55
	APÊNDICE 3 – ESTRUTURA DO CURSO DE SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS	99

1 INTRODUÇÃO

A preocupação ambiental é uma temática global de ampla discussão, a qual envolve todos os segmentos de uma sociedade. No contexto acadêmico, há contínuo desenvolvimento de pesquisas científicas na busca de alternativas para mitigação de impactos e para preservação ambiental (AMARAL, 2001). Ademais, novas tecnologias têm sido adotadas nos processos produtivos que envolvem agentes de origem biológica e química, presentes na indústria, na pecuária, na agricultura, assim como no setor de serviço de laboratórios e de saúde em geral. Cada processo pode gerar produtos secundários ou resíduos a serem empregados em outros segmentos ou, descartados, dependendo da origem e das condições finais. Instituições de ensino também realizam práticas com produção de materiais potencialmente impactantes química e biologicamente.

Nos ambientes laboratoriais de instituições acadêmicas de ensino público, tal realidade enseja ações práticas de controle, fiscalização e preservação ambiental. No que tange ao descarte dos resíduos produzidos nas diversas atividades, há um “sentimento” de cautela por parte da população, sejam profissionais envolvidos diretamente na causa, como ambientalistas, docentes e pesquisadores com interesse nessa temática, bem como atores sociais partícipes dos processos. Nesse sentido, Mattos (2019) e Donatelli (2019) observam a necessidade de políticas normativas e sustentáveis no país que envolvam a redução da geração dos resíduos, adequado manejo, armazenamento seguro e correta destinação final.

No contexto nacional não há legislações específicas que normatizam critérios para acondicionamento e descarte de resíduos laboratoriais oriundos de experimentos acadêmicos e pesquisas científicas nas instituições públicas de ensino. Parafraseando diversos pesquisadores do tema, esses órgãos ficam em uma situação “confortável”, sem maiores ações de controle e fiscalização (MATTOS, 2019; GAUZA et al, 2020; DONATELLI FILHO, 2020). A Resolução 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (BRASIL, 2011) por exemplo, dispõe sobre as condições, parâmetros e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores. Em se tratando de resíduos sólidos, a Lei 12.305/2010 apresenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), enquanto a Norma Brasileira NBR 10.004:2004 classifica esses resíduos, sem tecer qualquer comentário adicional sobre a temática em apreço.

Nas palavras de Cienfuegos (2001), “há um ciclo processual de uso, produção e descarte de reagentes e resíduos químicos que envolve riscos ao ambiente e à saúde dos usuários, decorrentes dos constituintes contidos nesses produtos. Eles são de natureza tóxica, carcinogênica, inflamável, corrosiva, explosiva, mutagênica”. Considerando seu elevado potencial tóxico à saúde pública e ao ambiente, produtos dessa natureza (exemplo do que são as soluções salinas, resíduos com alta concentração de metais pesados e compostos orgânicos) devem ser controlados do uso ao descarte. Outro fator a ser considerado nesse ciclo é a otimização das quantidades desses produtos, através de estudos para redução sem comprometer a qualidade dos procedimentos com previsão de possível reaproveitamento dos resíduos gerados em etapas posteriores de experimentos, de modo a poder aproveitar o que seja material de descarte de uma aula em insumo para outra.

Em se tratando da presente pesquisa, sua concretização buscou por diretrizes de um modelo normativo do gerenciamento de resíduos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) expansível aos demais espaços públicos de ensino-aprendizagem. A proposta se relacionou com aspectos gerenciais como as despesas financeiras, de controle de riscos e mesmo de impactos ambientais.

Dados preliminares coletados junto ao Sistema Unificado de Administração Pública (SUAP) do IFRN indicaram a aquisição, nos últimos 5 anos, de quantidades significativas de reagentes como ácidos, bases e orgânicos. Como exemplos, ácidos sulfúrico e clorídrico, da ordem de 80 e 100 litros, respectivamente; hidróxido de sódio, superior a 50 kg; álcoois para fins analíticos, superior a 200 litros, os quais são de alta periculosidade por serem corrosivos e inflamáveis. Outra informação relevante, obtida com os profissionais dos campi do IFRN, diz respeito ao resíduo químico (líquido e sólido) produzido nos laboratórios, da ordem de 3 a 5 toneladas por ano, realidade similar à encontrada por Gauza (2020), na Universidade Federal Tecnológica do Paraná e Imbroisi (2006) na Universidade de Brasília.

Embora exijam investimentos mais elevados na aquisição, instalações e manutenção, é imprescindível a inclusão no planejamento dessas instituições, da aquisição de equipamentos de alta performance, considerável avanço tecnológico e preocupação ambiental, os quais possibilitam a redução de quantitativos residuais através de metodologias sustentáveis e adaptáveis a micro volumes. No contexto do IFRN, observa-se uma crescente atuação administrativa e gerencial de investimentos

nesse âmbito, em resposta às necessidades de desenvolvimento das atividades de ensino e pesquisas científicas. É imprescindível o estudo técnico e planejamento a médio e longo prazo para avanços nessas ações para redução dos possíveis impactos dos resíduos laboratoriais já desde seu ponto de origem. Paralelamente, a validação de métodos adaptados, com diminuição de quantitativos amostrais e de insumos podem contribuir igualmente nessa linha (MISTURA; VANIEL; LINCK, 2010).

Mesmo diante de um cenário de desenvolvimento tecnológico, as técnicas clássicas analíticas ainda são empregadas em atividades acadêmicas de cursos técnicos e graduação, como volumetria, gravimetria, espectrofotometria, colorimetria, resultando na produção final de grandes volumes residuais, os quais, em muitos casos, são descartados diretamente na rede coletora de esgotos, ou com a aplicação de consideráveis custos no processo de descarte ambientalmente correto (IMBROISI et al, 2006).

É importante destacar a falta de fiscalização e de registro de controle desses resíduos por órgãos governamentais nas instituições de ensino. Tal cenário tem se mantido praticamente estável ao longo das últimas duas décadas, conforme já afirmara Jardim no final do século XX (JARDIM, 1998), ficando a critério das equipes técnicas de cada órgão a elaboração de planos e normativas internas, capacitação do pessoal envolvido (docentes, discentes, pesquisadores, apoio técnico, colaboradores) para manuseio, acondicionamento e descarte adequado. As especificidades destas instituições, sua finalidade e as características individuais de quem nelas atuam predominantemente exige a formulação de parâmetros para alcance em âmbito nacional e de adoção obrigatória como documentos normativos que remetam ao controle de processos e ao destino final ambientalmente corretos de substâncias residuais.

A normatização sistematizada deve lidar com os riscos diretos e indiretos advindos do contato de pesquisadores e estudantes com os insumos utilizados nos experimentos. Muitos, quando manipulados, produzem reações exotérmicas (liberação de calor), vapores tóxicos, aerossóis na atmosfera do laboratório, os quais podem causar danos à saúde a curto, médio e longo prazo como descrevem Lima (2019), Cienfuego (2001) e Buschinelli (2020).

Diante do exposto, a relevância deste estudo está associada à necessidade de controle dos riscos diretos e indiretos envolvidos nas atividades geradoras de resíduos químicos laboratoriais. Os volumes totais de material com potencial impacto ambiental

podem ser de grande amplitude, dependendo da realidade local, dos fluxos operacionais e experimentais, dos critérios padronizados institucionalmente e das condições físicas. Por isso, é urgente e imprescindível a construção de diretrizes de gerenciamento que envolvam segurança do trabalho e alternativas sustentáveis de redução dos volumes atuais de resíduos produzidos.

1.1 TEMA

A temática central pesquisada foi o gerenciamento de resíduos químicos de laboratórios em instituições de ensino, especificamente no caso do IFRN. Essa questão principal é abordada com a finalidade de desenvolver de um manual voltado a orientar o correto manejo e descarte de resíduos provenientes de ações didática no âmbito do IFRN.

Nesse sentido, tornou-se imprescindível o estudo para a adoção de critérios de segurança química e ambiental nas instituições de ensino com vistas à normatização de condutas profissionais. A partir disso, pode-se torná-las, em alcance sistêmico, de tal modo orientadas que as instituições de ensino possam atuar de modo socialmente responsável. A relevância dessa questão é evidente quando se trata de instituições, as quais dispõe de espaços laboratoriais para atividades práticas, pesquisas e projetos de extensão, realidade amplamente vivenciada no IFRN.

1.2 PROBLEMA

A problemática enfrentada pelo presente estudo consistiu na ausência de protocolos oficiais de gerenciamento de resíduos laboratoriais em instituições de ensino técnico profissionalizante e superior como é o caso do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Em contrapartida, observou-se a preocupação por parte de gestores e pesquisadores na construção desses elementos e na difusão das experiências nacionais, em suas diversas aplicabilidades.

1.3 OBJETIVOS

Para abordar o desafio de enfrentar a problemática apresentada, torna-se necessária a definição de objetivos claros e atingíveis em um trabalho de pesquisa de mestrado tal como é a intenção desta dissertação. A complexidade da instituição estudada, que apresenta várias unidades autônomas, regidas por uma administração central, distribuídas em várias regiões do estado do Rio Grande do Norte, exige a adoção de estratégias para diminuir os impactos das ações institucionais e minimizar a chance de risco para as pessoas envolvidas em suas ações. A experiência prévia do pesquisador, que já atuou como engenheiro de segurança da instituição por 3 anos, visitando todos os ambientes para levantamentos e projetos de adequação de riscos, fez perceber necessidade de atingir os seguintes objetivos.

1.3.1 Objetivo Geral

Compreender as sistemáticas de uso, acondicionamento e descarte dos resíduos laboratoriais, produzidos nos laboratórios do IFRN, para construção de diretrizes normativas aplicáveis ao gerenciamento de resíduos perigosos produzidos por instituições de ensino, convergindo para a proposta de um manual dedicado ao gerenciamento de resíduos químicos de laboratórios, que poderá contribuir para a formação do pessoal envolvido (discentes, técnicos, docentes e demais pessoas implicadas) e as condições de infraestrutura é o objetivo geral deste estudo.

1.3.2 Objetivos Específicos

São três os objetivos específicos deste estudo. O primeiro consiste em caracterizar os processos de manuseio, acondicionamento e descarte dos resíduos laboratoriais produzidos no âmbito do IFRN em seus diversos campi, através da aplicação de questionário *on line* a técnicos e docentes envolvidos nos processos. O segundo refere-se a realizar levantamento bibliográfico comparativo sobre normativas ambientais de controle de resíduos laboratoriais em distintas instituições de ensino. O terceiro é elaborar manual normativo sistêmico (IFRN) de uso, armazenamento e descarte de resíduos laboratoriais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Lei 12.305/2010 conceitua resíduo sólido como o material, substância, objeto ou bem descartado, resultante de atividades humanas em sociedade. Nessa noção ampla de “sólido”, todos esses tipos de materiais poderiam estar também nos estados semissólido, bem como no estado gasoso (quando “contidos em recipientes”) e líquido (“quando as particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, devendo ter uma destinação adequada”) (BRASIL, 2010).

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency – EPA*) estabelece que os resíduos podem ser classificados em função de fatores como quantidade, concentração, características físicas, químicas, infecciosas, bem como os que causam ou contribuem para o aumento de mortalidade, das doenças respiratórias, dérmicas, neurológicas, por prejudicarem a saúde humana ou o meio ambiente quando estiverem sendo tratados, armazenados, transportados, descartados ou gerenciados (ANTONIASSI; SILVA, 2017).

No âmbito nacional, a norma brasileira NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004) volta-se genericamente para todos os resíduos produzidos, tanto sólidos quanto líquidos, sem especificar a aplicabilidade singular para instituições de ensino. O regulamento determina as classes 1 e 2, perigosos e não perigosos, respectivamente, assim como estabelece métodos de ensaio para determinar essa classificação para dado material. Permite ainda enquadrar resíduos como perigosos de fontes não específicas, de fontes específicas, substâncias que conferem periculosidade aos resíduos, substâncias agudamente tóxicas e tóxicas, muitas destas, de uso contínuo em experimentos acadêmicos. Embora a norma tenha sido denominada “Resíduos sólidos - Classificação”, ela trata também de líquidos, objeto dessa investigação no âmbito do IFRN, conforme item 3.1:

Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

Certas especificidades do processo de trabalho, destacadas por Santos, Queiroz e Valverde (2020), potencializam a periculosidade dos resíduos químicos de laboratório. Fatores como as matérias-primas utilizadas nos experimentos, que normalmente possuem grau de pureza elevado, aumentam o potencial que estes agentes têm para migrar do resíduo para o ambiente, as altas concentrações dos produtos e a diversidade de componentes, representam também riscos a serem analisados. A realidade de múltiplos produtos e subprodutos em quantidade pequenas, embora potencialmente impactantes no âmbito de uma instituição de ensino, poderá servir de base para a determinação da viabilidade econômica de promover os ensaios previstos na NBR 10.004/2004 para um programa de gerenciamento.

O trabalho de Santos, Queiroz e Valverde (2020) reflete essa percepção, consistindo em catalogação e análise dos registros de documentos padronizados para uso nas etapas de armazenamento e descarte de resíduos produzidos em instituição de ensino, a qual dispõe de laboratórios para práticas de ensino dos cursos de engenharia química, de bioprocessos, de alimentos e de química industrial. Para orientar o controle, esses espaços contam com documentos que registram a geração de resíduos químicos em sua fonte, o que possibilitou a rastreabilidade interna e externa dos produtos descartados. Nessa mesma linha de gestão, Gauza *et al.* (2020) apresenta uma sistemática processual para gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais, resumida em três etapas: caracterização dos resíduos, construção de critérios normativos e aplicação de métodos adaptados para redução de volumes. As formas de armazenamento e destinação também foram identificadas, recomendando incremento nas medidas de controle de riscos de acidentes, de contaminação ambiental e de incêndio.

Antoniassi e Silva (2017) realizaram pesquisa bibliográfica de artigos que apresentam programas de gerenciamento de seus resíduos em universidades. De maneira conclusiva, as autoras destacam um avanço em iniciativas institucionais de controle e gestão de resíduos, concentrando-se principalmente nas regiões sudeste, centro-oeste e sul. De maneira exemplificada, destacam-se o Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, o Departamento de Química da Universidade Federal do Paraná, a Fundação Universidade Regional de Blumenau, Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, o Instituto de

Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o Instituto de Química da Universidade de São Paulo, a Universidade Católica de Brasília, dentre outros.

Outro ponto a ser considerado na temática estudada diz respeito aos cuidados preventivos por parte dos pesquisadores envolvidos nas atividades laboratoriais, associados à falta de documentos norteadores nos processos internos. Observa-se flexibilidade e despreocupação de profissionais na adoção de normativas de segurança, refletindo diretamente nos discentes e pesquisadores em formação. De acordo com Laudeano, Bosco e Prates (2011), alunos de nível fundamental, médio e profissionalizante raramente, em suas práticas laboratoriais, são instruídos corretamente sobre a geração de resíduos e seu devido tratamento antes do descarte. Ainda que o IFRN envolva em suas grades curriculares disciplinas que abordem temas de segurança laboratorial, o conhecimento dos envolvidos nesse tema merece ser investigado, considerando o universo heterogêneo de cursos, profissionais e alunos em suas distintas realidades e níveis de conhecimento.

É notório destacar que uma aula experimental envolve o uso de produtos químicos e a produção de resíduos, sendo uma atividade potencialmente poluidora e, para mitigar esse problema, durante seu planejamento, deve-se reconhecer e avaliar os riscos dos produtos manuseados, cabendo ao professor buscar formas de minimizar os resíduos gerados. Na pesquisa, Laudeano, Bosco e Prates (2011) também realizaram aplicação de questionário junto a docentes de ciências ambientais de cursos médio e técnico das escolas do município de Londrina/PR. Como resultados, diagnosticaram o conhecimento limitado de informações de segurança por parte dos entrevistados, ainda que apresentem considerável preocupação ambiental. Quanto aos procedimentos, há relatos de segregação e descarte inadequados dos resíduos (rede coletora de esgotos ou tratado como lixo comum).

Estudos análogos podem ser considerados nessa discussão envolvendo situações similares ao IFRN. Quanto ao volume de resíduos produzidos anualmente, Gauza *et al.* (2020) catalogaram cerca de 2 toneladas de resíduos produzidos em seus laboratórios, os quais requerem investimentos para descarte ambientalmente correto. Esse quantitativo pode ser da ordem de grandeza do produzido pelo Campus Natal Central do IFRN no ano de 2018. A forma de descarte utilizada pela Instituição ocorre por meio da contratação de empresa especializada e licenciada para o serviço, com custos da ordem de R\$ 8,00 a R\$ 10,00 por quilo ou litro de resíduo coletado. Esses números são variáveis mediante quantitativos previstos, distância da capital e valores

contratados via processos licitatórios. Oliveira (2018) catalogou volumes da ordem de 100 litros produzidos no Campus Macau do IFRN, gerados nos seus dez ambientes laboratoriais em um semestre letivo. Esses números permitem uma estimativa de custos da ordem de R\$ 1.000,00 a R\$ 2.000,00 para a correta destinação do montante. Destaca-se ainda que o número de alunos deste Campus é de 1.000, representando 3,6% do total de discentes no IFRN, o que pode ser usado para projetar o custo total do IFRN.

Laudeano, Bosco e Prates (2011) categorizaram os resíduos resultantes de prática de ensino por classe de produtos em uma escola estadual da cidade de Londrina. Do total de resíduos, 50% (190 litros) foram de soluções contendo substâncias inorgânicas sem metais pesados. 30% (115 litros) foi constatado como de resíduos orgânicos não-halogenados. Os demais 20% (77 litros) era constituído por soluções salinas, metais pesados e outros.

Em pesquisa de mesmo escopo, realizada no Instituto Federal do Maranhão, Araújo, Brandão e Vasconcelos (2019) realizaram levantamento de resíduos provenientes de ações didáticas. A pesquisa foi feita junto aos professores sobre as práticas das disciplinas de química geral, inorgânica, analítica, orgânica e físico-química para verificar soluções produzidas e estocadas e os resíduos produzidos durante aulas experimentais. Foram identificados 125 tipos de reagentes sólidos (51,61% vencidos e 14,11% sem data de validade) e 50 diferentes reagentes líquidos (70,09% vencidos e 2,80% sem data de validade). A maioria dos resíduos perigosos avaliados tinha origem nas práticas da disciplina de química analítica. Como produto de seu estudo, elaboraram um manual de gerenciamento com regras gerais para segregar, acondicionar, rotular e armazenar resíduos, uma importante ferramenta para difundir adequadamente estes procedimentos.

Oliveira et al. (2019), em pesquisa no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, selecionaram 20 laboratórios e entrevistaram os atores que desenvolvem atividades nesses ambientes. Como resultados a serem considerados, 45,83% dos entrevistados relatam não haverem recebido treinamento específico para o exercício de suas atividades; 25% dos entrevistados relataram descarte dos resíduos na rede de esgoto ou no meio ambiente. Isso pode ser consequência provável de vácuo formativo a ser, ao menos em parte, combatido pela existência de diretrizes específicas que devem ser debatidas e aplicadas.

A pesquisa de Gerônimo, Lautenschlager e Benatti (2018) avaliou laboratórios de análises ambientais em que há emprego de produtos químicos com suposta criação de resíduos, alguns dos quais, enquadrados como perigosos, segundo a NBR 10004/2004. Além de observação *in loco*, os dados foram coletados via “questionário semiestruturado”, respondido por pessoas atuantes no laboratório a fim de elencar os resíduos gerados e sua destinação. As informações foram comparadas a outras contidas no Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGR) do laboratório.

Na base conceitual apresentada por Barbieri (2008) e Philippi Jr (2014), percebe-se a necessidade de um gerenciamento otimizado do descarte de resíduos laboratoriais em instituições de ensino técnico e superior. Ademais, as considerações de Jardim (1998) sobre gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa são norteadoras para a proposição de um modelo normatizado aplicado ao IFRN, e expansível às demais instituições educacionais no país.

Para Philippi Jr. (2014) e Buschinelli (2020), reconhecer um risco é identificar, no local de trabalho ou na execução da tarefa, a presença de um agente que pode afetar a saúde dos trabalhadores, estudando os processos realizados, as matérias-primas envolvidas, as atividades intermediárias, os produtos finais e os resíduos porventura gerados. Nesse sentido, em laboratórios de ciências, há uma diversidade de fatores que potencializam esses riscos, como o armazenamento e manuseio de produtos químicos, seguido do acondicionamento e descarte dos resíduos finais. Para o primeiro, a incompatibilidade química e o acondicionamento em ambientes inadequados são fatores de riscos; no manuseio, a inexistência de equipamentos de proteção coletiva e individual em condições adequadas de funcionamento, associados à falta de conhecimento adequado dos usuários, contribui para eventuais riscos e acidentes. Em se tratando dos resíduos, estes têm potencial gerador de contaminação da atmosfera e do solo, riscos de acidentes na manipulação e aumento da carga de incêndio.

Barbieri (2008) apresenta como as organizações empresariais abordam os problemas ambientais, sob a forma de três aspectos, os quais podem ser adaptáveis para o ambiente ora estudado: controle de poluição, prevenção da poluição e incorporação dessas questões na estratégia empresarial. Nesse sentido, a definição de ações estratégicas aplicáveis ao gerenciamento de resíduos químicos seria uma alternativa ambientalmente adequada para implantação em instituições de ensino.

Diga-se isso uma vez que, para definir mecanismos sistêmicos de atuação, é necessário conhecer a sua realidade.

Outro aspecto a ser considerado nessa construção são os conceitos e as estratégias da Produção mais Limpa (PmL). A PmL inclui tanto uma condição para atingir melhorias ambientais no processo e desenvolvimento de produtos quanto uma contribuição para uma maior sustentabilidade do mundo (PIMENTA; GOUVINHAS 2012). Neste aspecto, o gerenciamento de resíduos deve incluir a redução na fonte, além da correta destinação de rejeitos.

Brandão, Araújo e Vasconcelos (2018) consideram a chamada filosofia da Química Sustentável, relacionada com doze princípios para aplicações nas práticas experimentais. Os princípios enumerados como I; III; V e XII estabelecem a prevenção de geração de montantes residuais desnecessários como melhor e menos dispendioso que o seu tratamento; além de preverem o uso de reações com compostos de menor toxicidade, a diminuição do uso de solventes no processo reacional e a escolha de substâncias que minimizem potenciais acidentes químicos. A partir desses princípios percebe-se uma preocupação implícita com a minimização ou a eliminação do uso e da geração de substâncias perigosas, tendo início na etapa do planejamento das atividades, seguido da produção e aplicação de produtos químicos, considerando os riscos de manuseio, acomodação e descarte. Isso evidencia a responsabilidade ambiental, o aumento da segurança nas práticas experimentais e a economia de recursos.

Neste estudo, Brandão, Araújo e Vasconcelos (2018) aplicaram um questionário para levantamento de dados. Os autores constataram que 67 % dos docentes entrevistados não possuíam formação na área ambiental. Quanto ao conhecimento de normas vigentes, 67% afirmam conhecer. Quanto aos princípios dos 3R, 91% relatou conhecer, todavia 75% afirmou não conhecer os 12 princípios da química verde. A análise mostra que, contudo, os educadores esboçam compreensão quanto à chamada “química verde” ao fazerem menção a parâmetros de trabalho que coincidem com alguns princípios como a diminuição ou a substituição de substâncias perigosas nos processos, além da redução de quantidades de reagentes na partida. 75% dos docentes entrevistados expressam conhecimento e pleno uso de técnicas de minimização de resíduos. Isso indica, entre outras, a pequena escala, a reutilização de reagentes, a redução de volumes indicados nos roteiros, a substituição e as

substâncias nocivas, o uso de substâncias biodegradáveis, a neutralização de ácidos e bases, o descarte correto de cada material, entre outros.

A proposta da química verde tem relação com o debate de Sajid e Plotka-Wasyłka (2022), os quais apresentam os benefícios dessa concepção relacionados ao meio ambiente e à economia. Essa filosofia de formação de estudiosos de química volta-se a reduzir os gastos com armazenamento e tratamento de resíduos e a compensar danos ambientais. Nesse âmbito, os autores destacam 12 princípios: prevenção de geração de lixo, economia atômica (conversão eficiente de reagentes no produto final), síntese com compostos de menor toxicidade, desenvolvimento de produtos químicos mais seguros, redução de solventes auxiliares, uso de solventes mais ecológicos, exploração de fontes renováveis, emprego de matérias-primas e reagentes catalíticos, degradação inofensiva de produtos químicos, análise em tempo real para evitar a poluição, segurança para prevenção de acidentes.

Silva et al. (2015) apresentam a experiência com o programa de gerenciamento de resíduos da Universidade Federal do Ceará, com resultados inovadores, os quais podem, de igual modo, ser referência “inspiradora” para o IFRN. O programa, criado em 2005, envolve ações de gestão da qualidade, controle, identificação e fiscalização interna dos resíduos produzidos. A pesquisa aponta a criação de um banco de reagentes que visa o compartilhamento dos insumos para todos os ambientes laboratoriais, resultando na diminuição de perdas significativas e inutilização por expiração da validade. Destaca-se ainda a produção de um manual de tratamento de resíduos químicos contendo mais de 20 sugestões de tratamento, aplicado aos ensaios comumente utilizados na instituição, de forma a contemplar resíduos do tipo ácidos e bases, metais pesados e orgânicos.

Para a redução dos resíduos, torna-se necessário, além de estratégias gerenciais, o comprometimento de todas as partes envolvidas no processo, como discentes e docentes, pesquisadores, técnicos, colaboradores e demais auxiliares. Nas palavras de Jardim (1998), alguns critérios devem nortear um programa de gerenciamento:

“Independentemente de qual das atividades geradoras de resíduo (ensino ou pesquisa) serão abordadas, um programa de gerenciamento deve sempre adotar a regra da responsabilidade objetiva, ou seja, quem gerou o resíduo é responsável pelo mesmo, e praticar sempre a seguinte hierarquia de atividades: 1- Prevenção na geração de resíduos (perigosos ou não) 2- Minimizar a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados 3- Segregar e

concentrar correntes de resíduos de modo a tornar viável e economicamente possível a atividade gerenciadora 4- Reuso interno ou externo 5- Reciclar o componente material ou energético do resíduo 6- Manter todo resíduo produzido na sua forma mais passível de tratamento 7- Tratar e dispor o resíduo de maneira segura”

A busca por alternativas sustentáveis para redução do “passivo” gerado é fator de igual relevância no processo de gerenciamento de resíduos laboratoriais, como a reutilização em outros experimentos, remodelagem de práticas com redução de volumes de constituintes, proposição de novos roteiros experimentais, e, construção colaborativa de métodos de ensinos “sustentáveis”, conforme a realidade de cada laboratório e/ou instituição. Seguindo esses critérios, Gauza *et al.* (2020) identificaram procedimentos em instituições de ensino superior com redução de até 90% dos volumes finais quando comparados a métodos clássicos utilizados anteriormente. A interação de procedimentos compatíveis resultou no reaproveitamento de todo o resíduo para outro experimento e, conseqüentemente, economicidade de reagentes químicos no desenvolvimento do roteiro, uma vez que o resíduo utilizado já continha os constituintes necessários para a prática a ser desenvolvida.

Considerações de Araújo, Brandão e Vasconcelos (2019) concluem que, além do cumprimento de requisitos legais e éticos, a implantação de um programa de gerenciamento de resíduos traz visibilidade quanto à responsabilidade socioambiental. Decorrente disso, a formação de novos hábitos consolida a cultura do não desperdício, contribuindo para o aprimoramento da segurança química. Esse cenário, uma vez tornado paradigmático, proporciona ganhos financeiros e minimização da geração de resíduos.

Com relação ao envolvimento das pessoas no gerenciamento de resíduos, Silva, Soares e Afonso (2009) destacam a importância do fator humano no processo. Na medida em que todos os usuários são corresponsáveis pelas avaliações e pelos resultados a serem obtidos, torna-se necessário inculcar em todos, desde suas atividades práticas como estudantes até sua atuação profissional, a postura comprometida com a proteção do ambiente. Numa perspectiva de instaurar uma filosofia capaz de se converter em programa gerencial, existe o 5S, para otimizar recursos e minimizar risco numa realidade diversificada de produtos. Para os autores, esse tipo de programa é ainda mais aplicável em situações de grandes volumes de resíduos, diante dos quais a consciência de seu impacto possibilita atingir o desejado engajamento coletivo (ARAÚJO; BRANDÃO; VASCONCELOS, 2019).

Ainda nas palavras de Araújo, Brandão e Vasconcelos (2019), o chamado Programa 5S é uma ferramenta da área de qualidade total desenvolvida no Japão, referindo-se a palavras cujo sentido pode se reverter em práticas capazes de transformar o ambiente de trabalho em um ambiente agradável, seguro e produtivo. Os “5S” são as letras iniciais das palavras japonesas SEIRI, senso de descarte ou utilização; SEITON, senso de organização ou ordenação; SEISOU, senso de limpeza; SEIKETSU, senso de saúde e higiene e SHITSUKE, senso de ordem mantida (autodisciplina). Como visto, a tradução adaptou para a noção de “senso”, cuja filosofia é salutar para pensar diretrizes no lidar com material residual com consciência não somente ética e legal, mas econômica quanto às potenciais externalidades negativas decorrentes de ações institucionais.

A gestão de resíduos, segundo Silva, Soares e Afonso (2009), deve primar pelo compromisso com a segurança de todos. Para isso, o tratamento do resíduo deve ser providenciado o mais rapidamente possível a fim de evitar alterações ao longo do tempo, o que diminuiria a eficácia de algum procedimento aplicado. Não obstante a ênfase na urgência de tratar subprodutos possivelmente danosos à saúde, a prioridade de fato deve ser dada a medidas minimizadoras da geração de resíduos em experimentos práticos. Os estudantes devem receber de maneira clara todos esses aspectos para prepará-los para as atividades experimentais, sensibilizando-os para que adotem uma postura responsável (inclusive com aqueles agentes químicos que utilizam em seus lares). A segregação dos resíduos não apenas facilita o tratamento, mas permite outro importante resultado: o reuso em novos experimentos.

Segundo Menezes et al (2020),

Noções como a de “química verde” são adequadas à “gestão da qualidade” em laboratórios de ensino, bem como com a inserção de boas práticas laboratoriais pertinentes à “sustentabilidade ambiental”. Um programa de gestão de qualidade fundamenta-se em requisitos como “amostras de qualidade, procedimentos operacionais padrão (POP), garantia de qualidade técnica dos colaboradores, manutenção dos controles de qualidade, monitoramento, normas de segurança de laboratório (MENEZES *et al.*, 2020, p. 58744-58745).

Sobre essas noções de Menezes *et al.* (2020), pode-se dizer que Procedimentos Operacionais Padrão (POP) contribuem para processos serem implementados de modo rotineiro com repetição tal que permita atingir segurança em cada etapa. Existem situações de ensino específicas que podem levar os discentes de química a se voltarem apenas restritamente ao manuseio de vidrarias laboratoriais,

mas não especificamente também para a periculosidade dos reagentes, para as formas de prevenção como o uso de equipamentos de proteção individual e para a destinação correta dos resíduos utilizados em aulas experimentais. Incorporar segurança nos procedimentos relativos à “qualidade” evita sistemas concorrentes, o que é possibilitado pela existência de diretrizes claras e abrangentes o suficiente.

Para o Laboratório de Ensino do Curso de Graduação em Química, no campus Itaperi da Universidade Estadual do Ceará, Menezes *et al.* (2020) elaboraram Procedimentos Operacional Padrão para os equipamentos de emprego com maior frequência: “capela, estufa, centrífuga e balança analítica”. A implantação e consequente aceitação dos POP pelos usuários em um laboratório são essenciais ao desenvolvimento cognitivo dos graduandos, bem como para a sua formação acadêmica, por evidenciar previamente riscos corporais, analíticos e ambientais. A maioria das soluções residuais provinha de aulas dos cursos de química geral, embora a química analítica e a química orgânica também gerassem volume representativo. Esses resíduos contêm metais pesados, ácidos e solventes orgânicos. Com alguma contribuição também quanto a procedimentos no uso de equipamentos, a análise dos dados levantados no âmbito do IFRN poderá levar à conclusão de que seja necessário elaborar POP para o ensino laboratorial de matérias em que sejam empregadas substâncias químicas.

Ainda segundo Menezes *et al.* (2020), além de procedimentos padrão e outros meios de controle de processos, também se destacam as informações contidas nas Fichas de Segurança de Produto Químico (FISPQ), de uso obrigatório e a serem publicadas pelo fabricante ou pelo importador em sites oficiais, por exemplo. Tais documentos devem permanecer disponíveis para usuários em laboratórios de ensino para proporcionar informações que gerem consciência dos riscos “químicos, físicos e biológicos que certos reagentes oferecem à sua vida, quando em manuseio” (MENEZES *et al.*, 2020).

Buschinelli (2020) afirma que as FISPQ foram instituídas no país por normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo que as empresas fornecedoras de produtos químicos devem disponibilizá-las aos seus clientes. A estrutura da FISPQ conta com 16 tópicos que abrangem identificação, perigos e medidas de segurança, além de informações sobre medidas de controle para derramamento e armazenamento.

A incompatibilidade das famílias químicas fornece importante critério para a definição de grupos de acondicionamento de resíduos, o que evitará as reações indesejadas.

Para segregação e resíduos, Almeida et al. (2013) apresentam uma classificação por grupos conforme o quadro 1. Os autores sugerem também a utilização de embalagens plásticas em polietileno de alta densidade (PEAD).

Quadro 1: Grupos de resíduos

Grupo	Resíduos
A	Solventes orgânicos e soluções de substâncias orgânicas que não contenham halogênios
B	Solventes orgânicos e soluções de substâncias orgânicas que contenham halogênios
C	Resíduos sólidos de produtos químicos orgânicos que não são acondicionados em sacos plásticos ou barricas originais do fabricante devidamente rotulados e separados por material absorvente como vermiculite ou argila
D	Soluções Salinas nesse recipiente deve se manter o PH entre 6 e 8
E	Inorgânicos tóxicos como por exemplo sais e metais pesados e as soluções descartar em frascos resistentes ao rompimento com identificação Clara e visível
F	Compostos combustíveis tóxicos
G	Mercúrio e resíduos de seus sais inorgânicos
H	Resíduos de sais metálicos de regeneráveis
I	Sólidos inorgânicos

Fonte: Adaptado de Almeida (2013)

O quadro 1 de grupos de resíduos não contempla todos os resíduos gerados no IFRN em suas diferentes aulas práticas de laboratório. Assim, é necessário, com o conhecimento da realidade local levantada com o instrumento de coleta de dos desta pesquisa, adaptar estes agrupamentos. Isso permite propor uma classificação adequada à realidade no produto desta pesquisa, o manual de gerenciamento de resíduos.

Wallau e Santos (2013) e Buschinelli (2020) abordam a identificação de produtos químicos. Os estudiosos afirmam que a rotulagem deve seguir os critérios estabelecidos pelo Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS). No Brasil, deve seguir a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 14725. A norma exige que a periculosidade de produtos químicos seja indicada por três tópicos. O primeiro é um pictograma de perigo, consistindo em um símbolo preto, sobre fundo branco, dentro de um quadrado com uma dimensão mínima de 1 cm x 1 cm, borda vermelha, apoiado num vértice. O segundo é uma das palavras de advertência “Perigo” ou “Atenção”, onde a primeira é

usada para indicar os perigos mais graves e a segunda os de menor periculosidade. O terceiro é uma frase de perigo descrevendo, de forma padronizada, a natureza e a gravidade do risco de cada categoria de perigo, na qual o produto químico se enquadra. Estas frases são definidas no GHS e nas diversas Normas. Esta indicação do perigo deve ser complementada por frases de precaução indicando medidas adequadas para evitar ou limitar efeitos nocivos que podem ser causados pelo produto químico perigoso. Estas frases estão enumeradas na Norma ABNT NBR 14725. O GHS e a ABNT NBR 14725 determinam que o número de frases nos rótulos somente pode exceder seis se for necessário para descrever a natureza e a gravidade dos perigos.

Como é possível observar no exemplo da figura 2, o rótulo reúne os requisitos da norma NBR 14725, sendo personalizado para a instituição.

Figura 2: Exemplo de Rótulo



Fonte: Wallau e Santos (2013)

Em se tratando de rotulagem de resíduos, um padrão que permita o preenchimento pelo próprio gerador deve ser desenvolvido. A partir da realidade verificada na instituição estudada, um modelo é proposto no manual de gerenciamento de resíduos (Apêndice 2).

Esta revisão de literatura forneceu elementos para a elaboração do instrumento de coleta de dados e para a análise dos resultados com um olhar que culmina na construção de diretrizes para uma proposta normativa para o IFRN.

3 METODOLOGIA

É indiscutível que uma metodologia bem definida é essencial para o sucesso de uma pesquisa de mestrado. Assim se concebeu um conjunto de procedimentos, técnicas e instrumentos que foram utilizados para coletar, analisar e interpretar os dados necessários para atingir os objetivos propostos. Busca-se garantir a validade e a confiabilidade dos resultados da pesquisa, permitindo que os dados coletados sejam precisos e confiáveis, e que as conclusões a que se chega sejam válidas.

Esta estrutura clara de ação ajudou o pesquisador a manter-se focado e organizado durante todo o processo antecipando potenciais problemas e desafios que surgiram durante o processo de pesquisa e planejar medidas para lidar com esses problemas antecipadamente, garantindo a conformidade com as normas éticas e legais.

O instrumento de coleta e a metodologia, foram submetidos à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do IFRN, integrado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde (CONEP/MS), sendo aprovados através do Parecer 5.518.569. A pesquisa foi autorizada pela Gestão Central do IFRN, com registro na Carta de Anuência 10/2022 - RE/IFRN.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO ESTUDO

O Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, instituição criada nos termos da Lei nº. 11.892, de 29 de dezembro de 2008, vinculada ao Ministério da Educação, possui natureza jurídica de autarquia, sendo detentor de autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didático-pedagógica e disciplinar.

Atualmente, o IFRN possui cerca de 28 mil alunos em seus 22 campi distribuídos por todas as regiões do Estado. A instituição oferece 109 cursos de níveis médio e superior, nas modalidades presencial e à distância. O Instituto conta com 3.370 servidores entre docentes e técnicos em variadas funções como as de administração de laboratórios. Em todos os campi, existem laboratórios de ensino e pesquisa que fazem usos de reagentes químicos, gerando resíduos. O encaminhamento de finalização da presente pesquisa gerará a quantidade de pessoal diretamente envolvida em atividades laboratoriais.

A maioria dos Campi da Instituição apresenta cerca de 1.000 alunos e 100 servidores. Destacam-se os Campi de Mossoró e Natal Central, que possuem maior complexidade e número de alunos e servidores, sendo os maiores geradores de resíduos. Nestes campi, deverão ser aplicados questionários em diversas Diretorias que possuem coordenações de laboratórios próprias.

3.2 QUESTIONÁRIOS AVALIATIVOS

Para o levantamento de dados, foi elaborado um questionário a ser aplicado através de formulário eletrônico. Como primeira etapa, para levantamento da população a que se aplicou o instrumento de coleta de dados, foi enviado *e-mail* para os coordenadores técnicos de laboratório dos 22 *campi* do IFRN, a fim de identificarem os docentes e os técnicos envolvidos em práticas de laboratório, por exemplo, de ensino, de pesquisa e de extensão, com geração de resíduo. À medida que foram obtidas as informações fornecidas pelos técnicos coordenadores de laboratórios, foi realizada uma segunda etapa, o envio do questionário (formulário eletrônico) também por *e-mail* aos sujeitos previamente selecionados na primeira etapa, inclusive o coordenador de laboratório. A fim de orientar a formulação desse procedimento e a elaboração desse instrumento de coleta de dados (apresentado como apêndice 1), recorreu-se à bibliografia já abordada no referencial teórico, como, por exemplo, Brandão, Araújo e Vasconcelos (2018), que aplicaram um questionário para levantamento de dados, assim como à experiência discutida a seguir.

Freitas et al. (2000) destacam alguns cuidados a serem tomados na elaboração de um questionário para coleta de dados de pesquisa. Segundo o estudo, em um questionário, as alternativas para questões fechadas devem ser exaustivas para cobrir todas as possíveis respostas; somente questões relacionadas ao problema devem ser incluídas; implicações das perguntas quando aos procedimentos de tabulação e análise dos dados devem ser consideradas; as questões devem ser elaboradas de forma a deixar livre de desconforto quem for respondê-las; além de serem adequadamente em termos de clareza e precisão consoante o provável nível de formativo dos participantes. Um relatório deve apresentar quantidade de perguntas limitada ao essencial, além de se desenvolver a partir de perguntas mais simples até atingir as mais complexas;

3.3 REPOSITÓRIOS ACADÊMICOS PESQUISADOS

Para os estudos das publicações existentes na área, foi realizada a revisão narrativa de literatura através de uma busca exploratória (FERENHOF; FERNANDES, 2016). Desta forma, os critérios para busca foram estabelecidos, contemplando palavras-chave, base de dados, tipos de documento, idioma e período de publicação. Foram definidas as Bases de dados Scielo e Google Acadêmico nos idiomas inglês e português. As palavras-chave escolhidas são: i) Resíduos ii) químicos; iii) laboratórios; iv) gerenciamento; v) acidentes, combinadas entre si. Na fase de triagem, os artigos foram selecionados com uso de critérios de inclusão e exclusão, a partir dos seguintes pontos: i) publicações dos últimos 5 anos, ii) estudos em laboratórios de instituições de ensino, iii) realidade brasileira. A etapa final da revisão de literatura foi realizada com a análise dos conteúdos com abordagens temática e descritiva.

3.4 PRODUTO TECNOLÓGICO

A partir da revisão e, fundamentado nas informações coletadas por meio dos questionários, foi construído um conjunto temas a exigir abordagem para criação de padrões de gerenciamento de resíduos químicos em formato de manual.

A estrutura do produto aborda os problemas encontrados nesta pesquisa com respeito à realidade do IFRN, sendo personalizado para suas necessidades, apresentando os conteúdos de forma fácil de entender para o público-alvo. Além disso, busca atender os regulamentos éticos e legais pertinentes.

Este manual, que poderá ser utilizado para a formação dos usuários de laboratórios, é útil também para a busca de adequação das condições de infraestrutura, de forma a ajudar a melhorar a conscientização sobre a importância do gerenciamento adequado de resíduos químicos e, conseqüentemente, a reduzir os impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde dos envolvidos.

Espera-se que seja aprovado pela administração central da instituição e amplamente divulgado e disponibilizado para todos os envolvidos no gerenciamento de resíduos químicos do IFRN, incluindo professores, alunos e técnicos de todos os laboratórios dos Campi.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do instrumento de coleta de dados permitiu a construção do panorama dos 22 campi do IFRN, com significativa adesão dos docentes e técnicos usuários dos laboratórios da instituição. Os resultados são apresentados de maneira gráfica com figuras, quadro e tabelas na sequência deste módulo.

Com base nos resultados da presente pesquisa, podem ser instituídas medidas para reduzir a exposição dos usuários de laboratórios e os riscos ao meio ambiente, como a implementação de regulamentos mais rigorosos sobre o uso de reagentes e outros produtos químicos, bem como a melhoria dos processos de redução, eliminação, substituição, reaproveitamento e correta destinação de resíduos químicos.

4.1 GERADORES DE RESÍDUOS

Com as respostas das mensagens eletrônicas encaminhadas aos coordenadores técnicos de laboratório de cada campus, foi possível contabilizar 341 pessoas cujas práticas são potencialmente geradoras de resíduos, com a distribuição disposta na tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Quantitativo de atores potenciais geradores de resíduos

Campus	Docentes	Técnicos	Total
1. Apodi	10	7	17
2. Caicó	20	4	24
3. Canguaretama	4	1	5
4. Ceará Mirim	7	2	9
5. Currais Novos	24	9	33
6. Ipanguaçu	13	5	18
7. João Câmara	4	1	5
8. Jucurutu	0	0	0
9. Lajes	8	2	10
10. Macau	12	4	16
11. Mossoró	16	6	22
12. Natal Central	45	7	52
13. Natal Cidade Alta	10	4	14
14. Natal Zona Leste	0	0	0
15. Natal Zona Norte	11	1	12
16. Nova Cruz	11	0	11
17. Parelhas	6	2	8
18. Parnamirim	13	8	21
19. Pau dos Ferros	27	9	36
20. Santa Cruz	15	3	18
21. São Gonçalo do Amarante	2	2	4
22. São Paulo do Potengi	5	1	6
Total Geral	263	78	341

Fonte: Elaboração própria (2023)

Somente os campi de Natal Zona Leste e Jucurutu informaram não gerar resíduos químicos de laboratório. Então, as vinte unidades de ensino do IFRN geradoras de resíduos mostra como há uma ampla dispersão nas regiões do estado dada a capilaridade da instituição. Conforme a tabela 1, a geração de resíduos é predominantemente gerada por docentes. Considerando o envolvimento também dos alunos nos processos de práticas de laboratório, observa-se uma população considerável envolvida diretamente nos processos. Os dados não permitem considerar o número de pessoas indiretamente envolvidas como pessoal de limpeza e de manutenção, além da comunidade possivelmente atingida por contaminantes caso haja armazenamento e descarte inadequado de resíduos. O quantitativo, porém, de 341 (trezentas e quarenta e uma) pessoas cuja prática diretamente implica a geração resíduos reforça a tese de que a regulamentação dos procedimentos de gerenciamento de resíduos da instituição deva ser prioritária para a administração central.

De posse dos contatos dos potenciais geradores de cada campus, enviou-se o formulário eletrônico de coleta de dados por mensagem eletrônica, obtendo-se 64 respostas, distribuídas de acordo com a tabela 2, o que totaliza 18,7% dos 341 possíveis geradores de resíduos.

Tabela 2: Quantitativo dos respondentes ao questionário eletrônico

Campus	Docentes	Técnicos	Total
1. Apodi	1	1	2
2. Caicó	7	1	8
3. Canguaretama	1	1	2
4. Ceará Mirim	0	2	2
5. Currais Novos	2	2	4
6. Ipanguaçu	2	2	4
7. João Câmara	2	0	2
8. Jucurutu	0	0	0
9. Lajes	1	1	2
10. Macau	2	1	3
11. Mossoró	1	1	2
12. Natal Central	5	4	9
13. Natal Cidade Alta	1	1	2
14. Natal Zona Leste	0	0	0
15. Natal Zona Norte	1	1	2
16. Nova Cruz	2	2	4
17. Parelhas	2	1	3
18. Parnamirim	0	3	3
19. Pau dos Ferros	2	1	3
20. Santa Cruz	2	0	2
21. São Gonçalo do Amarante	3	0	3
22. São Paulo do Potengi	1	1	2
Total Geral	38	26	64

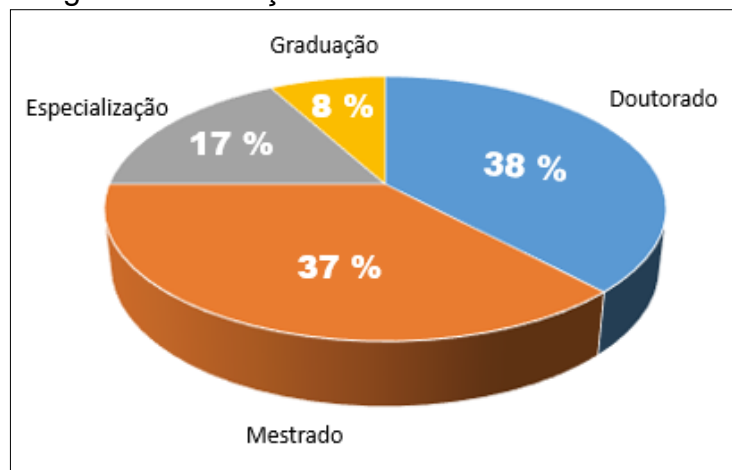
Fonte: Elaboração própria (2023)

Todos os campi geradores forneceram informações sobre resíduos, infraestrutura dos laboratórios, conhecimentos de riscos e comportamento dos envolvidos. O Campus Natal Central apresentou maiores resultados, fruto da maior quantidade de pessoas envolvidas, destacando-se também os campi Caicó e Nova Cruz. Em particular o Campus Caicó possui cursos na área têxtil e gera resíduos em maior volume, necessitando de tratamento de efluentes, e o campus Nova Cruz possui curso de graduação em processos químicos e técnico de química com maior número de técnicos e docentes atuando em laboratórios da área.

4.2 PERFIL DOS ENVOLVIDOS NA GERAÇÃO DE RESÍDUOS QUÍMICOS

Vencido o processo de obtenção dos dados provenientes de pessoal responsável administrativamente pela validade das informações, as respostas aos questionários permitiram a construção de um cenário da percepção de riscos associados ao manejo de resíduos de laboratório da instituição. A seguir, as informações são sintetizadas graficamente na figura 3.

Figura 3: Formação acadêmica



Fonte: Elaborado pelos autores

Mesmo as funções que requerem nível médio técnico para seu desempenho contam com formação acadêmica mínima de graduação. Este fato reflete o contínuo aperfeiçoamento dos servidores da instituição, que são estimulados a seguir estudando para obtenção de progressões salariais. Podemos pressupor que este grau

de qualificação profissional influencia na percepção de riscos e facilita a busca da melhoria de condições de trabalho.

Na tabela 3, pode ser verificada a atuação dos respondentes em seus ambientes de trabalho.

Tabela 3: Atuação nos ambientes laboratoriais

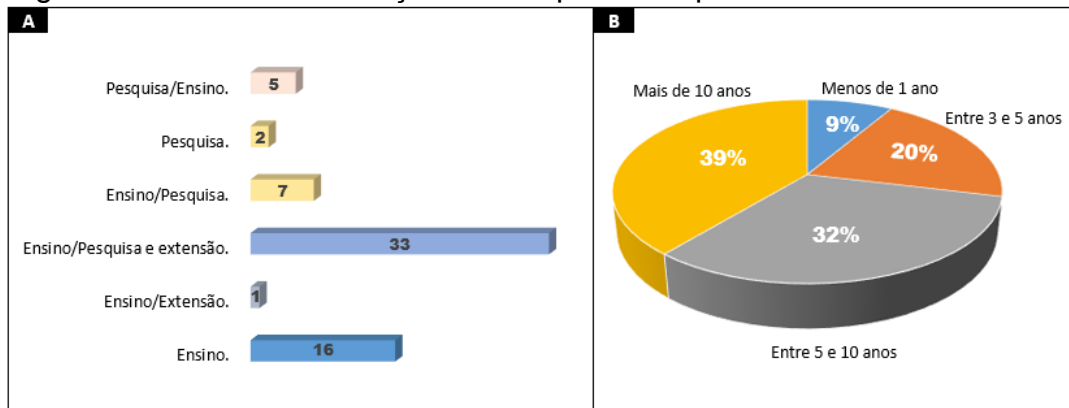
Atuação	Quantidade
Assessor de apoio a laboratórios	1
Coordenador de laboratórios	10
Professor usuário	36
Responsável por laboratório	1
Técnico/Assistente de laboratório	16
Total	64

Fonte: Elaboração própria (2023)

Observa-se que a atividade predominante é a docência. Correlacionando-se a tabela 3 com a tabela 2, observa-se que as funções de assessor de laboratório e responsável por laboratório são ocupadas também por docentes. Este panorama reforça com robustez, com base nos dados colhidos, a preponderância docente como público alvo de formação normativa no gerenciamento de risco uma vez que normalmente são os docentes que planejam e desenvolvem os procedimentos geradores de resíduos. Considerando que cada campus possui pelo menos um coordenador de laboratórios, a quantidade de respondentes responsáveis pelo controle de acesso e disposição de materiais para os ambientes está bem representada. Além disso, os técnicos assistentes de laboratório, que normalmente preparam os ambientes para a execução dos experimentos, também responderam em número significativo.

Na figura 4(A), é possível observar que uma faixa significativa dos entrevistados trabalha com os três seguimentos possíveis na instituição, isto é, atividades práticas laboratoriais de ensino, pesquisa e extensão. Este fato, associado ao tempo de experiência na função, expresso na figura 4(B), contribui para um ambiente promissor à percepção de riscos inerentes ao manejo e à geração de resíduos químicos.

Figura 4: A - Áreas de atuação. B – Experiência profissional.



Fonte: Elaboração própria (2023)

Considerando que uma instituição de ensino deva buscar a excelência, o desejado engajamento coletivo, sugerido por Araújo, Brandão e Vasconcelos (2019), pode ser favorecido por esta realidade de atuação profissional e tempo de experiência. Isso é de extrema importância para facilitar o desenvolvimento da cultura de preservação da saúde ocupacional e proteção do meio ambiente.

4.3 SEGURANÇA NO TRABALHO

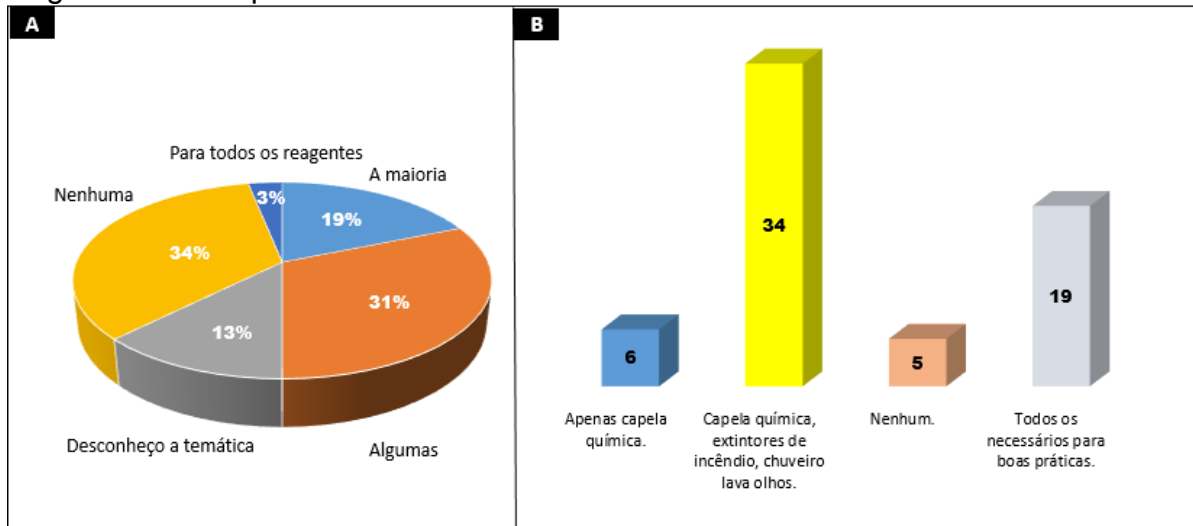
É notório que uma parcela reduzida dos respondentes afirmou que existe acesso a todas as fichas de segurança de produtos químicos – FISPQ de seu ambiente de trabalho, como mostra a figura 5(A). Este fato pode ser proveniente da própria inexistência destes documentos nos ambientes de trabalho ou da falta de conhecimento do tema.

Buschinelli (2020) e Menezes *et al.* (2020) alertam para a necessidade de conhecimentos sobre os produtos manipulados destacando a FISPQ como instrumento necessário, desta forma seria adequado que todos os envolvidos possuíssem pleno conhecimento da existência e disponibilidade desse material.

Tendo em vista a formação em área técnica para a investidura de cargo público nos ambientes pesquisados, há de se supor que, na qualificação básica, não tenha sido suficientemente abordada a temática, de maneira que dispensasse a necessidade de uma formação complementar, corroborando com os estudos supracitados de Menezes *et al.* (2020). Em contrapartida, a percepção da existência de equipamentos de proteção coletiva e equipamentos de contingência é grande,

como demonstra a figura 5(B), o que pode ser reflexo da realidade de infraestrutura da instituição e da capacidade técnica de identificar estes equipamentos como destinados à segurança do ambiente de trabalho.

Figura 5: A - Disponibilidade de FISPQ. B - Existência de EPC.



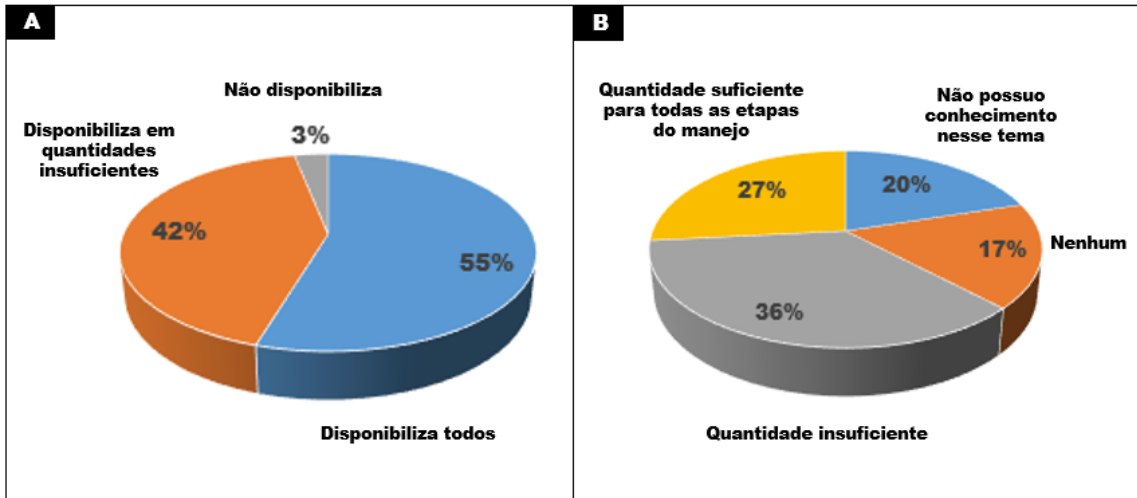
Fonte: Elaboração própria (2023)

Um mecanismo de fácil disponibilização das FISPQ aos usuários de laboratórios merece ser proposto para ampliar esta percepção de riscos, devendo ser reforçado por educação continuada.

Neste sentido, quando indagados: “Existe algum curso específico para prevenção de acidentes em laboratórios no IFRN ao qual os alunos e os servidores tenham acesso?”, observou-se a ausência de capacitação indicada por 96% dos entrevistados, evidenciando uma oportunidade de melhoria para a prevenção de eventos indesejados, como identificaram Laudeano, Bosco e Prates (2011) e Oliveira et al. (2019).

Grande parte dos entrevistados afirma que, para as práticas laboratoriais (figura 6A), são disponibilizados equipamentos de proteção individual (EPI) nas quantidades adequadas, porém, em se tratando de manejo de resíduos (figura 6B), esta disponibilidade é significativamente menor.

Figura 6: A - Disponibilidade de EPI para práticas. B – Disponibilidade de EPI para manejo de resíduos.



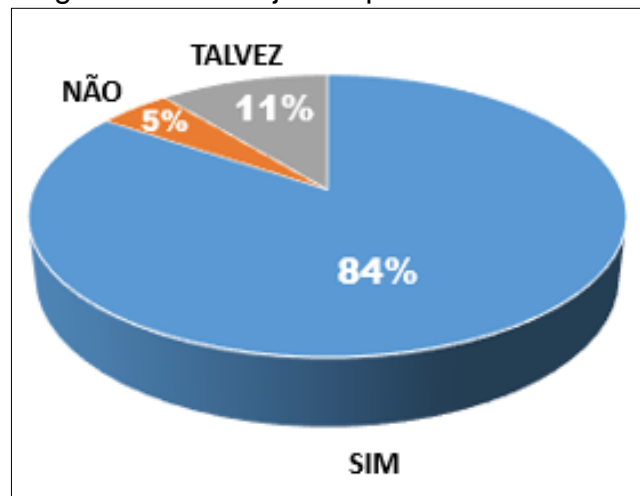
Fonte: Elaboração própria (2023)

Este cenário pode indicar que nem todos os geradores de resíduos estejam envolvidos no manejo-destinação desse mesmo material residual ou que, para o procedimento de destinação dos rejeitos, se utilizem apenas os EPI dos processos normais de trabalho. A normatização de uso e descarte de produtos químicos e resíduos laboratoriais deve prever, tal como consta no produto desta pesquisa, especificamente o EPI a ser usado para lidar com os subprodutos de práticas cotidianas didáticas assim como outras eventuais.

Philippi Jr. (2014) e Menezes *et al.* (2020) estabelecem a importância do correto uso dos equipamentos de proteção individual – EPI, o que deve ser levado em conta na busca da melhoria do panorama verificado através da conscientização dos usuários e da administração central da instituição. Uma das ferramentas possíveis para tratar esse ponto seria a instituição de um treinamento de segurança em laboratórios para criar a cultura de prevenção.

Nesta mesma linha de estudo sobre proteção, existem as vestimentas profissionais, que não exigem a mesma certificação dos equipamentos de proteção individual, mas contribuem para a segurança dos usuários. Dentre elas, podem ser destacadas as batas, as toucas e os calçados. Os entrevistados relataram que nem todos os usuários utilizam o jaleco ao acessarem os laboratórios, como é observado na figura 7.

Figura 7: Uso do jaleco pelos alunos

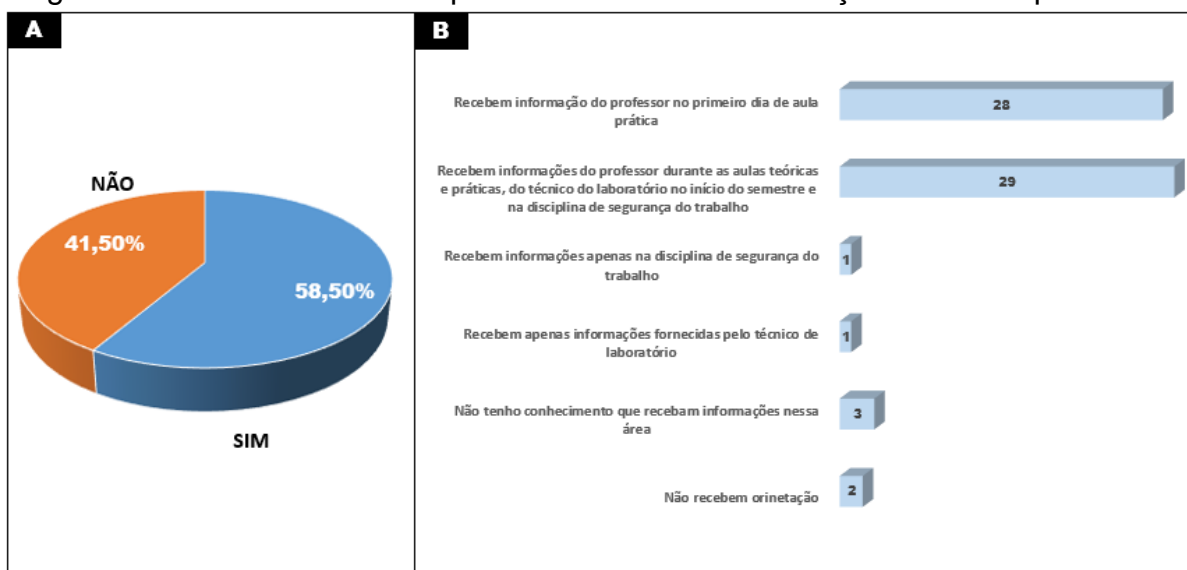


Fonte: Elaboração própria (2023)

Como se comprova, ocorre o uso das vestimentas por parcela considerável. Pode-se vislumbrar que exista uma cobrança rotineira desta conduta pelos docentes e técnicos de laboratório que convivem com os discentes nas práticas.

A proporção de existência de roteiros padronizados para aulas práticas, visualizada na figura 8(A), é preocupante, pois uma dinâmica de ensino que envolve riscos químicos significativos não pode ser executada sem planejamento. Observando-se a figura 8(B), fica notório que os alunos recebem, em algum momento, informações sobre boas práticas.

Figura 8: A – Existem roteiros padronizados. B – Informações de boas práticas.

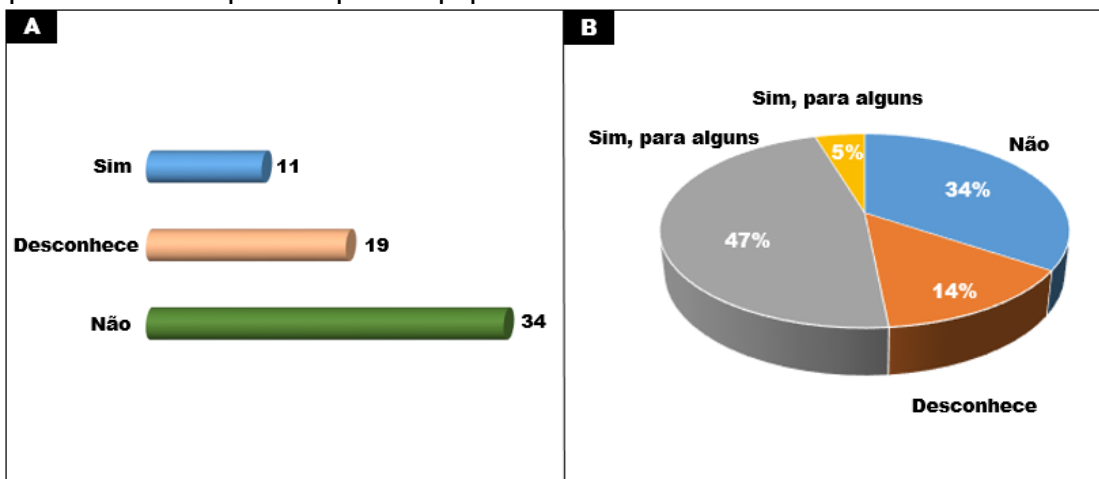


Fonte: Elaboração própria (2023)

Entendendo-se os roteiros de aula como imprescindíveis para identificar oportunidades de melhoria e para evitar etapas indesejadas nas práticas de laboratório, é adequado que a primeira etapa do documento seja uma instrução sobre os riscos e as medidas de controle necessárias para cada prática, de maneira que o professor estabeleça esta rotina de um momento inicial da aula para o preparo dos alunos referente à segurança. Outro aspecto é o preparo das bancadas com todos os insumos necessários, que deve preceder a aula e necessita de um documento para a seleção dos materiais e equipamentos pelos técnicos, incluindo os EPI. Desta forma, é recomendável que o projeto de qualquer atividade laboratorial preveja, dentre as necessidades, a inclusão das medidas mitigadoras de riscos e instruções de segurança.

Este fato vem ao encontro da necessidade de identificação dos riscos nos processos de trabalho destacada por Buschinelli (2020), o que pode ser avaliado com a percepção dos entrevistados sobre existência de manual para descarte (figura 9A) ou Procedimentos Operacionais Padrão – POP (figura 9B), levantado por Menezes *et al.* (2020).

Figura 9: A-Disponibilidade de manual ou procedimento padrão, B-Existência de procedimentos padrão para equipamentos



Fonte: Elaboração própria (2023)

Um esforço deve ser despendido pela administração no sentido de institucionalizar condutas salutaras ao divulgar os manuais com seu leque de regras adequadamente extenso assim como os procedimentos com seu rol de normas especificamente mais sintéticos. Deve ser preocupação institucional permanente a criação de novos documentos dessas naturezas que sejam válidos para todos os ambientes.

Quando indagados sobre a ocorrência de acidentes nos ambientes de laboratório no exercício de suas funções, 32,3% dos entrevistados registraram ter presenciado acidentes. Como podemos verificar na tabela 4, três entrevistados relataram ter presenciado 5 ou mais acidentes. Este é um dado significativo que, quando cruzado com o tempo de serviço dos respondentes, evidencia uma possibilidade real de ocorrência destes eventos indesejados ao longo da carreira no fazer laboratorial.

Tabela 4: Acidentes ocorridos em seu local de trabalho.

Experiência	Quantidade
Nenhum acidente	47
1 acidente	5
2 acidentes	5
3 acidentes	2
4 acidentes	1
5 acidentes	1
5 a 10 acidentes	2
Total	64

Fonte: Elaboração própria (2023)

Como afirmam Silva, Soares e Afonso (2009), a gestão de resíduos deve primar pelo compromisso com a segurança de todos. Desta forma, esta percepção de que os acidentes não são raros deve ser considerada como importante fator na elaboração e implantação de medidas de controle e providência da devida capacitação para sua prevenção.

4.4 AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS

Com respeito aos procedimentos que mais geram resíduos de laboratório, destacaram-se as práticas de titulação, química analítica e beneficiamento têxtil, como é possível verificar na tabela 5:

Tabela 5: Práticas que mais geram resíduos

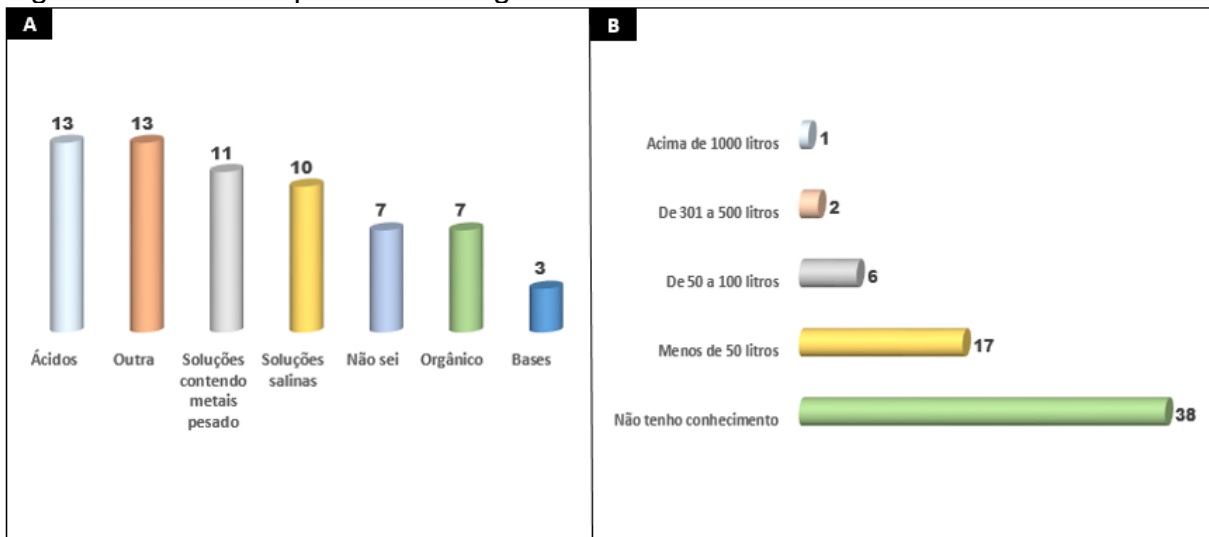
Experiência	Citações
Titulação	6
Química analítica	4
Beneficiamento têxtil	3
Análise de lipídios	2
Análise de solos	2
Aula prática de reações químicas	2
Química orgânica	2
Separação e concentração mineral	2
Não sabe	8
Não responderam	33
Total	64

Fonte: Elaboração própria (2023)

A química analítica, já destacada por Araújo, Brandão e Vanconcelos (2019) em seu estudo, podem ser a grande área a ser trabalhada no sentido de melhoria de seus processos para redução de volumes.

Os outros entrevistados listaram a geração de cavacos de plástico e de aço impregnados de óleo e graxa, resultantes do processo de usinagem. Outros processos geradores de resíduos são a destilação de nitrogênio amoniacal, a determinação do teor de ligante por meio de dosagem de concreto asfáltico, o ensaio de compactação em solos, os experimentos que utilizam hidrocarbonetos, fluidos de perfuração, petróleo bruto e água de produção de petróleo, a extração com solvente orgânico, a mistura de concretos, o descarte de pilhas e baterias, as padronizações, os ligantes betuminosos e uso de gasolina em limpezas de utensílios e equipamentos, a separação e concentração mineral, fragmentação de rochas e, por fim, produção e caracterização de biodiesel. A natureza dos resíduos gerados e seu volume pode ser observada na figura 10, na qual se destacam os ácidos, as soluções contendo metais pesados e as soluções salinas.

Figura 10: A – Principais resíduos gerados. B – Volume anual.



Fonte: Elaboração própria (2023)

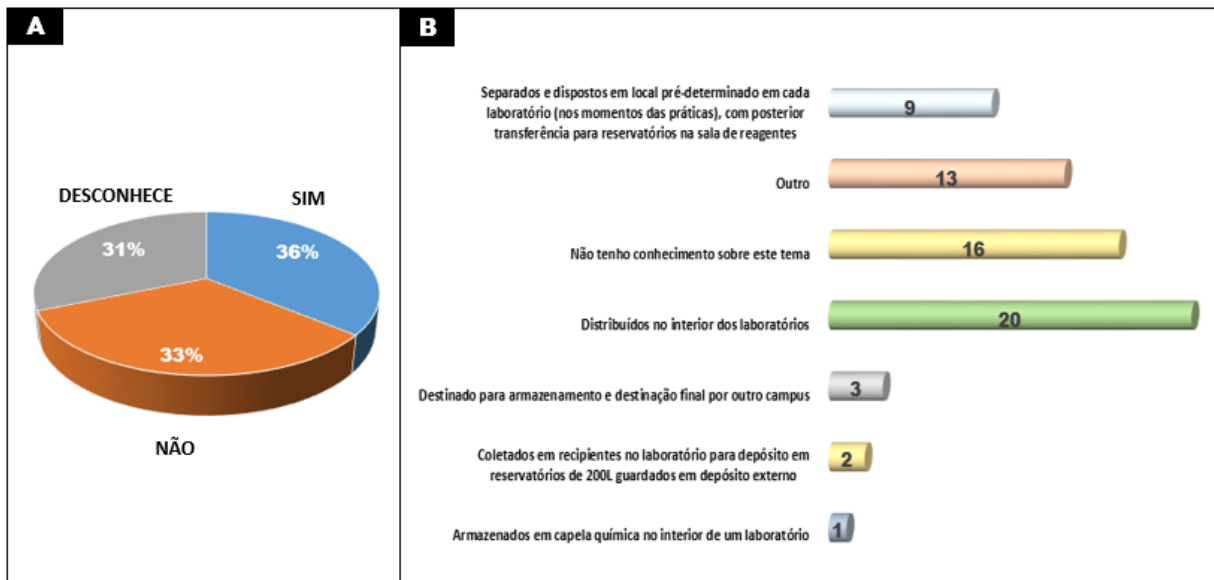
Em relação ao volume gerado de resíduos em cada Campus, 38 respondentes, o que equivale a 56,9%, não tem conhecimento, como fica claro na figura 10(B). Este dado evidencia que parte significativa da população de interesse não vivencia todo o processo de gerenciamento dos resíduos. Esta é uma evidência preocupante, porque a redução de resíduos pode ser incentivada na fonte com o conhecimento dos impactos gerados. Esta vivência dos envolvidos em conhecer os volumes gerados

poderia estimulá-los a reduzir os quantitativos já na fase de planejamento de suas atividades.

Daqueles que têm conhecimento do volume total gerado, 17 dos 26 respondentes indicam quantidade inferior a 50 litros por ano em seu campus, como pode ser observado na figura 10(B), o que fornece um indicativo para o dimensionamento de um abrigo externo para este material.

Indagados sobre a existência de local exclusivo para o armazenamento de resíduos, apenas 36% da dos entrevistados confirma o fato, como observado na figura 11(A), o que levanta a oportunidade de melhoria do processo, pois a presença dos resíduos em local que não seja externo ao ambiente laboratorial aumenta os riscos de emissões, além da possibilidade de acidentes como vazamento e aumento da carga incêndio. Na figura 11(B) percebe-se que uma minoria indica a existência de um depósito externo enquanto muitos relatam que os resíduos são distribuídos no interior dos laboratórios ou na sala de reagentes.

Figura 11: A – Existência de local exclusivo para armazenamento de resíduos. B – Armazenamento de resíduos.



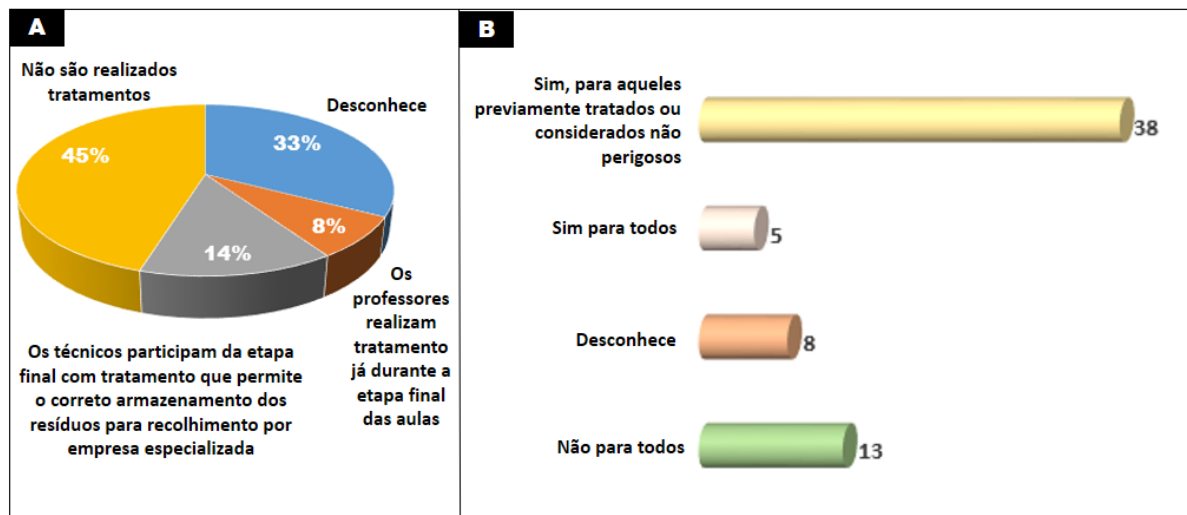
Fonte: Elaboração própria (2023)

Para o equacionamento dos locais de armazenamento em cada campus, pode-se tomar por base a capacidade máxima de 500 litros para os campi de Natal Central e Mossoró. O campus natal central pode possuir necessidade de armazenamento neste volume, porém com abrigos para cada diretoria acadêmica geradora. Os demais campi podem ser atendidos por um abrigo com capacidade de 200 litros. Estes locais

de armazenamento de produtos químicos devem se localizar em recinto separado do prédio principal como recomenda Almeida et al. (2013).

Na figura 12(A), fica notório que grande parcela dos respondentes afirma que não é realizado tratamento de resíduos ou desconhece que esta operação seja realizada em seu ambiente de trabalho. Isto, relacionado com os dados da figura 12(B), que permite observar que somente 21 dos respondentes afirma não ser destinado resíduos ao esgoto ou não ter conhecimento, pode indicar possibilidade de contaminação ambiental.

Figura 12: A – Tratamento antes do descarte. B – Descarte na rede de esgoto.

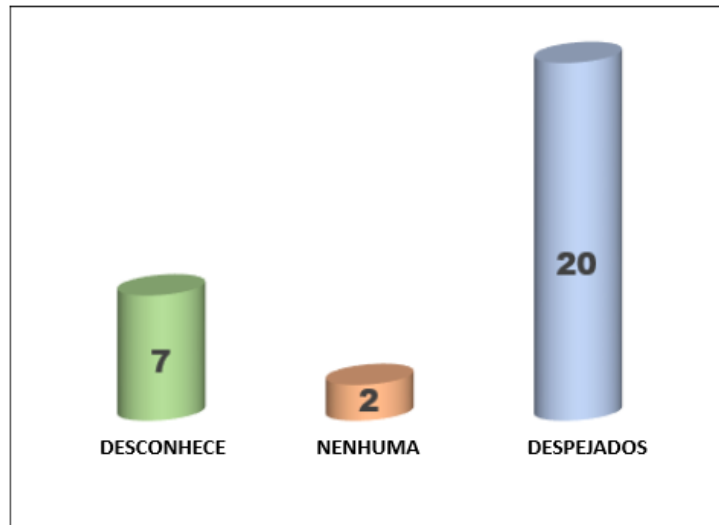


Fonte: Elaboração própria (2023)

Este contexto de descarte sem critério levanta uma oportunidade de melhoria e expansão dos tratamentos realizados pelos técnicos e professores. Inclusive, dever-se-ia buscar o descarte zero no esgoto e o incentivo a procedimentos que aproveitem esse tratamento como tema de aulas práticas, como, por exemplo, a destilação em capela para reduzir o volume. Nesse sentido, reforça-se as observações de Mattos (2019) e Donatelli (2019) sobre a necessidade de políticas normativas que envolvam a redução da geração dos resíduos, adequado manejo, armazenamento seguro e sua correta destinação final.

Indagados em questão aberta, não obrigatória, sobre que substâncias estão presentes nos resíduos laboratoriais despejados no sistema de esgoto, os entrevistados forneceram 29 repostas de acordo com a figura 13.

Figura 13 – Despejo de resíduos na rede de esgoto



Fonte: Elaboração própria (2023)

Observa-se que muitos respondentes registram o lançamento de resíduos na rede de esgoto, o que levanta uma preocupação sobre as concentrações, que podem exceder os limites legais para efluentes. Outro fator relevante é a possibilidade de reações indesejadas no interior da tubulação, já que a rede de esgoto dos laboratórios é interligada entre si, o que pode gerar vapores tóxicos e contaminar o ar dos ambientes internos.

A lista relatada de produtos é extensa e pode ser verificada no quadro 2, contando com solventes orgânicos tóxicos, metal pesado e soluções ácidas e cáusticas.

Quadro 2: substâncias lançadas no esgoto

<p>Ácidos</p> <p>Auxiliares químicos têxteis</p> <p>Bases</p> <p>Bases em baixas concentrações</p> <p>Benzeno</p> <p>Chumbo</p> <p>Cianeto de potássio</p> <p>Corantes e pigmentos</p> <p>Gasolina</p> <p>Hexano</p> <p>Ligante acrílico</p> <p>Matéria orgânica</p> <p>Meios de cultura esterilizados</p>	<p>Mercúrio</p> <p>Óleos diversos</p> <p>Peróxido de hidrogênio</p> <p>Pigmentos inorgânicos</p> <p>Querosene</p> <p>Sais de metais alcalinos ou alcalinos terrosos</p> <p>Sais inorgânicos</p> <p>Sais</p> <p>Soda Cáustica</p> <p>Solução de NaOH 0, 1N</p> <p>Soluções salinas</p> <p>Substâncias salinas de metais não tóxicos</p> <p>Tensoativos</p> <p>Tolueno</p>
--	--

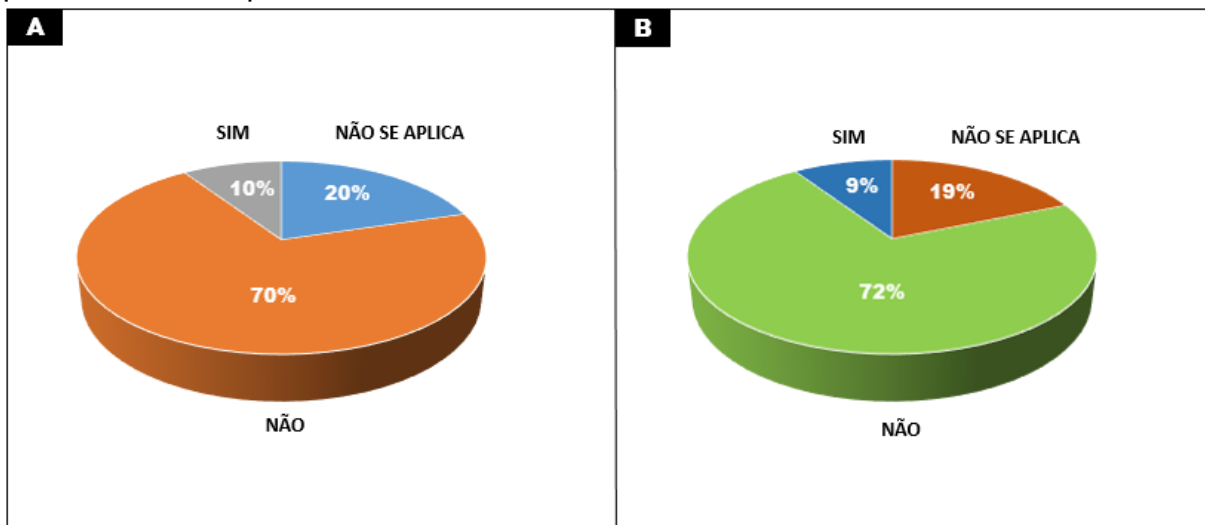
Fonte: Elaboração própria (2023)

Este cenário de grande número de produtos químicos assim como a sensibilidade de elementos como, por exemplo, o mercúrio requer cuidado especial

referente à normatização e orientação formal dos usuários de ambientes laboratoriais da instituição para que seja eliminado o despejo de resíduos.

Quando indagados sobre a reutilização de resíduos, uma pequena parcela respondeu que utiliza resíduos de suas próprias atividades e também de práticas de colegas (figura 14).

Figura 14: A – Reuso de resíduos de suas práticas, B - Reuso de resíduos de uma prática realizada por outro usuário



Fonte: Elaboração própria (2023)

A reutilização de resíduos, como aponta Jardim (1998), deve ser uma etapa de gerenciamento de resíduos, pois reflete em economia de insumos e na redução do volume total de resíduos, impactando nos custos para sua correta destinação. Assim, os usuários de laboratório devem se incentivar a planejarem atividades que aproveitem os produtos gerados, encadeando práticas que reutilizem os resíduos químicos de outras atividades. Este esforço também contribui para a formação da consciência preventiva dos estudantes, que futuramente podem contribuir para implantar esse olhar nas organizações nas quais desenvolverão suas carreiras profissionais.

5 CONCLUSÃO

Os dados levantados assim como a discussão apresentada reitera a relevância do tema central deste estudo, o gerenciamento de resíduos químicos de laboratórios em instituições de ensino, especificamente o caso do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN. A metodologia adotada tornou possível levantar dados que poderão alimentar reflexões futuras. Por agora, foi possível compreender as sistemáticas de uso, acondicionamento e descarte dos resíduos laboratoriais, produzidos nos ambientes de ensino, pesquisa e extensão da instituição. A verificada ausência de protocolos oficiais de manejo desses materiais considerados perigosos pelo normativo legal em coexistência o relevante número de pessoas envolvidas assim como com a pluripresença do IFRN em municípios do estado do RN implica a urgente necessidade de adoção-debate do manual de gerenciamento de resíduos químicos presente como APÊNDICE B desta dissertação.

A visão panorâmica permitida pelos gráficos e pelas tabelas formulados a partir dos dados coletados a partir da consulta de servidores com fé pública específica e diretamente envolvidos com os números levantados, assim como o debate iniciado neste estudo, reforçam a necessidade de padronização sistêmica, no tocante ao gerenciamento dos subprodutos químicos gerados a partir das ações do IFRN. Fica evidente a necessidade do comprometimento da administração das instituições públicas de ensino técnico e tecnológico como a urgência de construir de diretrizes com vistas à normatização de condutas profissionais. Assim também, pode-se ser dito da relevância social e humana das instituições criarem marcos legais para tornar os processos de trabalho mais seguros e sustentáveis quanto à proteção do meio ambiente, bem como para garantia da segurança dos trabalhadores e da comunidade acadêmica em geral.

Dentre os aspectos positivos levantados nesta pesquisa, destaca-se a formação acadêmica dos profissionais envolvidos com atividades geradoras de resíduos. Os entrevistados, que possuem nível superior, com predominância no mestrado e doutorado, fazem ver maior probabilidade de adesão a procedimentos aprimoradores de suas práticas mais por aceitação do que por coerção frente a algum marco legal. Estas pessoas atuam nos ambientes laboratoriais, majoritariamente em funções de docência, existindo também significativa representatividade de cargo de

gestão. As atividades dos entrevistados permeiam os três pilares da instituição, quais sejam: ensino, pesquisa e extensão.

Referente aos aspectos que ensejam melhorias, o acesso às Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ manipulados nos ambientes laboratoriais da instituição deve ser ampliado. O fato de que cerca de metade dos entrevistados afirma que os Equipamentos de Proteção Individual – EPI apresentam déficit de fornecimento é algo a ser tratado como problema emergencial. Sobre a existência de procedimentos padrão e informações de segurança fornecidas aos demais usuários dos laboratórios, foi relatada deficiência e deve ser aprimorado para que seja possível evitar os acidentes que não são raros atualmente. Uma grande preocupação se revela no tocante ao lançamento de produtos perigosos na rede de esgoto.

Os objetivos da pesquisa intitulada *Normatização de uso e descarte de produtos químicos e resíduos laboratoriais em instituições públicas de ensino* foram atingidos. O de caracterizar os processos de manuseio, acondicionamento e descarte dos resíduos laboratoriais produzidos no âmbito do IFRN foi efetivado pela coleta e a análise dos dados em confrontação com o referencial bibliográfico. O de realizar levantamento bibliográfico comparativo sobre normativas ambientais de controle de resíduos laboratoriais em distintas instituições de ensino foi realizado conforme a resenha dos estudos discutidos com destaque para Jardim (1998) e Gauza *et al.* (2000) e Lima *et al.* (2020). Esse percurso investigativo permitiu elaborar uma proposta de manual normativo sistêmico para o IFRN para orientar o uso, o armazenamento e o descarte de resíduos laboratoriais (APÊNDICE B).

Decorrente do diagnóstico constatado, algumas recomendações são já perceptíveis como inferências. A primeira é o encaminhamento do tema para discussão pela administração central do IFRN, visando à regulamentação sistêmica do gerenciamento de resíduos, que estabeleça diretrizes de Segurança do trabalho com resíduos, de procedimentos de segregação e de armazenamento, de incentivo aos professores para desenvolverem o reaproveitamento e o tratamentos antes do descarte. Isso exige também a capacitação formal na temática de segurança em laboratório e gerenciamento de resíduos químicos. A segunda é a implantação oficial pelo IFRN de um manual de gerenciamento de resíduos químicos para formulação do qual é apresentada uma proposta no Apêndice B desta dissertação, como instrumento de rotinas internas dos seus laboratórios que produzam resíduos químicos. A terceira

é a aquisição de materiais e de equipamentos para cada campus como, por exemplo, conjunto de contenção de derramamento, armários especiais para inflamáveis e corrosivos, bombonas e rótulos adesivos. A terceira é a construção de estudo para projeto e implantação de uma estação de tratamento de efluentes têxteis para o campus Caicó, por causa da especificidade volumétrica de resíduos ali produzidos. O quarto é a formulação de projeto e a realização de construção de abrigos externos em cada campus para armazenamento de resíduos químicos.

Ainda que leve algum tempo para a efetiva materialização das propostas desta pesquisa, mesmo mediante a realização de novos estudos, o quadro 2 evidencia a obrigatoriedade de haver proibição do lançamento de resíduos químicos de laboratório na rede de esgoto. Deve o IFRN agir para criar os meios para sanar imediatamente essa falha praticada atualmente conforme levantado na coleta de dados a fim de cessar os riscos de seus impactos para as comunidades que recebem os serviços do Instituto. Outras pesquisas poderão apontar alguma ação reparadora necessária frente aos dados levantados já que não foi cerne deste estudo esse tipo de proposição.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria de Fátima da Costa *et al* (org.). **Boas Práticas em Laboratório**. 2. ed. São Caetano do Sul - SP: Difusão Editora, 2013.

ANTONIASSI, Beatriz; SILVA, Mariana Cristina Kempa da. A importância do gerenciamento de resíduos perigosos em uma universidade: Estudo de caso dos laboratórios de ensino e pesquisa. **Sistemas & Gestão**, Rio de Janeiro/RJ, v. 12, n. 2, p. 183-191, 2017.

AMARAL, Suzana T. et al. Relato de uma experiência de recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do instituto de química da universidade federal do rio grande do sul. **Química Nova**, v. 24 n. 3, 2001

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

ARAUJO, Diana Silva de; BRANDÃO, Clenilma Marques; VASCONCELOS, Nazaré do Socorro Lemos Silva. Programa de gerenciamento de resíduos para laboratórios de ensino de química: uma proposta de educação ambiental no instituto federal do maranhão – campus Açailândia. **Acta Tecnológica**, [s. l], v. 13, n. 2, p. 11-25, 09 nov. 2019.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2008. 382 p.

BRANDÃO, Clenilma Marques; ARAÚJO, Diana Silva; VASCONCELOS, Nazaré do Socorro Lemos Silva. Minimização de resíduos químicos: percepção ambiental de docentes e aplicação de princípios de química verde em laboratórios de ensino. **Acta Tecnológica**, v. 13, n. 2, 2018.

BRASIL. Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 03 ago. 2010.

BRASIL. Resolução nº 330, de 3 de maio de 2011. **Condições e padrões de lançamento de efluentes**. Brasília: CONAMA, 3 mai. 2011.

BRASIL. Resolução nº 222, de 28 de março de 2018. **Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências**. Brasília: ANVISA, 28 mar. 2018.

BUSCHINELLI, José Tarcísio Penteado. **Toxicologia Ocupacional**. São Paulo: Fundacentro, 2020.

CIENFUEGOS, Freddy. Segurança no Laboratório. **Interciência**, Rio de Janeiro - RJ, 2001.

DONATELLI FILHO, Heraldo. Implantação de sistema de gestão de reagentes e resíduos químicos em laboratórios universitários. **Latin American Journal of Business Management**, v.11, n. 1. Taubaté, SP. Ano 2020.

FERENHOF, Hélio Aisenberg; FERNANDES, Roberto Fabiano. DESMISTIFICANDO A REVISÃO DE LITERATURA COMO BASE PARA REDAÇÃO CIENTÍFICA: método SSF. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina, Florianópolis**, v. 21, n. 3, p. 550-563, nov. 2016. Quadrimestral.

FREITAS, Henrique; OLIVEIRA, Mirian; SACCOL, Amarolinda Zanela; MASCAROLA, Jean. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração da Usp**, São Paulo-SP, v. 35, n. 3, p. 105-112, jul. 2000.

GAUZA, Olga R. et al. Educação ambiental como instrumento para minimização de resíduos químicos em uma instituição de Ensino Superior. **Espacios**, V. 41 N. 02 Ano 2020.

GERÔNIMO, Bruna Maria; LAUTENSCHLAGER, Sandro Rogério; BENATTI Cláudia Telles. Diagnóstico dos resíduos gerados em um laboratório de análise de água efluente. IX CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2018, **Anais [...]** São Bernardo do Campo-SP: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2018. V. 1, p. 1-8.

IMBROISI, Denise. et al. Gestão de resíduos químicos em universidades: universidade de Brasília em foco. **Química Nova**, São Paulo, v. 2, n. 29, p. 404-409, jan. 2006.

JARDIM, Wilson de Figueiredo. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova**. São Paulo, v. 21, n. 5, 1998.

LAUDEANO, Anna Carolina Galli; BOSCO, Tatiane Cristina Dal; PRATES, Kátia Valéria Marques Cardoso. Proposta de Gerenciamento de Resíduos Químicos para Laboratórios de Instituições de Ensino Médio e Técnico. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2011, **Anais [...]**. Londrina: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2011. v. 1, p. 1-10.

LIMA, V. E. de. et al. **Engenharia de segurança no trabalho: avaliação dos laboratórios químicos científicos**. Tecnologia, investigação, sustentabilidade e os desafios do século XXI. Campina Grande: Realize Editora, 2020.

MATTOS, Mariana de Freitas. et al. Avanços no tratamento dos resíduos químicos gerados pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e possíveis medidas mitigadoras. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, 2020.

MENEZES, Gabriela de Almeida et al. Aplicação de ferramentas de gestão da qualidade em laboratório de ensino em um curso de graduação em química. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 58743-58756, ago. 2020.

MISTURA, Clóvia Marozzin; VANIEL. Ana Paula Härter; LINCK, Mara Regina. Gerenciamento de resíduos dos laboratórios de ensino de química da universidade de passo fundo, RS. **Ciatec - Upf**, Passo Fundo - RS, v. 2, n. 1, p. 54-64, jun. 2010. Semestral.

OLIVEIRA, Amanda Caroline Rodrigues de; BRAGA, Ana Maria Cheble Bahia; VILLARDI, Juliana Rulli Wotzasek; KRAUSS, Thomas Manfred. Gerenciamento de resíduos em laboratórios de uma universidade pública brasileira: um desafio para a saúde ambiental e a saúde do trabalhador. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 3, p. 63-77, dez. 2019.

OLIVEIRA, Jadna Karolayne Lins de. **Controle de resíduos de laboratórios no IFRN – campus Macau**. Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Macau, 2018.

PHILLIP JR., Arlindo. (org.). **Curso de Gestão Ambiental**. São Paulo-Barueri: Manole, 2014.

PIMENTA, Handson Cláudio Dias; GOUVINHAS, Reidson Pereira. A produção mais limpa como ferramenta da sustentabilidade empresarial: um estudo no estado do Rio Grande do Norte. **Produção**. v. 22, n. 3, 2012.

PRATES, Kátia Valéria Marques Cardoso; DAL BOSCO, Tatiane Cristina; JANIASKI, Laura Lahr. Pesquisa sobre resíduos sólidos gerados em laboratório – questionário como instrumento de gerenciamento. In: I CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 2018, **Anais [...]**. Gramado-RS: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2020. v. 1, p. 1-5.

SAJID, Muhammad; PIOTKA-WASYLKA, Justyna. Green analytical chemistry metrics: a review. **Talanta**, [S.L.], v. 238, p. 123046, fev. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2021.123046>.

SANTANA, Kelly Fanny de Paula; SILVA, Jaiseanne Grazielley da; CARDOSO, Mariana Ferreira Martins; ANDRADE, Angela Maria Coêlho de. Avaliação dos resíduos químicos descartados nas aulas práticas de química geral no laboratório do campus II da ASCES-UNITA. CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE, 2019, **Anais [...]** João Pessoa-PB: Ecogestão Brasil, 2019. V. 1, p. 488-495.

SANTOS, Felipe Sombra dos; QUEIROZ, Eduardo Alcântara S.; VALVERDE, Bianca de Souza Manhães. Panorama dos resíduos químicos em uma instituição de ensino superior. In: III CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 2020, **Anais [...]**. Gramado-RS: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2020. v. 1, p. 1-6.

SILVA, Alexandre Fidelis da; SOARES, Tamires Rúbia dos Santos; AFONSO, Júlio Carlos. Gestão de Resíduos de Laboratório: Uma Abordagem para o Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo - SP, v. 32, n. 1, p. 37-42, 11 set. 2009.

SILVA, Juliana Monteiro. et al. Gerenciamento de Resíduos Laboratoriais: experiência do PROGERE-UFC. **Extensão em Ação**, Fortaleza, v. 1, n. 8, p. 99-107, 30 jun. 2015. Semestral.

WALLAU, W. Martin; SANTOS, Aline J. R. Wohlmuth Alves dos. Produtos químicos perigosos utilizados em laboratórios de ensino – proposta e exemplos para indicação de seus perigos no rótulo. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 8, p. 1267-1274, dez. 2013.

APÊNDICE 1 - INSTRUMENTO DE LEVANTAMENTO DE DADOS

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM USO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS NATURAIS
MESTRADO PROFISSIONAL EM USO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS NATURAIS

QUESTIONÁRIO

O presente questionário tem por finalidade apurar as condições de gerenciamento de resíduos de atividades de laboratórios da instituição IFRN. Os dados serão utilizados para a pesquisa que tem como produto tecnológico um manual contendo diretrizes para a correta geração e destinação de reagentes e resíduos.

O autor desta pesquisa é mestrando em Uso Sustentável de Recursos Naturais do IFRN e presidente da comissão “responsável por conduzir o trabalho de regulamentação interna quanto ao gerenciamento de resíduos químicos, no âmbito deste Instituto”, nomeado pela Portaria 1487/2021 - RE/IFRN. As informações subsidiarão a pesquisa de mestrado e poderão ser utilizadas pela administração central na regulamentação do tema.

1. Campus de lotação.
2. Coordenação de laboratório vinculado ao seu ambiente de trabalho.
3. Quantos laboratórios de sua coordenação (COLAB) geram resíduos?
4. A Instituição fornece equipamentos de proteção individual (EPI) para uso nas aulas práticas?
 - Disponibiliza em quantidade insuficiente.
 - Disponibiliza todos os equipamentos necessários, nas quantidades adequadas para as práticas.
 - Não disponibiliza.
5. Os ambientes laboratoriais possuem equipamentos de proteção coletiva (EPC) e de contingência?
 - Nenhum.
 - Apenas capela química.
 - Capela química, extintores de incêndio, chuveiro/lava olhos de emergência.
 - Todos os necessários para as boas práticas.
6. Existem equipamentos de segurança adequados ao manejo de resíduos em sua Diretoria?
 - Nenhum.
 - Quantidade insuficiente.
 - Quantidade suficiente para todas as etapas do manejo.
 - Não possui conhecimento sobre esse tema.
7. Existem roteiros padronizados para as práticas nos laboratórios?
 - Sim.
 - Não.
8. Em sua carreira no IFRN, você presenciou ou teve notícia de algum acidente nos laboratórios?
 - Nenhum acidente.
 - 1 a 5 acidentes.
 - 5 a 10 acidentes.
 - Mais de 10 acidentes.

9. Em sua formação, você estudou conteúdos da área ambiental?

- Somente em disciplinas de curso técnico ou de curso de graduação.
- Curso complementar.
- Pós-graduação.
- Outro.
- Não possui.

10. Há disponibilidade de fichas de segurança de produtos químicos (FISPQ) para os usuários dos laboratórios?

- Nenhuma.
- Algumas.
- A maioria.
- Para todos os reagentes.
- Desconheço a temática.

11. Os alunos são orientados sobre boas práticas e segurança em laboratório?

- Não recebem orientações.
- Recebem apenas na disciplina de segurança do trabalho.
- Recebem apenas orientações fornecidas pelo técnico de laboratório.
- Recebem orientações do professor no primeiro dia de aula prática.
- Recebem orientações fornecidas pelo professor no início e durante cada aula prática.
- Recebem informações do professor durante as aulas teóricas e práticas, do técnico de laboratório no início do semestre e na disciplina de segurança do trabalho.
- Não tenho conhecimento de que recebem orientação nessa área.

12. Existe algum curso específico para prevenção de acidentes em laboratórios no IFRN ao qual os alunos e os servidores tenham acesso?

- Sim.
- Não.

13. Os alunos utilizam a bata (jaleco) para poderem acessar o ambiente de laboratório?

- Sim.
- Não.

14. A coordenação de laboratórios dispõe de manual ou procedimento padrão para uso, acondicionamento e descarte de reagentes e resíduos químicos elaborado internamente?

- Sim.
- Não.

15. Existem procedimentos operacionais padrão – POP escritos para a utilização rotineira de equipamentos, tais como capelas, autoclaves, banhos, estufas, agitadores, destiladores, chapas aquecedoras?

- Sim, para todos.
- Sim, para alguns equipamentos.
- Não existem procedimentos de uso de equipamentos nos laboratórios.

16. Qual o procedimento experimental que gera maior volume de resíduo?

17. Esse procedimento está vinculado a qual disciplina?

18. Qual a natureza predominante dos resíduos gerados em laboratórios?

- Ácidos.
- Bases.
- Orgânicos.
- Soluções salinas.
- Soluções contendo metais pesados.
- Outra

19. Qual é a quantidade total de resíduos químicos de laboratório gerada por ano em seu campus?

- Menos de 50 litros.
- De 50 a 100 litros.
- De 101 a 300 litros.
- De 301 a 500 litros.
- De 501 a 1000 litros.
- Acima de 1000 litros.
- Não tenho conhecimento sobre este quantitativo.

20. Existe local exclusivo para armazenamento de resíduos de laboratório sob administração de sua Diretoria Acadêmica?

- Sim.
- Não.
- Não tenho conhecimento sobre este tema.

21. Como são armazenados os resíduos?

- Distribuídos no interior dos laboratórios.
- Armazenados em capela química no interior de um laboratório.
- Destinado para armazenamento e destinação final por outro campus.
- separados e dispostos em local pré-determinado em cada laboratório (nos momentos das práticas), com posterior transferência para reservatórios na sala de reagentes.
- Coletados em recipientes no laboratório para depósito em reservatórios de 200L guardados em depósito externo.
- Outro.
- Não tenho conhecimento sobre este tema.

22. Algum resíduo é dispensado na rede de esgoto?

- Sim para todos.
- Sim, para aqueles previamente tratados ou considerados não perigosos.
- Não para todos.
- Não tenho conhecimento sobre este tema.

23. Você reutiliza resíduos em alguma de suas aulas práticas?

- Sim.
- Não.

24. Você reutiliza resíduos de aulas práticas de outros colegas?

- Sim.
- Não.

25. Você realiza algum tratamento dos resíduos gerados em suas práticas antes de encaminhá-lo para a destinação final?

- Sim.
- Não.

26. Os resíduos químicos de laboratório são submetidos a algum tratamento de resíduos em alguma etapa do processo de descarte?

- Não são realizados tratamentos.
- Os professores realizam tratamento já durante a etapa final das aulas práticas.
- Os técnicos participam da etapa final com tratamento que permitem o correto armazenamento dos resíduos para recolhimento por empresa especializada.
- Não tenho conhecimento de necessidades de tratamentos.

APÊNDICE 2 – MANUAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS



MANUAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DO IFRN

Elaboração:
Ricardo Luiz Machado

Natal, 15/03/2023

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
1.1 DADOS DA PESQUISA	5
1.2 RESÍDUOS	8
2 INFRAESTRUTURA	10
2.1 SALA DE REAGENTES	10
2.1.1 Segregação das Substâncias Químicas	10
2.1.2 Estantes	12
2.1.3 Armazenagem de Inflamáveis	13
2.1.4 Armazenagem de Corrosivos	14
3 SEGURANÇA DO TRABALHO	15
3.1 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI	15
3.2 VESTIMENTAS PROFISSIONAIS	16
3.3 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA - EPC	17
3.3.1 Capela Química	17
3.3.2 Exaustor	18
3.4 EQUIPAMENTOS DE CONTINGÊNCIA	19
3.4.1 Kit de Derramamento	19
3.4.2 Chuveiro lava olhos	20
3.4.3 Extintores de Incêndio	21
3.5 FICHAS DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS	22
3.6 ROTULAGEM	23
3.7 SINALIZAÇÃO DIAMANTE DE HOMMEL	24
3.8 CONTROLE DE ACESSO	26
3.9 TRABALHO EM BANCADA	26
3.9.1 Roteiro de Aula	27
3.9.2 Incompatibilidade	27
3.9.3 Diálogo de segurança	28
4 CAPACITAÇÃO	29
5 CONTROLE DE RESÍDUOS	29
5.1 REUSO	29
5.3 TRATAMENTO	30
5.4 DEPÓSITO DE RESÍDUOS	30
5.5 PROCEDIMENTOS	32
5.5.1 Procedimento de Armazenamento Temporário	32
5.5.2 Procedimento Armazenamento Centralizado de Resíduos	33
5.5.3 Procedimento para destinação Final	33
APÊNDICE A - CARTAZ FISPQ	39
APÊNDICE B - TABELA DE COMPATIBILIDADE	40
APÊNDICE C – RÓTULOS PARA BOMBONAS DE COLETA DE RESÍDUOS	43

1 INTRODUÇÃO

Nos ambientes laboratoriais de instituições acadêmicas de ensino público, no que tange ao descarte dos resíduos produzidos, há um “sentimento” de cautela por parte da população, sejam profissionais envolvidos diretamente na causa, estudantes, docentes e pesquisadores, ambientalistas e demais atores sociais partícipes dos processos.

A intenção de não gerar, reduzir, reutilizar e reciclar o resíduo gerado nos campi do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN pode ser contemplada através de iniciativas individuais de cada laboratório gerador de resíduo, porém para o seu gerenciamento adequado, depende do tratamento e a disposição ambientalmente adequada, em todas as etapas de seus processos de geração.

Neste sentido, a ausência de políticas envolvendo esta problemática pode gerar sérios danos às pessoas e ao meio ambiente. Assim, torna-se imprescindível a definição de diretrizes sistêmicas de gerenciamento de resíduos químicos de laboratório para proporcionar uma ação contínua nesta importante área.

As recomendações deste manual foram desenvolvidas na pesquisa intitulada **NORMATIZAÇÃO DE USO E DESCARTE DE PRODUTOS QUÍMICOS E RESÍDUOS LABORATORIAIS EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO**, desenvolvida no período de 2020 a 2023, através do Programa de Mestrado em Uso Sustentável de Recursos Naturais do Campus Natal Central do IFRN.

O documento se trata de um ponto de partida na busca de normatização dos procedimentos de utilização, acondicionamento e descarte de produtos químicos e resíduos oriundos de experimentos laboratoriais. A aplicação do mesmo nos distintos ambientes laboratoriais, associado à adoção institucionalizada por parte do IFRN, possibilitará avanços na segurança química a médio e longo prazo.

1.2 CONCEITOS

Resíduos químicos são substâncias que apresentam riscos ao meio ambiente e à saúde humana tendo em vista suas propriedades químicas nocivas. Como instituído no inciso XVI do artigo 3º na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), resíduos sólidos possuem a seguinte definição:

“Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.”

Resíduos com risco químico se enquadram nesta definição e são classificados pela ANVISA, por meio da Resolução da Diretoria Colegiada 222/2018, do grupo B. Estes resíduos conferem risco à saúde pública ou ao meio ambiente dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Podem ser gerados em diversas atividades humanas, como a indústria, a agricultura, a saúde, o comércio e nos serviços ou práticas de ensino em laboratórios das escolas.

A Norma Brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10004, classifica os resíduos sólidos, em relação aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Assim, são divididos em resíduos: Classe I – Perigosos; Classe II – Não perigosos; Classe II A – Não inertes; e, Classe II B – Inertes.

A abordagem adequada dos resíduos químicos é essencial para minimizar os impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana. O seu gerenciamento em laboratórios de ensino e pesquisa deve possuir uma gestão segura, incluindo sua coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final.

Assim o IFRN deve manter a permanente atenção à temática e a aplicação desse manual que se destina a promoção de boas práticas com resíduos químicos de laboratórios.

2 INFRAESTRUTURA

O projeto de um laboratório deve considerar a segurança e funcionalidade. Para tanto a de se levar em conta a quantidade de usuários, a quantidade de produtos químicos que serão utilizados e armazenados, seus riscos e incompatibilidade, as necessidades específicas de ventilação, iluminação, eletricidade, gases, água e outros insumos. Em especial o piso não deve apresentar saliências nem depressões que prejudiquem a circulação de pessoas ou a movimentação de materiais, e deve ser antiderrapante, possuindo características de impermeabilidade, resistência mecânica e química.

Os setores da edificação devem ser agrupados de acordo com suas funções e fluxos de trabalho, minimizando a circulação de pessoal, materiais, insumos e amostras, bem como a retirada dos resíduos produzidos. Neste sentido a localização dos laboratórios é separada por áreas de risco de diferentes magnitudes, com restrição de acesso, controlado pela Coordenação de Laboratórios, Docentes e Técnicos envolvidos nas aulas práticas.

2.1 SALA DE REAGENTES

Para o armazenamento seguro dos produtos químicos nos laboratórios os volumes devem limitar-se a cobrir as necessidades do uso diário, sendo adotado em cada campus uma sala de reagentes químicos centralizada por Diretoria Acadêmica para uso de diversos laboratórios. Esta sala conforme Ferreira, Medeiros, Dias e Silva (2022) deve seguir vários critérios de segurança como: Proteção contra incidência de luz solar e calor, uma das paredes voltadas para o exterior, possuir saída de emergência, ser climatizada com controle de temperatura e possuir lâmpadas a prova de explosão.

O controle dos insumos é feito pela Coordenação de Laboratórios - COLAB, em alguns casos com apoio de docentes da área de química, minimizando assim os custos e melhorando o aproveitamento dos recursos e a segurança do sistema.

Cada laboratório deve buscar manter estoques intermediários reduzidos a ordem de grandeza das práticas diárias, proporcionando menores riscos.

2.1.1 Segregação das Substâncias Químicas

Um grande problema com a segurança no armazenamento de substâncias é a incompatibilidade química. Assim, o armazenamento inapropriado pode levar a incêndios espontâneos, explosões e possível liberação de gases tóxicos. Para minimizar estes riscos, os produtos químicos devem ser segregados adequadamente.

A estabilidade das substâncias químicas está relacionada a fatores como a facilidade de degradação exotérmica, reatividade com água, reatividade com oxigênio do ar e incompatibilidades.

Para a segurança das pessoas e instalações, o armazenamento dos produtos deve considerar os grupos de produtos químicos, conforme o quadro 2.

Quadro 2: Armazenamento de Produtos Químicos

Inorgânicos		Orgânicos	
Arsênicos Sulfurosos Fosforosos Pentóxidos fosforosos	Arsenatos Cianetos Cianidas	Álcoois Glicóis Aminas Amidas Imidas Iminas	Fenol Cresóis
Sulfatos Sulfitos Tiosulfatos Fosfatos Halogênios Acetatos	Sulfitos Selenitos Fosfitos Nitritos	Hidrocarbonetos Ésteres Aldeídos	Peróxidos Azidas Hidroxi-peróxidos
Amidas Nitratos (exceto nitrato de amônia) Nitritos Azidas	Boratos Cromatos Manganatos Permanganatos	Éter Cetona Hidrocarbonetos alogenados Óxido Etileno	Ácidos Anidridos Perácidos
Metais e Hidretos (longe de água) Sólidos inflamáveis em armários para inflamáveis	Cloratos Percloratos Cloritos Ácido perclórico Peróxidos Hipocloritos Peróxido de hidrogênio	Compostos Epoxy-isocianatos	Miscelâneas
Hidróxidos Óxidos Silicatos Carbonatos	Miscelâneas	Sulfitos Polissulfitos	Miscelâneas
Carbono	Miscelâneas		

Fonte: Adaptado de Almeida et al. (2013)

O local para armazenagem de cada produto já está estabelecido em cada sala de reagentes da instituição. Sempre que um produto for retirado da sala de reagentes para ser utilizado em laboratório, deverá ser reconduzido, após seu uso, ao seu local de armazenamento original, sendo que os resíduos ou subprodutos gerados devem ter sua destinação adequada de acordo com este manual. O controle de acesso é de suma importância, existindo inclusive regulamentação do Ministério da Justiça e Segurança Pública, com responsável para fiscalizar a Polícia Federal, sobre acesso à determinadas substâncias que podem ter uso desvirtuado (Portaria MJSP Nº 204/2022).

Uma especial atenção deve ser dada aos recipientes de armazenagem, que devem estar em boas condições, portanto devem ser revisados periodicamente.

A disposição dos produtos nas estantes deverá ser efetuada de modo que cada periculosidade das substâncias consideradas "compatíveis" ocupe uma estante em toda sua carga vertical.

2.1.2 Estantes

As estantes com prateleiras ou gavetas de metal (com fio-terra) ou alvenaria, devem possuir o máximo de 2 metros de altura, sendo corretamente fixadas.

Os compartimentos de armazenagem das estantes devem possuir anteparos para evitar transbordamento para outra prateleira no caso de derramamento, sendo indicadas para a maioria dos produtos, exceto para corrosivos que requerem armários especiais. Barreiras físicas, tais como gabinetes de armazenagem ou recipientes secundários para armazenagem, podem ser usadas para impedir o contato de produtos incompatíveis. Para reforçar esta separação, podem-se intercalar produtos não perigosos entre cada um dos setores de periculosidade existentes.

Os produtos devem ser armazenados em seus recipientes e embalagens originais, contendo as datas de compra, de abertura e a validade, não devendo ser permitido haver recipientes vazios nas prateleiras, em tampouco produtos com data de validade junto aso vencidos.

Para facilitar o manuseio e melhorar a segurança contra queda, os frascos e recipientes maiores devem estar armazenados a menos de 60 centímetros do piso.

O transporte de recipientes pequenos deve ser auxiliado por suportes como o demonstrado na figura 3.

Figura 3: Suporte para transporte



Fonte: Spectrum Chemical (2023)

2.1.3 Armazenagem de Inflamáveis

Considerando que o perigo de incêndio é o principal risco de armazenagem de reagentes químicos, deve ser dada especial atenção a esta área.

Os incêndios podem começar por diversas causas, tais como pontos de ignição (falha elétrica, chamas, calor e fagulhas) ou determinadas reações químicas (por mistura, decomposição e incidência de luz solar).

Dito isto, é importante armazenar os compostos inflamáveis em locais diferentes dos não inflamáveis, em armários como o da figura 4.

Figura 4: Armário de Inflamáveis



Fonte: Shopping do Laboratório (2023)

Os armários para inflamáveis devem possuir prateleiras com barreira de contenção, com aterramento elétrico, adequadamente sinalizados, e ventilados com redes corta chamas. As portas devem possuir três pontos de fechamento e toda a estrutura deve possuir resistência ao fogo.

Os materiais a serem armazenados em armários de inflamáveis estão apresentados no quadro 3.

Quadro 3: Produtos armazenados no armário dos inflamáveis

Álcoois e Glicóis; Hidrocarbonetos e ésteres; Éteres; Cetonas; e, Líquidos orgânicos com ponto de fulgor menor que 37,8 °C
--

Fonte: Adaptado de almeida et al. (2013)

2.1.4 Armazenagem de Corrosivos

Os recipientes usados para estocagem e processamento de materiais corrosivos devem ser resistentes à corrosão. Preferencialmente devem ser armazenados próximos do chão, para evitar quedas e impactos que gerem maior projeção. Os corrosivos ácidos devem ser guardados separados dos básicos, em armários (figura 5) preferencialmente construídos em Plástico Reforçado de Fibra de Vidro – PRFV, possuindo sistema de travamento de portas com fechadura e travamento em três pontos.

Figura 5: Armário para Corrosivos



Fonte: Grupo Aerote (2023)

Este armário deve possuir sistema de ventilação para vapores pesados e leves. Na parte interna devem possuir sistema de contenção na parte inferior do armário e em cada prateleira.

A parte externa das portas deve estar sinalizada com os dizeres: "ARMÁRIO DE SEGURANÇA CUIDADO CORROSIVOS", disposto na parte superior.

Os ácidos inorgânicos devem ser separados dos ácidos orgânicos e também das bases.

3 SEGURANÇA DO TRABALHO

A segurança do trabalho é o conjunto de meios que se destina a prevenir acidentes e doenças ocupacionais dentro do ambiente de trabalho. É um seguimento que aplica conhecimentos profissionais de várias áreas como a engenharia, medicina, administração, tecnologia, psicologia e enfermagem. Desenvolve e implanta projetos, programas e capacitação dos trabalhadores para a eliminação e controle de riscos.

No IFRN está estruturada de maneira sistêmica, vinculada a Diretoria de Gestão de Pessoas, junto à Coordenação de Atenção à Saúde do Servidor - COASS. Existe uma comissão central de vigilância em saúde, instituída pela Reitoria, que é composta por profissionais de saúde e segurança de vários campi, incluindo enfermeira do trabalho, engenheiros e técnicos de segurança do trabalho. Esta comissão desenvolve ações como a elaboração do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, Laudos Periciais, Capacitações e Organização da Semana Interna de Prevenção de Acidentes – SIPAT.

3.1 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI

Os equipamentos de proteção individual são aqueles dispositivos ou produtos de uso individual que possuem o Certificado de Aprovação – CA, emitido pelo Ministério do Trabalho. Os EPI são regidos pela norma regulamentadora – NR6, fiscalizada pelo Ministério do Trabalho. Devem ser especificados por profissional qualificado e constam o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA da instituição. Gradualmente, seguindo a nova legislação em vigor, este programa será substituído pelo Programa de Gerenciamento de Riscos – PGR.

Os EPI adequados para o trabalho com resíduos químicos de laboratório são apresentados no quadro 4, sendo que algumas atividades específicas podem requerer outros que são indicados no PPRA.

Quadro 4: Equipamentos de Proteção Individual



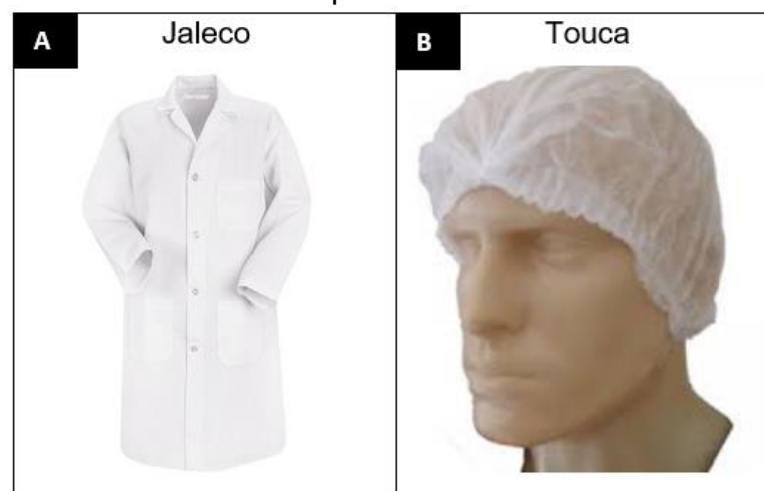
Fonte: A - Climpo (2023); B - Zeus do Brasil (2023); C - WF Epi (2023); D - Super Epi (2023)

A supervisão do correto uso guarda e conservação dos EPI deve ser realizada pelos professores e técnicos de laboratório, sendo fornecidos pela Coordenação de Laboratórios.

3.2 VESTIMENTAS PROFISSIONAIS

As vestimentas básicas para o trabalho em laboratórios envolvem o calçado fechado, calça comprida de brim de algodão e o Jaleco. Para cabelos compridos recomenda-se o uso da touca. O jaleco e a touca estão representados no quadro 5 a seguir.

Quadro 5: vestimentas profissionais



Fonte: A - Elo7 Solidário (2023); B - Medical (2023)

A supervisão do uso das vestimentas profissionais cabe ao professor e técnicos de laboratório e a utilização do jaleco é responsabilidade de cada usuário, sendo a touca fornecida pela coordenação de laboratórios.

3.3 EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO COLETIVA - EPC

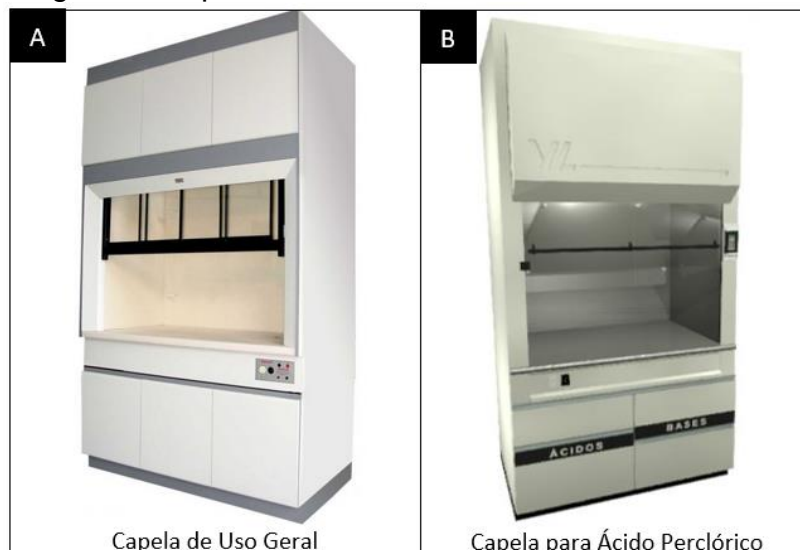
Os equipamentos de proteção coletiva são aqueles que provêm a proteção de uma ou mais pessoas, mitigando os riscos em sua fonte ou propagação. Devem ser especificados por profissional qualificado e constam o Programa de Prevenção e Riscos Ambientais – PPRA da instituição. Dentre os EPC de uso em laboratórios, relacionados às atividades com resíduos químicos, destacam-se a capela química de exaustão e os exaustores de parede.

3.3.1 Capela Química

A capela química de exaustão é um equipamento de ventilação local exautora e se destina a evitar a emissão de gases e vapores em concentração perigosa para ambiente de trabalho.

Os procedimentos com material concentrado, assim como o envasamento dos resíduos químicos, devem ser realizados em uma capela química de exaustão (figura 6).

Figura 6: Capela Química de Exaustão



Fonte: A - Braslab (2023); B - Vidy (2023)

O procedimento para uso da capela recomendado é o seguinte:

- a) Acionar o sistema de exaustão e posicionar a janela a 3 cm de abertura durante 5 minutos para garantir o regime permanente de fluxo;
- b) Abrir a janela da capela a 30 cm e executar as atividades;
- c) Operar com os reagentes somente no interior da capela evitando movimentos bruscos que possam afetar o fluxo de ar.
- d) Ao final do processo, fechar a janela da capela a 3 cm e manter a exaustão em funcionamento por 10 minutos para que seja feita a purga (completa remoção dos gases e vapores remanescentes do processo).

Deve-se evitar depósito de materiais desnecessários ao processo no interior da capela como reagentes e equipamentos, pois aumentam o risco de acidente e prejudicam o fluxo de ar.

3.3.2 Exaustor

Os exaustores axiais (figura 7) são normalmente utilizados para prover a ventilação geral diluidora, destinada a diminuir concentrações de agentes químicos no ar de ambientes de trabalho.

Figura 7: Exaustor Axial



Fonte: Prince (2023)

Este equipamento pode ser instalado diretamente na parede do ambiente de trabalho, devendo ser prevista uma ventilação cruzada. Assim, é necessário que as portas ou janelas da parede oposta estejam abertas, o que permite o fluxo e a consequente renovação do ar ambiente, reduzindo a concentração dos contaminantes.

3.4 EQUIPAMENTOS DE CONTINGÊNCIA

Estes equipamentos se destinam a ações não rotineiras, mas que podem ser requeridas em uma emergência, assim é importante temos conhecimento de sua localização e funcionamento.

3.4.1 Kit de Derramamento

Este conjunto de materiais, equipamentos e ferramentas é acondicionado em uma bombona que se destina ao armazenamento dos resíduos recolhidos do derramamento acidental, como pode ser observado na figura 8. Possui uma bolsa para transporte e deverá estar localizado na Coordenação de Laboratórios de cada Campus.

Figura 8 - Kit de Derramamento



Fonte: Netepi (2023)

Em caso de derramamento de químicos, os responsáveis técnicos retiram os usuários do ambiente, procedendo o isolamento da área e acionamento da Coordenação de Laboratórios - COLAB. Em seguida realiza-se a contenção com os materiais disponíveis no kit. Ao final, os materiais adsorventes são depositados na bombona e destinados ao armazenamento externo de resíduos químicos, para posterior recolhimento por empresa certificada.

O quadro 6, a seguir, quantifica os materiais e equipamentos necessários para o Kit de Derramamento.

Quadro 6 - Conteúdo Kit de Derramamento

30 - Mantas de Contenção Adsorvente Líquido Químico; 1 - Bombona Plástica de 50 Litros com Fecho Metálico; 1 - Capa Impermeável Cor Laranja para Bombona; 5 - Cordões de Contenção Absorvente Líquido Químico; 5 - Travesseiros Adsorvente Líquido Químico; 1,5 - kg de Turfa; 1 - Par de Luva Nitrílica; 1 - Óculos de Segurança; 1 - Rolo de Fita Zebrada Amarela e Preta 70mm X 200 metros; 1 - Pá Antifaiscante; 1 - Saco Plástico 100 litros; 1 - Placa "Perigo Afaste-se".

Fonte: Adaptado de Netepi (2023)

Medidas adicionais para casos extremos podem ser previamente definidas, no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, como o uso emergencial de traje químico e respirador facial com filtro combinado.

3.4.2 Chuveiro lava olhos

O chuveiro lava olhos (figura 9) é um dispositivo que permite a projeção vertical descendente de água para emergências químicas de contaminação do corpo. Para o caso de contaminação dos olhos, o conjunto, possui uma cuba que projeta os jatos em ângulo, possibilitando o enxague sem contato das mãos com o globo ocular. Este equipamento deve atender aos parâmetros da Norma Brasileira Regulamentadora NBR 16291 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Figura 9 – Chuveiro lava olhos



Fonte: Hr Group (2023)

Esse equipamento normalmente é instalado no interior de cada laboratório e deve ser utilizado apenas em treinamentos ou situações reais de emergência química.

Recomenda-se que no início de cada semestre letivo o professor demonstre o uso do equipamento para suas turmas.

3.4.3 Extintores de Incêndio

Os extintores de incêndio são equipamentos portáteis destinados ao combate a princípios de combustão descontrolada. Para cada tipo de material combustível, apresentado no quadro 7, existe um agente extintor adequado.

Quadro 7 – Classe de combustíveis

Classe do Combustível	Descrição
Classe "A"	Sólidos de maneira geral; queimam em superfície e profundidade. Após a queima, deixam resíduos, e o efeito de "resfriamento" pela água ou por soluções contendo água é primordial para a sua extinção. Exemplos: madeiras, papel e tecidos
Classe "B":	Líquidos, combustíveis ou inflamáveis; queimam somente em superfície, não deixam resíduos depois da queima, e o efeito de "abafamento" e o "rompimento da cadeia iônica" são essenciais para a sua extinção. Exemplo: Éter, álcool etílico e gasolina.
Classe "C"	Materiais energizados (geralmente equipamentos elétricos), nos quais a extinção só pode ser realizada com agente extintor não condutor de eletricidade, para o operador não receber uma descarga elétrica. Exemplos: Paineis elétricos, estufa elétrica e centrífuga.

Fonte: Adaptado de Batista (2021)

Os principais agentes extintores adequados a cada classe de fogo são a Água Pressurizada - AP, o Dióxido de Carbono - CO₂, e o Pó Químico Seco – Pó BC. Na figura 10 podemos observar a aplicação dos agentes extintores em cada classe de combustível, assim como o aspecto externo de cada equipamento.

Figura 10 – Extintores de incêndio e sua aplicação

CLASSES DE FOGO	 PÓ BC	 CO ₂ GÁS CARBÔNICO	 ÁGUA
   Papel Madeira Tecido	NÃO UTILIZAR Não é recomendável	NÃO UTILIZAR Não é recomendável	Excelente Satura o material e não permite a reignição
  Gasolina Óleo Tintas	Excelente O pó abafa o fogo e interrompe a cadeia de combustão	EXCELENTE Não deixa resíduos e não contamina alimentos	PROIBIDO Espalha o incêndio
 Equipamentos elétricos	Ótimo Não é condutor de eletricidade	EXCELENTE Não é condutor de eletricidade e não danifica equipamentos	PROIBIDO É condutor de eletricidade

Fonte: Adaptado de Hiperfire (2023)

É recomendável que os usuários de laboratório possuam capacitação para o uso de extintores portáteis em treinamento prático, pois o uso do agente extintor correto e a técnica de ataque ao fogo requerem habilidades específicas. Periodicamente a Comissão de Vigilância em Saúde do IFRN promove treinamentos práticos de combate ao fogo com extintores.

3.5 FICHAS DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Para proporcionar maior segurança ao envolvidos o planejamento das atividades em laboratório deve se utilizar da consulta aos riscos de cada substância a ser utilizada. Uma maneira de obter tais dados é a pesquisa das Fichas de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ, citada na Norma Regulamentadora – NR 26, fiscalizada pelo Ministério do Trabalho.

As FISPQ foram instituídas no país por normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e as empresas fornecedoras de produtos químicos devem disponibilizá-las aos seus clientes. Estas fichas são compostas pelos itens a seguir: 1. Identificação do produto e da empresa; 2. Identificação dos perigos, 3. Composição e informação dos ingredientes, 4. Medidas de primeiros socorros, 5. Medidas de combate a incêndio, 6. Medidas de controle para derramamento ou vazamento, 7. Manuseio e armazenamento, 8. Controle da exposição e EPIs, 9. Propriedades físico-químicas, 10. Estabilidade e reatividade, 11. Informações toxicológicas, 12. Informações ecológicas, 13. Considerações sobre tratamento e disposição, 14. Informações sobre transporte, 15. Regulamentações, 16. Outras informações.

Para acesso prático às FISPQ dos produtos mais utilizados no IFRN existe uma planilha eletrônica elaborada por Machado (2023), disponível no link da figura 11.

Figura 11: Link de acesso às FISPQ



Fonte: Elaboração própria (2023)


Para facilitar o acesso às informações recomenda-se a fixação do cartaz disponível no Apêndice A. É recomendável que os professores estimulem os alunos a conhecerem com antecedência as FISPQ dos produtos a serem manipulados em cada prática.

3.6 ROTULAGEM

A rotulagem de substâncias químicas é a maneira adequada para o laboratório identificar seus produtos e resíduos, descrevendo informações essenciais, como as características químicas do resíduo e o risco.

Para os produtos obtidos nas práticas e que não se destinam ao descarte, deverá ser elaborado pelo responsável um rótulo segundo padrão NBR 14725-3. O modelo de rótulo é apresentado na figura 12.

Figura 12: Modelo de rótulo para produto

Nome do Produto	Perigo ou Atenção
(Composição; Concentração)	
	
Pictogramas	Frases de Advertência Frases de Perigo Frases de Precaução
Data de Envase: ___/___/20__.	
Data de Validade: ___/___/20__.	
A Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico – FISPQ pode ser encontrada em ___	

Fonte: Elaboração própria (2023)

Caso não sejam reutilizados, os produtos deverão ser rotulados com os padrões para resíduos, já impressos em material adesivo impermeável, devendo ser solicitados à Coordenação de Laboratórios para identificação das bombonas como ilustrado na figura 13.

Figura 13 – exemplo de rótulo para bombonas



Fonte: Elaboração Própria

Importante destacar que jamais devem ser dispostos resíduos em bombonas sem a devida identificação, visando a prevenção de acidentes. As novas bombonas, desta forma, devem ser adesivadas antes de iniciar seu preenchimento adotando-se os padrões do Apêndice C.

3.7 SINALIZAÇÃO DIAMANTE DE HOMMEL

O Diamante de Hommel é uma simbologia que classifica o risco de diferentes produtos químicos, baseada em regulamento da *National Fire Protection Association* - NFPA, uma associação norte-americana que redige normativos contra incêndio.

Trata-se de um diagrama em forma de losango com 4 divisões codificadas por cores, como podemos observar na figura 14, demonstrando os riscos associados ao produto químico.

Figura 14: Diamante de Hommel



Fonte: UFV (2023)

Em cada quadrante é indicado risco relacionado a cor, utilizando a numeração da 0 a 4 ou codificação conforme o quadro 8.

Quadro 8: legenda do diagrama de Hommel

<p>VERMELHO - Inflamabilidade</p> <p>0 – Não irá pegar fogo. 1 – Precisa ser aquecido sob confinamento antes que alguma ignição possa ocorrer. Ponto de fulgor acima de 93°C 2 – Precisa ser moderadamente aquecido ou exposto a uma temperatura ambiente relativamente alta antes que alguma ignição possa ocorrer. Ponto de fulgor entre 37,8°C e 93°C. 3 – Líquidos e sólidos que podem inflamar-se sob praticamente todas as condições de temperatura ambiente. Ponto de fulgor abaixo de 37,8°. 4 – Vaporizar-se rapidamente sob condições normais de pressão e temperatura, ou quando disperso no ar irá inflamar-se instantaneamente.</p>	<p>AZUL - Risco à Saúde</p> <p>0 – Não apresenta riscos à saúde, não são necessárias precauções 1 – Exposição pode causar irritação, mas apenas danos residuais leves. 2 – Exposição prolongada ou persistente, mas não crônica, pode causar incapacidade temporária com possíveis danos residuais. 3 – Exposição curta pode causar sérios danos residuais, temporários ou permanentes. 4 – Exposição muito curta pode causar morte ou sérios danos residuais.</p>
<p>AMARELO - Reatividade</p> <p>0 – Normalmente estável, mesmo sob condições de exposição ao fogo, e não é reativo com água. 1 – Normalmente estável, mas pode tornar-se instável sob temperaturas e/ou pressões elevadas, ou reagir com água de maneira incomum 2 – Sofre alteração química violenta sob temperaturas e pressões elevadas, reage violentamente com água, ou pode formar misturas explosivas com água. 3 – Capaz de detonar-se ou decompor-se de forma explosiva mas requer uma forte fonte de ignição, deve ser aquecido sob confinamento, reage de forma explosiva com água, ou irá explodir sob impacto. 4 – Instantaneamente capaz de detonar-se ou decompor-se de forma explosiva sob condições normais de temperatura e pressão</p>	<p>BRANCO - Específico</p> <p>OXY – Oxidante. ACID – Ácido. ALK – Alcalino. COR – Corrosivo. W – Reage com água de maneira perigosa. RAD – Radioativo</p>

Fonte: Elaboração própria (2023)

O diamante de Hommel não é de uso obrigatório no Brasil, porém é comum nas embalagens originais e serve de referência para a primeira avaliação de risco.

Como a variedade de reagentes e envase em pequenos frascos é comum nos laboratórios do IFRN, normalmente não se utiliza do diamante de Hommel para sinalização geral de ambiente.

Esta sinalização, utilizada nas embalagens originais, poderá ser também adotada em grandes volumes em casos específicos.

3.8 CONTROLE DE ACESSO

Nas atividades de ensino, a entrada de alunos nos ambientes laboratoriais deverá ser acompanhada pelo técnico de laboratório ou professor, observando o cumprimento dos seguintes quesitos:

- Paramentação com jaleco calçado fechado e, para o caso de cabelos longos, touca;
- Não utilizar adornos como colar, anéis e relógio de pulso;
- Deverão ser dispostos em local apropriado os objetos pessoais e bolsas;
- Não será permitida a permanência de um único usuário em laboratórios.

Somente o professor ou técnico de laboratório terá acesso à sala de reagentes e à sala de resíduos.

3.9 TRABALHO EM BANCADA

Os materiais de uso em bancada devem ser previamente organizados pelo professor com auxílio dos técnicos de laboratório, sendo todos listados no roteiro de aula previamente enviado à Coordenação de Laboratórios.

Todos os usuários devem se deslocar calmamente até seus postos de atividade, indicados pelo professor, mantendo as mãos sempre junto ao corpo.

O quadro 9, a seguir, apresenta as normas de trabalho em bancada.

Quadro 9: Normas de segurança para trabalho em bancada

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Não é permitido correr ou realizar brincadeiras no interior do laboratório.• O uso de óculos de segurança é em tempo integral, até mesmo para as pessoas que não manipulam produtos químicos.• É proibido se alimentar nos ambientes laboratoriais.• Devem ser utilizados os EPI fornecidos, apropriados para cada prática |
|---|

Fonte: Elaboração própria (2023)

O uso de celular somente pode ser liberado em situações especiais com autorização do professor. Chamadas urgentes devem ser requeridas ao ramal fixo da Coordenação do Laboratório que providenciará a comunicação ao usuário para que se retire do ambiente laboratorial procedendo os devidos encaminhamentos.

3.9.1 Roteiro de Aula

Todas as atividades práticas no ambiente laboratorial requerem um planejamento prévio. Assim, sugere-se a adoção de um roteiro (figura 15), a ser remetido com antecedência à Coordenação de Laboratórios para organização dos materiais e equipamentos necessários.

Figura 15: Roteiro de Aula

IFRN - CAMPUS _____		
CURSO/ÁREA:	Disciplina/Atividade:	Data: __/__/20__
Nome da Prática:		
ROTEIRO DE PRÁTICA DE LABORATÓRIO		
Considerações gerais:		
Materiais e reagentes:		
•		
Procedimento:		
1) O professor orienta cada aluno a se paramentar com os equipamentos de segurança, explicando as etapas do procedimento e os cuidados necessários. [...]		
10) Destinar corretamente o resíduo		

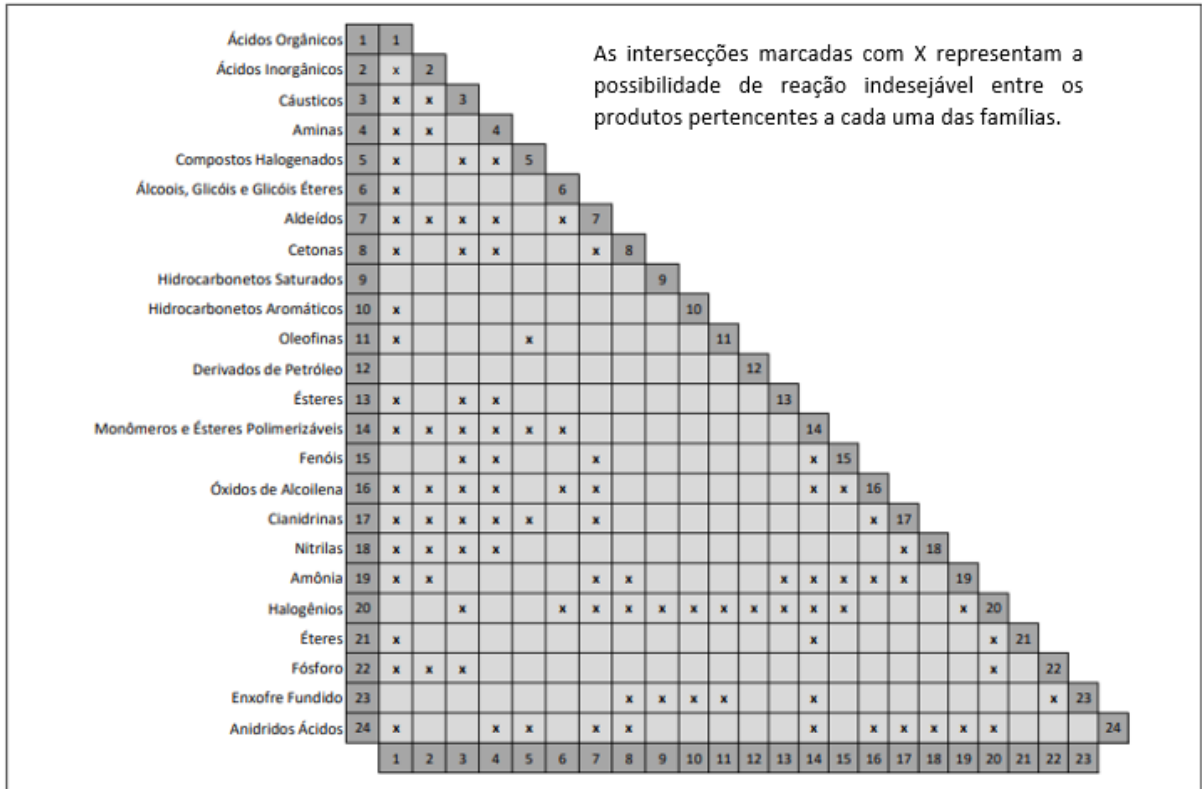
Fonte: Elaboração Própria (2023)

A sequência de trabalho deve incluir as medidas de segurança de cada etapa, procedimentos de trabalho e correta destinação dos resíduos gerados, sendo que cada equipe recebe o roteiro de aula para acompanhamento do processo.

3.9.2 Incompatibilidade

Para a definição de qualquer procedimento envolvendo reagentes deverá ser levado em conta a compatibilidade química de maneira a evitar reações indesejadas como a combustão ou geração de vapores tóxicos (figura 16).

Figura 16: Incompatibilidade de famílias químicas



Fonte: Adaptado de Almeida et al. (2013)

Além do uso das incompatibilidades por família, recomenda-se a consulta ao quadro de incompatibilidade do Apêndice B, tanto para trabalho em bancada quanto para armazenamento.

3.9.3 Diálogo de segurança

Os diálogos de segurança são oportunidades para se revisar a sequência de atividades e aos cuidados em cada etapa de um novo processo. Desta forma, no início de cada aula ou prática em laboratório, o docente ou técnico deve lembrar as medidas necessárias ao bom andamento, frisando a todos os envolvidos a conduta adequada para cada etapa do experimento.

O quadro 10 apresenta sugestões de temas para o momento inicial, de acordo com as especificidades de cada prática a ser realizada.

Quadro 10: Temas de diálogos de segurança

- Respeito ao roteiro de atividade;
- Uso dos equipamentos conforme procedimentos padronizados;
- Uso dos Equipamentos de Proteção Individual – EPI;
- Procedimentos de segurança;
- Procedimentos de emergência;
- Prevenção de Acidentes;
- Prevenção de Incêndio;
- FISPQ;
- Incompatibilidade química;
- Correta destinação dos resíduos gerados.

Fonte: Elaboração própria (2023)

4 CAPACITAÇÃO

Para o desenvolvimento de uma cultura prevencionista, onde todos estejam envolvidos na promoção de condições seguras do trabalho, torna-se necessário conhecer os fundamentos e aplicações de segurança do trabalho nos ambientes. Para as atividades geradoras de resíduos químicos a segurança do trabalho tem relação direta com a prevenção e controle de riscos às pessoas e ao meio ambiente. Assim é imprescindível que além dos diálogos de segurança, que compõe todo os procedimentos realizadas no início de cada atividade, os usuários recebam capacitação prévia sobre segurança em laboratório.

Recomenda-se que os professores incentivem a participação dos alunos em curso de formação voltado à segurança em laboratório. Importante destacar que o IFRN possui o curso de segurança em laboratórios de forma remota assíncrona, ofertado regularmente na modalidade Formação Inicial e Continuada – FIC pelo Campus Natal Central, contando com 20 horas de carga horária. A grade curricular abrange: Correto manuseio de substâncias químicas; segurança contra incêndio; segurança do trabalho e cuidados com resíduos.

5 CONTROLE DE RESÍDUOS

O controle de resíduos envolve todas as etapas do processo, iniciando no planejamento da atividade geradora e avançando nas fases de normatização, capacitação dos envolvidos, supervisão e finalizando na correta destinação.

5.1 REUSO

O reuso têm impacto importante na economia de recursos nos insumos e no volume final de resíduos gerados, que impacta nos custos de correta destinação.

Sempre que possível o docente deverá reequacionar suas práticas no sentido melhorar a segurança e a geração e resíduos. Os resíduos de uma prática podem ser aproveitados como insumos de outra. Desta forma cabe ao docente avaliar suas práticas e em conjunto com os colegas e sugerir este reuso, já no planejamento e no encadeamento das práticas da mesma disciplina ou de outras.

5.2 REDUÇÃO DE VOLUMES

A redução de volumes deve ser pensada objetivando-se economia de insumos e conseqüente menor geração de resíduos.

Sabe-se que nas técnicas analíticas tradicionais existem restrições quanto a minimização de volumes que pode comprometer a confiabilidade dos resultados. Assim, os docentes e técnicos podem se utilizar de novas técnicas, consultando colegas de outros campi sobre alternativas à suas práticas rotineiras que mais geram resíduos.

É possível em curto prazo adotar melhorias pontuais no volume gerado, utilizando-se os equipamentos e materiais já existentes e, a longo prazo, requisitar a aquisição de novos equipamentos para obterem resultados fidedignos com o uso de menores volumes, pensando no resultado geral.

5.3 TRATAMENTO

Para o descarte correto dos resíduos, além de separar em grupos, deve-se proceder alguns tratamentos que podem ser realizados já na execução da prática como a neutralização de ácidos e bases e diluição. Assim os docentes com o apoio dos técnicos devem embutir em seus processos de trabalho esta etapa para poder segregar de maneira adequada os resíduos e obter o melhor rendimento do sistema.

5.4 DEPÓSITO DE RESÍDUOS

Os resíduos deverão ser dispostos em bombonas de 5, 10 ou 20 litros, conforme volume gerado em cada campus, constituídas em Polietileno de Alta Densidade - PEAD, conforme figura 17.

Figura 17 – Bombona para armazenamento de resíduos



Fonte: LabShow (2023)

Devem ser observando-se casos especiais em que será necessária uma embalagem específica, tendo em vista possíveis reações com o PEAD como é demonstrado no quadro a seguir quadro 9.

Quadro 9 – Substâncias que reagem com PEAD

Ácido butírico	Dietil benzeno
Ácido nítrico	Dissulfeto de carbono
Ácidos concentrados	Éter
Bromo	Fenol/clorofórmio
Bromofórmio	Nitrobenzeno
Álcool benzílico	o-diclorobenzeno
Anilina	Óleo de canela
Butadieno	Óleo de Cedro
Cicloexano	p-diclorobenzeno
Cloreto de Etila (forma líquida)	Percloroetileno
Cloreto de tionila	Solventes bromados e fluorados
Bromobenzeno	Solventes clorados
Cloreto de amila	Tolueno
Cloreto de vinilideno	tricloroetano
Cresol	Xileno

Fonte: Adaptado de Almeida et al. (2013)

Nestes casos a Coordenação de Laboratórios deverá requisitar a aquisição de tal embalagem antes da geração do resíduo, o que deve ser previsto já na etapa de concepção da nova prática de laboratório.

Os resíduos devem ser separados nos grupos de maneira a evitar reações perigosas. Para tanto Almeida et al. (2013) alguns arranjos possíveis. No quadro 10 a seguir se propõe os grupos de aplicação para a realidade do IFRN

Quadro 10 – Grupos de resíduos

DESIGNAÇÃO	COMPONENTES
GRUPO 1	Solventes orgânicos não halogenadas
GRUPO 2	Solventes orgânicos halogênios
GRUPO 3	Inflamáveis
GRUPO 4	Soluções Ácidas
GRUPO 5	Soluções Alcalis Cáusticas
GRUPO 6	Metais Pesados
GRUPO 7	Soluções Salinas
GRUPO 8	Resíduos Inorgânicos
GRUPO 9	Mercúrio e resíduos de seus sais inorgânicos
GRUPO 10	Hidrocarbonetos
GRUPO 11	Redutores
GRUPO 12	Ácidos Inorgânicos
GRUPO 13	Oxidantes

Fonte: Elaboração própria adaptado de Almeida et al. (2013)

Nos ambientes laboratoriais deverão ser depositadas apenas as bombonas que não atingiram 75% de seu volume, momento em que deve ser destinada ao armazenamento em depósito externo e uma nova bombona deve ser preparada.

5.5 PROCEDIMENTOS

Para o correto manejo e destinação final dos resíduos químicos é necessário a definição de Procedimentos Operacionais Padrão – POP, baseados nos parâmetros descritos a seguir. Esses POP deverão ser elaborados e possuírem número, data, nome do responsável pela elaboração e aplicação.

5.5.1 Procedimento de Armazenamento Temporário

Durante a execução da prática, seja ela de ensino pesquisa ou extensão, devem ser preparadas vidrarias que permitam a coleta dos resíduos década bancada

centralizados em uma capela química de exaustão com a devida identificação de cada grupo de resíduos.

Os participantes da prática devem seguir os procedimentos a seguir (quadro 11):

Quadro 11: procedimentos de armazenamento temporário.

- Conduzir os resíduos, um de cada vez, até a capela;
- Depositarem no recipiente correspondente;
- Ao final da prática, o professor ou técnico de laboratório transporta a bombona de resíduos correspondente ao grupo e procede o transvase do resíduo do armazenamento temporário para esta bombona;
- Se algum resíduo se destinar a uso posterior, deverá ser disposto em embalagem apropriada, devidamente identificada com o rótulo previamente preparado pelo organizador da atividade;
- Realizar a limpeza de vidraria e organização dos materiais.

Fonte: Elaboração própria (2023)

As bombonas que atingirem 75% de seu volume deverão ser encaminhadas ao depósito externo de resíduos para aguardarem coleta pela empresa certificada.

5.5.2 Procedimento Armazenamento Centralizado de Resíduos

Uma edificação para armazenamento externo de resíduos químicos deverá ser projetada e construída para cada campi pela Diretoria de Engenharia, adotando-se os parâmetros mínimos do quadro 12.

Quadro 12: Parâmetros mínimos para abrigo externo de resíduos.

- ventilação natural;
- proteção contra calor e intempéries
- Piso impermeável
- Portas com chave
- Prateleiras em alvenaria para acomodação das bombonas
- Bandejas de contenção para cada grupo de resíduos.

Fonte: Elaboração própria (2023)

As bombonas que atingem 75% de seu volume devem ser direcionadas para esta edificação, onde vão ser armazenadas por grupos de resíduos com a devida separação, em estantes, até o momento de coleta pela empresa certificada.

Somente Técnicos e professores podem ter acesso a este ambiente, com os devidos cuidados de paramentação e planejamento de trabalho

5.5.3 Procedimento para destinação Final

Para a correta destinação final é imprescindível que uma empresa com licença ambiental seja contratada.

Recomenda-se especial atenção ao processo licitatório, envolvendo comissão central de resíduos composta por pessoal qualificado.

A empresa deve possuir veículo adequado e pessoal treinado para a coleta e transporte até suas instalações onde fará o tratamento final adequado e correta destinação ambientalmente responsável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria de Fátima da Costa *et al* (org.). **Boas Práticas em Laboratório**. 2. ed. São Caetano do Sul - SP: Difusão Editora, 2013.

ANTONIASSI, Beatriz; SILVA, Mariana Cristina Kempa da. A importância do gerenciamento de resíduos perigosos em uma universidade: Estudo de caso dos laboratórios de ensino e pesquisa. **Sistemas & Gestão**, Rio de Janeiro/RJ, v. 12, n. 2, p. 183-191, 2017.

AMARAL, Suzana T. et al. Relato de uma experiência de recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do instituto de química da universidade federal do rio grande do sul. **Química Nova**, v. 24 n. 3, 2001

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

ARAUJO, Diana Silva de; BRANDÃO, Clenilma Marques; VASCONCELOS, Nazaré do Socorro Lemos Silva. Programa de gerenciamento de resíduos para laboratórios de ensino de química: uma proposta de educação ambiental no instituto federal do maranhão – campus Açailândia. **Acta Tecnológica**, [s. l], v. 13, n. 2, p. 11-25, 09 nov. 2019.

BALZA, Aislan Renato (org.). **Guia de Laboratório para o Ensino de Química: instalação, montagem e operação**. 2022. Disponível em: https://www.crq4.org.br/sms/files/file/Guia_de_Laboratorio_2022.pdf. Acesso em: 16 mar. 2023.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2008. 382 p.

BATISTA, Camillo Júnior Abel. **Manual de prevenção e combate a incêndios**. 16. ed. São Paulo: Editora Senac, 2021.

BRANDÃO, Clenilma Marques; ARAÚJO, Diana Silva; VASCONCELOS, Nazaré do Socorro Lemos Silva. Minimização de resíduos químicos: percepção ambiental de docentes e aplicação de princípios de química verde em laboratórios de ensino. **Acta Tecnológica**, v. 13, n. 2, 2018.

BRASIL. Lei nº 12305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 03 ago. 2010.

BRASIL. Resolução nº 330, de 3 de maio de 2011. **Condições e padrões de lançamento de efluentes**. Brasília: CONAMA, 3 mai. 2011.

BRASIL. Resolução nº 222, de 28 de março de 2018. **Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências**. Brasília: ANVISA, 28 mar. 2018.

BRASLAB. **Capela de Exaustão**. 2023. Disponível em: <https://braslab.com.br/2017/09/saiba-onde-encontrar-capela-de-exaustao/>. Acesso em: 16 mar. 2023.

BUSCHINELLI, José Tarcísio Penteado. Toxicologia Ocupacional. São Paulo: Fundacentro, 2020.

CIENFUEGOS, Freddy. Segurança no Laboratório. **Interciência**, Rio de Janeiro - RJ, 2001.

CLIMPO CASA DA LIMPEZA. **Avental de Segurança**. 2023. Disponível em: <https://www.climpo.com.br/aventall-pvc-branco-medeiros-60x117cm/p>. Acesso em: 14 mar. 2023.

DONATELLI FILHO, Heraldo. Implantação de sistema de gestão de reagentes e resíduos químicos em laboratórios universitários. **Latin American Journal of Business Management**, v.11, n. 1. Taubaté, SP. Ano 2020.

ELO7 SOLIDARIO (ed.). **Jaleco de Algodão**. 2023. Disponível em: <https://www.elo7.com.br/jaleco-tradicional-masculino-100-algodao/dp/DAE48D>. Acesso em: 15 mar. 2023.

EQUIPAMENTOS DSYSLAB. **Capela química de exaustão**. Disponível em: <https://www.dsylab.com.br/equipamentos/capelas/capela-pequena-ate-14ms-de-exaustao-de-gases-quimis>. Acesso em: 13 mar. 2023.

FERREIRA, Douglisnilson de Moraes; MEDEIROS, Luciana de Castro; DIAS, Ângela Santos Arruda; SILVA, Anny Caroline Freire da. **CURSO DE INTRODUÇÃO LABORATORIAL: segurança laboratorial**. Segurança Laboratorial. 2022. Disponível em: <https://classroom.google.com/w/NTQwNDg5NTk2MTc0/t/all>. Acesso em: 16 mar. 2023.

FREITAS, Henrique; OLIVEIRA, Mirian; SACCOL, Amarolinda Zanela; MASCAROLA, Jean. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração da Usp**, São Paulo-SP, v. 35, n. 3, p. 105-112, jul. 2000.

GAUZA, Olga R. et al. Educação ambiental como instrumento para minimização de resíduos químicos em uma instituição de Ensino Superior. **Espacios**, V. 41 N. 02 Ano 2020.

GERÔNIMO, Bruna Maria; LAUTENSCHLAGER, Sandro Rogério; BENATTI Cláudia Telles. Diagnóstico dos resíduos gerados em um laboratório de análise de água efluente. IX **CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**, 2018, **Anais [...]** São Bernardo do Campo-SP: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2018. V. 1, p. 1-8.

GRUPO AEROTE. **Armário de Segurança para Líquidos Corrosivos**. 2023. Disponível em: <https://www.aerotextintores.com.br/produto/armario-de-seguranca->

para-liquidos-corrosivos-fibra-de-vidro-100x100cx45cm-mh378/. Acesso em: 14 mar. 2023.

HIPERFIRE. **Tipos de Extintores e suas aplicações**. 2023. Disponível em: <https://www.hiperfireextintores.com.br/blog/como-utilizar-os-extintores-de-incendio/>. Acesso em: 13 mar. 2023.

HR GROUP (ed.). **Chuveiro Lava Olhos**. Disponível em: https://hrgroup.pt/chuveiros-lava-olhos_67/chuveiro-e-lava-olhos-tr750. Acesso em: 15 mar. 2023.

IMBROISI, Denise. et al. Gestão de resíduos químicos em universidades: universidade de Brasília em foco. **Química Nova**, São Paulo, v. 2, n. 29, p. 404-409, jan. 2006.

JARDIM, Wilson de Figueiredo. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. **Química Nova**. São Paulo, v. 21, n. 5, 1998.

LABSHOW Equipamentos e Insumos Químicos. **Bombona 5 litros**. 2023. Disponível em: <https://www.labshow.com.br/loja/Labshow/produto/980PR/bombona-retangular-em-poli-etileno-de-alta-densidade-5-litros-inter>. Acesso em: 15 mar. 2023.

LAUDEANO, Anna Carolina Galli; BOSCO, Tatiane Cristina Dal; PRATES, Kátia Valéria Marques Cardoso. Proposta de Gerenciamento de Resíduos Químicos para Laboratórios de Instituições de Ensino Médio e Técnico. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2011, **Anais [...]**. Londrina: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2011. v. 1, p. 1-10.

LIMA, V. E. de. et al. **Engenharia de segurança no trabalho: avaliação dos laboratórios químicos científicos**. Tecnologia, investigação, sustentabilidade e os desafios do século XXI. Campina Grande: Realize Editora, 2020.

MACHADO, Ricardo Luiz. **Fichas de Segurança de Produtos Químicos Utilizados no IFRN**. 2023. Disponível em: <https://portal.ifrn.edu.br/ifrn/campus/natalcentral/cissp/lateral/dicas-de-seguranca/fichas-de-informacao-de-seguranca-de-produtos-quimicos>. Acesso em: 13 mar. 2023.

MATTOS, Mariana de Freitas. et al. Avanços no tratamento dos resíduos químicos gerados pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e possíveis medidas mitigadoras. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, 2020.

MEDICAL, Grupo (ed.). **Touca Descartável em TNT**. Disponível em: <https://medicalprodutos.com.br/produto/touca-descartavel-em-tnt-inoven/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

MENEZES, Gabriela de Almeida et al. Aplicação de ferramentas de gestão da qualidade em laboratório de ensino em um curso de graduação em química. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 58743-58756, ago. 2020.

MISTURA, Clóvia Marozzin; VANIEL, Ana Paula Härter; LINCK, Mara Regina. Gerenciamento de resíduos dos laboratórios de ensino de química da universidade de passo fundo, RS. **Ciatec - Upf**, Passo Fundo - RS, v. 2, n. 1, p. 54-64, jun. 2010. Semestral.

NETEPI, Equipamentos de Segurança. **Kit Mitigação Ambiental Contenção De Vazamento De Líquido Químico Bolsa 35 L**. Disponível em: https://www.netepi.com.br/produto/kit-emergencia-ambiental-contencao-de-vazamento-de-liquido-quimico-bolsa-35-l.html?gclid=Cj0KCQjwk7ugBhDIARIsAGuvGPyYufTF0WWnh587wOszY4Z1oBdNcf9r8EzmfocxrRTxjCfXkW3eqIaAqNjEALw_wcB. Acesso em: 13 mar. 2023.

OLIVEIRA, Amanda Caroline Rodrigues de; BRAGA, Ana Maria Cheble Bahia; VILLARDI, Juliana Rulli Wotzasek; KRAUSS, Thomas Manfred. Gerenciamento de resíduos em laboratórios de uma universidade pública brasileira: um desafio para a saúde ambiental e a saúde do trabalhador. **Saúde Debate**, Rio de Janeiro, v. 43, n. 3, p. 63-77, dez. 2019.

OLIVEIRA, Jadna Karollayne Lins de. **Controle de resíduos de laboratórios no IFRN – Campus Macau**. Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Macau, 2018.

PHILLIP JR., Arlindo. (org.). **Curso de Gestão Ambiental**. São Paulo-Barueri: Manole, 2014.

PIMENTA, Handson Cláudio Dias; GOUVINHAS, Reidson Pereira. A produção mais limpa como ferramenta da sustentabilidade empresarial: um estudo no estado do Rio Grande do Norte. **Produção**. v. 22, n. 3, 2012.

PRATES, Kátia Valéria Marques Cardoso; DAL BOSCO, Tatiane Cristina; JANIASKI, Laura Lahr. Pesquisa sobre resíduos sólidos gerados em laboratório – questionário como instrumento de gerenciamento. In: I CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 2018, **Anais [...]**. Gramado-RS: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2020. v. 1, p. 1-5.

PRINCE VENTILADORES E EXAUSTORES. **Exaustor Axial**. 2023. Disponível em: <https://www.ventilador.com.br/exaustor-axial-qualitas-40cm-eq400-inox>. Acesso em: 14 mar. 2023.

PROLAB MATERIAIS PARA LABORATÓRIO (ed.). **Bandeja de Plástico**. Disponível em: <https://www.prolab.com.br/produtos/materiais-de-plastico/bandeja-de-plastico/bandeja-plastico/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SAJID, Muhammad; PIOTKA-WASYLKA, Justyna. Green analytical chemistry metrics: a review. **Talanta**, [S.L.], v. 238, p. 123046, fev. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2021.123046>.

SANTANA, Kelly Fanny de Paula; SILVA, Jaiseanne Grazielley da; CARDOSO, Mariana Ferreira Martins; ANDRADE, Angela Maria Coêlho de. Avaliação dos

resíduos químicos descartados nas aulas práticas de química geral no laboratório do campus II da ASCES-UNITA. **CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**, 2019, **Anais [...]** João Pessoa-PB: Ecogestão Brasil, 2019. V. 1, p. 488-495.

SANTOS, Felipe Sombra dos; QUEIROZ, Eduardo Alcântara S.; VALVERDE, Bianca de Souza Manhães. Panorama dos resíduos químicos em uma instituição de ensino superior. In: III CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 2020, **Anais [...]**. Gramado-RS: IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2020. v. 1, p. 1-6.

SHOPPING DO LABORATÓRIO. **ARMÁRIO CORTA FOGO PARA ARMAZENAGEM DE INFLAMÁVEIS**. 2023. Disponível em: https://www.shoppingdolaboratorio.com.br/p-2177016-ARMARIO-CORTA-FOGO-P_-ARMAZENAGEM-DE-INFLAMAVEIS-LxPxA-100X45x100-cm-%28TKN%29. Acesso em: 14 mar. 2023.

SILVA, Alexandre Fidelis da; SOARES, Tamires Rúbia dos Santos; AFONSO, Júlio Carlos. Gestão de Resíduos de Laboratório: Uma Abordagem para o Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo - SP, v. 32, n. 1, p. 37-42, 11 set. 2009.

SILVA, Juliana Monteiro. et al. Gerenciamento de Resíduos Laboratoriais: experiência do PROGERE-UFC. **Extensão em Ação**, Fortaleza, v. 1, n. 8, p. 99-107, 30 jun. 2015. Semestral.

SPECTRUM CHEMICAL. **Laboratory Bottle Carriers**. Disponível em: <https://www.spectrumchemical.com/safety/laboratory-bottle-carriers>. Acesso em: 16 mar. 2023.

SUPER EPI. **Luvas de Neoprene e Látex**. 2023. Disponível em: https://www.superepi.com.br/luva-de-neoprene-com-latex-neolates-danny-agentes-quimicos--p1046264?tsid=16&gclid=Cj0KCQjwk7ugBhDIARIsAGuvGPy1tmznipXkl474hTjQRjo8kJLsk-LzZWIVk_7jEb5ZnCceqa6FYTwaAs4uEALw_wcB. Acesso em: 14 mar. 2023.

UFV, Universidade Federal de Viçosa (ed.). **Segurança do Trabalho: rotulagem de recipientes**. Rotulagem de Recipientes. 2023. Disponível em: <https://www.segurancadotrabalho.ufv.br/rotulagem-de-recipientes/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

VIDY (ed.). **Capela para ácido perclórico**. 2023. Disponível em: <https://www.vidy.com.br/capelas/cpap>. Acesso em: 16 mar. 2023.

WALLAU, W. Martin; SANTOS, Aline J. R. Wohlmuth Alves dos. Produtos químicos perigosos utilizados em laboratórios de ensino – proposta e exemplos para indicação de seus perigos no rótulo. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 8, p. 1267-1274, dez. 2013.

WF EPI. **Protetor Facial**. 2023. Disponível em: <https://www.wfepi.com.br/capacete/protetor-facial-plastcor-ca-15019>. Acesso em: 14 mar. 2023.

ZEUS DO BRASIL. **Óculos de Segurança**. 2023. Disponível em: <https://lojazeusdobrasil.com.br/produtos/detalhes/oculos-protecao-lente-incolor-policarbonato/>. Acesso em: 14 mar. 2023.

APÊNDICE A - CARTAZ FISPQ



FISPQ

FICHAS DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS

Consulte os riscos e medidas mitigadoras de cada substância química utilizadas em seu ambiente de trabalho.



<https://portal.ifrn.edu.br/ifrn/campus/natalcentral/cissp/lateral/dicas-de-seguranca/fichas-de-informacao-de-seguranca-de-produtos-quimicos>

APÊNDICE B - TABELA DE COMPATIBILIDADE

SUBSTÂNCIA	INCOMPATÍVEL COM
Acetileno	Cloro, Bromo, Fluor, Cobre Prata e Mercúrio
Acetona	Bromo, Cloro, Ácido Nítrico e Ácido Sulfúrico
Ácido Acético	Etileno glicol, compostos contendo hidroxilas, ácido de cromo IV, ácido nítrico, ácido perclórico, peróxidos, permanganatos e peróxidos, permanganatos e peróxidos, ácido acético, anilina, líquidos e gases combustíveis
Ácido cianídrico	Álcalis e ácido nítrico
Ácido crômico - Cr (VI)	Ácido acético glacial, anidrido acético, álcoois, matéria combustível, líquidos, glicerina, naftaleno, ácido nítrico, éter de petróleo e hidrazina
Ácido fluorídrico	Amônia (anidra ou aquosa)
Ácido fórmico	Metais em pó e agentes oxidantes
Ácido nítrico	Álcoois e outras substâncias orgânicas oxidáveis, ácido iodídrico, magnésio e outros metais, fósforo e etileno, ácido acético, anilina óxido Cr (VI) e ácido cianídrico
Ácido nítrico (concentrado)	Ácido acético, anilina, ácido crômico, líquidos e gases inflamáveis, gás cianídrico e substâncias nitráveis
Ácido Oxálico	Prata, sais de Mercúrio prata e agentes oxidantes
Ácido perclórico	Anidrido acético, álcoois, bismuto e suas ligas, papel, graxa, madeira, óleos ou qualquer matéria orgânica, clorato de potássio, perclorato de potássio e agentes redutores
Ácido pícrico	Amônia aquecida com de óxidos ou sais de metais pesados e fricção com agentes oxidantes
Ácido sulfídrico	Ácido nítrico fumegante ou ácidos oxidantes, cloratos, percloratos e permanganato de potássio
Água	Cloreto de acetilo, metais alcalinos terrosos seus hidretos e óxidos, peróxido de bário, carbonetos, ácido crômico, oxiclureto de fósforo, pentaclureto de fósforo, pentóxido de fósforo, ácido sulfúrico e trióxido de enxofre
Alumínio e suas ligas (principalmente em pó)	Soluções ácidas ou alcalinas, persulfato de amônio e água, cloratos, compostos clorados nitratos, Hg, Cl, hipoclorito de Ca, I ₂ , Br ₂ , e HF.
Amônia	Bromo, hipoclorito de cálcio, cloro, ácido fluorídrico, iodo, mercúrio e prata, metais em pó, ácido fluorídrico
Amônio nitrato	Ácidos, metais em pó, substâncias orgânicas ou combustíveis finamente divididos
Anilina	Ácido nítrico, peróxido de hidrogênio, nitrometano e agentes oxidantes
Bismuto e suas ligas	Ácido perclórico
Bromo	Acetileno, amônia, butadieno, butano e outros gases de petróleo, hidrogênio, metais finamente divididos, carbeto de sódio e terebentina
Carbeto de cálcio ou de sódio	Umidade (no ar ou água)
Carvão ativo	Hipoclorito de cálcio, oxidantes
Cianetos	Ácidos e álcalis, agentes oxidantes, nitritos Hg (IV) e nitratos

Cloratos e percloratos	Ácidos, alumínio, sais de amônio, cianetos, metais em pó, enxofre, fósforo, substâncias orgânicas oxidáveis ou combustíveis, açúcar e sulfetos
Cloratos de sódio	Ácidos, sais de amônio, matéria oxidável, metais em pó, anidrido acético, bismuto, álcool pentóxido de fósforo, papel, madeira
Cloratos ou perclorados de potássio	Ácidos ou seus vapores, matéria combustível, (especialmente solventes orgânicos), fósforo e enxofre
Cloreto de zinco	Ácidos ou matéria orgânica
Cloro	Acetona, acetileno, amônia, benzeno, butadieno, butano e outros gases de petróleo, hidrogênio, metais em pó, carboneto de sódio e terebentina
Cobre	Acetileno, peróxido de hidrogênio
cromo IV óxido	Ácido acético, naftaleno, glicerina, líquidos combustíveis
Dióxido de cloro	Amônia, sulfeto de hidrogênio, metano e fosfina
Flúor	Maioria das substâncias (armazenar separado)
Enxofre	Qualquer matéria oxidante
Fosforo	Cloratos e percloratos, nitratos e ácido nítrico, enxofre
Fosforo branco	Ar (oxigênio) ou qualquer matéria oxidante
Fosforo vermelho	Matéria oxidante
Hidreto de lítio e alumínio	Ar, hidrocarbonetos cloráveis, dióxido de carbono, acetato de etila e água
Hidrocarbonetos (benzeno, butano, gasolina, propano, terebintina)	Flúor, cloro, bromo, peróxido de sódio, ácido crômico, peróxido de hidrogênio
Hidrogênio peróxido	Cobre, cromo, ferro, álcoois, acetonas, substâncias combustíveis
Hidroperóxido de cumeno	Ácidos (minerais ou orgânicos)
Hipoclorito de cálcio	Amônia ou carvão ativo
Iodo	Acetileno, amônia (anidra ou aquosa) e hidrogênio
Líquidos inflamáveis	Nitrato de amônio, peróxido de hidrogênio, ácido nítrico, peróxido de sódio, halogênios
Lítio	Ácidos, umidade no ar e água
Magnésio (principalmente em pó)	Carbonatos, cloratos, óxidos ou oxalatos de metais pesados (nitratos, percloratos, peróxidos fosfatos e sulfatos)
Mercúrio	Acetileno, amônia, metais alcalinos, ácido nítrico com etanol, ácido oxálico
Metais alcalinos e alcalinos terrosos (Ca, Ce, Li, Mg, K, Na)	Dióxido de carbono, tetracloreto de carbono, halogênios, hidrocarbonetos clorados e água
Nitrato	Matéria combustível, ésteres, fósforo, acetato de sódio, cloreto estagnoso, água e zinco em pó
Nitrato de amônio	Ácidos, cloratos, cloretos, chumbo, nitratos metálicos, metais em pó, compostos orgânicos, compostos orgânicos combustíveis finamente divididos, enxofre e zinco
Nitrito	Cianeto de sódio ou potássio
Nitrito de sódio	Compostos de amônio, nitratos de amônio ou outros sais de amônio.
Nitroparafinas	Álcoois inorgânicos.
Óxido de Mercúrio	Enxofre.
Oxigênio (líquido ou ar enriquecido com O ₂)	Gases inflamáveis, líquidos ou sólidos como acetona, acetileno, graxas, hidrogênio, óleos e fósforo.

Pentóxido de fósforo	Compostos orgânicos, água.
Perclorato de amônio, permanganado ou persulfato	Materiais combustíveis, materiais oxidantes tais como ácidos, cloratos e nitratos.
Peróxidos	Metais pesados, substâncias oxidáveis, carvão ativado, amoníaco, aminas, hidrazina e metais alcalinos.
Peróxidos Orgânicos	Ácido (mineral ou orgânico).
Permanganato de potássio	Benzaldeído, glicerina, etilenoglicol, ácido sulfúrico, enxofre, piridina, dimetilformamida, ácido clorídrico e substâncias oxidáveis.
Peróxido de bário	Compostos orgânicos combustíveis, matéria oxidável e água.
Peróxido de hidrogênio 3%	Crômio, cobre, ferro, com a maioria dos metais ou seus sais, álcoois, acetona e substância orgânica.
Peroxido de sódio	Ácido acético glacial, anidrido acético, álcoois benzaldeído, dissulfeto de carbono, acetato de etila, etileno glicol, furfural, glicerina e outras substâncias oxidáveis, metanol e etanol.
Potássio	Ar (unidade e/ou oxigênio) ou água.
Prata	Acetileno, compostos de amônia, ácido nítrico com etanol, ácido oxálico e tartárico.
Zinco em pó	Ácidos ou água.
Zircônio (principalmente em pó)	Tetracloro de carbono e outros carbetos, pralogenados, peróxidos, bicarbonato de sódio e água


Fonte: Almeida et al (2013)






APÊNDICE C - RÓTULOS PARA BOMBONAS DE COLETA DE RESÍDUOS

 <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>  <p>ATENÇÃO</p> <p>Pode provocar reações alérgicas na pele Use luvas de proteção/roupa de proteção/proteção ocular/proteção facial. A roupa de trabalho contaminada não pode sair do local de trabalho EM CASO DE CONTATO COM A PELE: Lave com água em abundância. Descarte o conteúdo/recipiente somente coletado por empresa especializada</p>		 <p>GRUPO 1 NÃO HALOGENADOS</p> <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>  <p>Recipiente: _____ Data de abertura: ____/____/____ Data de fechamento: ____/____/____</p>
---	--	---

 <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>  <p>ATENÇÃO</p> <p>Pode provocar reações alérgicas na pele Use luvas de proteção/roupa de proteção/proteção ocular/proteção facial. A roupa de trabalho contaminada não pode sair do local de trabalho EM CASO DE CONTATO COM A PELE: Lave com água em abundância. Descarte o conteúdo/recipiente somente coletado por empresa especializada</p>		 <p>GRUPO 2 HALOGENADOS</p> <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>  <p>Recipiente: _____ Data de abertura: ____/____/____ Data de fechamento: ____/____/____</p>
---	--	---

 <p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA RIO GRANDE DO NORTE</p> <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>  <p>ATENÇÃO</p> <p>Líquido e vapores inflamáveis Mantenha afastado do calor/faixa/chama aberta/superfícies quentes. – Não fume. Mantenha o recipiente hermeticamente fechado. Use luvas de proteção/roupa de proteção/proteção ocular/proteção facial. Armazene em local bem ventilado. Descarte o conteúdo/recipiente somente coletado por empresa especializada</p>		 <p>GRUPO 3 INFLAMÁVEIS</p> <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>   <p>Recipiente: _____ Data de abertura: ____/____/____ Data de fechamento: ____/____/____</p>
---	--	---

 <p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA RIO GRANDE DO NORTE</p> <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>  <p>PERIGO</p> <p>Provoca queimadura severa à pele e dano aos olhos Use luvas de proteção/roupa de proteção/proteção ocular/proteção facial. EM CASO DE CONTATO COM OS OLHOS: Enxágue cuidadosamente com água durante vários minutos. Armazene em local fechado à chave. Descarte o conteúdo/recipiente somente coletado por empresa especializada</p>		 <p>GRUPO 4 SOLUÇÕES ÁCIDAS</p> <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>   <p>Recipiente: _____ Data de abertura: ____/____/____ Data de fechamento: ____/____/____</p>
---	--	---

 <p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA RIO GRANDE DO NORTE</p> <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>  <p>PERIGO</p> <p>Provoca queimadura severa à pele e dano aos olhos. Use luvas de proteção/roupa de proteção/proteção ocular/proteção facial. EM CASO DE CONTATO COM OS OLHOS: Enxágue cuidadosamente com água durante vários minutos. Armazene em local fechado à chave. Descarte o conteúdo/recipiente somente coletado por empresa especializada</p>		 <p>GRUPO 5 SOLUÇÕES CÁUSTICAS</p> <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>   <p>Recipiente: _____ Data de abertura: _____ Data de fechamento: _____</p>
--	--	--

 <p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA RIO GRANDE DO NORTE</p> <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>  <p>ATENÇÃO</p> <p>Pode provocar reações alérgicas na pele Use luvas de proteção/roupa de proteção/proteção ocular/proteção facial. A roupa de trabalho contaminada não pode sair do local de trabalho EM CASO DE CONTATO COM A PELE: Lave com água em abundância. Descarte o conteúdo/recipiente somente coletado por empresa especializada</p>		 <p>GRUPO 6 METAIS PESADOS</p> <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>   <p>Recipiente: _____ Data de abertura: _____ Data de fechamento: _____</p>
---	--	--

 <p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA RIO GRANDE DO NORTE</p> <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>  <p>ATENÇÃO</p> <p>Pode provocar reações alérgicas na pele Use luvas de proteção/roupa de proteção/proteção ocular/proteção facial. A roupa de trabalho contaminada não pode sair do local de trabalho EM CASO DE CONTATO COM A PELE: Lave com água em abundância. Descarte o conteúdo/recipiente somente coletado por empresa especializada</p>		 <p>GRUPO 7 SOLUÇÕES SALINAS</p> <p>RESÍDUO QUÍMICO PERIGOSO</p>   <p>Recipiente: _____ Data de abertura: ____/____/____ Data de fechamento: ____/____/____</p>
--	--	--

APÊNDICE 3 – ESTRUTURA DO CURSO DE SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS

Módulo I – Riscos no ambiente laboratorial:

- Acidentes de trabalho;
- Doenças relacionadas ao trabalho;
- Boas práticas com vidraria;
- Boas práticas com equipamentos de laboratório.

Módulo II – Segurança do trabalho:

- Procedimentos seguros de trabalho;
- Equipamentos de proteção Individual;
- Equipamentos de proteção coletiva;
- Equipamentos de contingência;
- Sinalização de segurança;
- Segurança em equipamentos de laboratório.

Módulo III – Manejo seguro de substâncias químicas:

- Ventilação e atmosferas perigosas;
- Fichas de Segurança de Produtos Químicos – FISPQ;
- Compatibilidade química;
- Armários para produtos perigosos;
- Rotulagem e identificação;
- Diamante de Hommel;
- Sala de reagentes.

Módulo IV – Prevenção de Incêndio:

- Fundamentos do fogo e fumaça;
- Reações indesejadas e origem elétrica;
- Equipamentos de combate a princípio de incêndio;
- Prevenção de incêndio;
- Armários de contenção para inflamáveis;
- Arquitetura de prevenção e rotas de fuga.

Módulo V – Gerenciamento de resíduos químicos:

- Substituição, redução e reutilização;
- Segregação;
- Identificação;
- Armazenamento temporário;
- Correto descarte;
- Contingência de derramamentos acidentais.