

GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS PRODUZIDOS NOS LABORATÓRIOS DO IFPB CAMPUS CAMPINA GRANDE

Claudia Rayssa Gomes Bolo¹
Antonio Henrique da Silva Oliveira²
Ana Beatriz Silva de Araújo³
Camilla de Brito Batista⁴
Edmilson Dantas da Silva Filho⁵
Ana Maria Gonçalves Duarte⁶

RESUMO

Os resíduos químicos são caracterizados por terem uma grande diversidade nas suas composições, o que dificulta na hora do tratamento, e quando o local onde são gerados não tem um gerenciamento correto no momento do descarte pode causar danos ao meio ambiente acarretando também danos à saúde da população. Com o intuito de pesquisar sobre o destino dos resíduos químicos gerados nos laboratórios do IFPB campus Campina Grande foi aplicado um questionário semiestruturado no período de agosto a setembro de 2022, o qual foi respondido por docentes que fazem uso dos laboratórios e um técnico que atua nas atividades de pesquisa e em aulas práticas. Observou-se que há uma grande problemática quanto aos resíduos gerados em laboratório durante as aulas e também em pesquisas pois não há uma política de coleta destes resíduos e os mesmos são armazenados em recipientes para posterior descarte, o que se configura como um risco aos usuários bem como uma sobrecarga de material acumulado, sendo portanto necessário a busca por empresas ou instituições que atuem nesse tipo de atividade. Portanto, é possível concluir que o descarte correto dos resíduos exige conscientização por parte dos docentes e discentes além da implantação de um programa de gerenciamento de resíduos nos laboratórios.

Palavras-chave: Geração de resíduos, Ensaios laboratoriais, Descarte.

INTRODUÇÃO

De acordo com as propostas educacionais para o ensino de química, a investigação é considerada um excelente artifício para a aprendizagem de uma ciência experimental. A utilização apropriada desta ferramenta permite aos estudantes a observação de fenômenos, a

¹ Graduanda do Curso de Engenharia de Computação do Instituto Federal da Paraíba - IFPB, claudiarayssa45@gmail.com;

² Graduando em Medicina pela UNIFACISA, ahantoniohenriqueoliveira@gmail.com;

³ Graduanda do Curso de Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, ana.silva.araujo@aluno.uepb.edu.br;

⁴ Técnico em Química pelo Instituto Federal da Paraíba - IFPB, camilabritobatista@gmail.com;

⁵ Doutor em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, edmilson.silva@ifpb.edu.br;

⁶ Doutor em Ciências e Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, ana.duartemendonca@professor.ufcg.edu.br.

elaboração de conceitos e hipóteses. Levando em consideração, o ensino técnico, as práticas laboratoriais são essenciais. Entretanto, tais práticas podem gerar resíduos que necessitam de um tratamento adequado para que possam ser removidos da área geradora e destinados a um descarte correto.

Conceitua-se o resíduo químico como uma substância, material ou mistura remanescente de atividade de origem industrial, serviço de saúde, agrícola ou comercial, a ser destinado conforme legislação ambiental vigente, tais como utilização em outro processo, reprocessamento/recuperação, reciclagem, co-processamento, destruição térmica e aterro (ABNT NBR 16725).

Por tanto, pequenos geradores de resíduos, tais como instituições de ensino e de pesquisa, laboratórios de análises bioquímicas e físico-químicas, geralmente são considerados, pelos órgãos fiscalizadores, como atividades não impactantes, sendo, portanto, raramente fiscalizados quanto ao descarte de seus rejeitos químicos.

Nos últimos anos diversos estudos têm sido realizados acerca da gestão de resíduos químicos gerados em laboratórios de universidades brasileiras (AMORIM, 2018; SOUZA, 2018). Geralmente, incluem-se nessa categoria uma série de substâncias que, normalmente, são armazenadas nos laboratórios geradores para evitar o descarte inadequado no meio ambiente, ou são descartadas no lixo, esgoto, atmosfera sem tratamento prévio. É uma prática comum em laboratórios o descarte de alguns tipos de resíduos líquidos sob água corrente abundante. Embora algumas vezes essa prática possa neutralizar os efeitos nocivos dos efluentes, ela promove desperdício de água potável e um prejuízo tremendo na educação ambiental dos futuros profissionais que passam por tais laboratórios (UFU, 2014).

Independentemente do tipo de resíduo a ser descartado e de seu grau de periculosidade é de suma importância que o espaço educacional realize o gerenciamento de resíduos e conscientize o aluno sobre esta gestão para que o mesmo atue na melhoria das condições de vida na sociedade (LAUDEANO et al., 2011).

Esta pesquisa tem como principal objetivo identificar os principais tipos de resíduos químicos gerados nos laboratórios de química do IFPB campus Campina Grande, identificando como ocorre o gerenciamento dos resíduos e analisando os processos de tratamento. Para isso, foi aplicado um questionário semiestruturado no período de agosto a setembro de 2022, o qual foi respondido por docentes que fazem uso dos laboratórios e um técnico que atua nas atividades de pesquisa e em aulas práticas.

Os resultados da pesquisa mostram que existe uma significativa questão relacionada aos resíduos produzidos nos laboratórios durante as atividades educacionais e de pesquisa, uma vez que não há uma política de recolhimento desses resíduos. Como resultado, eles são armazenados em recipientes para posterior descarte, o que representa um perigo para os usuários, além de resultar em um acúmulo excessivo de materiais. Portanto, torna-se necessário buscar órgãos especializados nesse tipo de serviço.

Portanto, é possível concluir que o descarte correto dos resíduos exige conscientização por parte dos docentes e discentes além da implantação de um programa de gerenciamento de resíduos nos laboratórios.

Assim, o desenvolvimento deste trabalho se dá pela necessidade de elaboração e implementação de um plano de gerenciamento de resíduos químicos na Instituição, objetivando a destinação correta dos resíduos gerados a fim de evitar possíveis contaminações e poluição no meio ambiente.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em Laboratórios de Química do *Campus* Campina Grande. O município de Campina Grande-PB está localizado a 125 km de João Pessoa. A cidade é considerada um dos grandes centros urbanos do Estado, possui uma área de 275,3 km² e população total de 407.472 habitantes de acordo com estimativas do IBGE de 2018.

Com relação aos sujeitos participantes desta pesquisa, foram utilizados, como fonte de observação e estudo, professores de química e técnicos de laboratório que atuam no *Campus* Campina Grande.

A metodologia utilizada para realização deste estudo corresponde a pesquisa participante, segundo a proposta de Thiollent (2007), estabelecendo relações de comunicação do pesquisador com a população, objetivando estabelecer relações que dinamizam a natureza de um fenômeno social.

Para este tipo de investigação utiliza-se geralmente os questionários ou entrevistas estruturadas, tendo maior precisão nos dados e apresentando mais especificidade nos indicadores da pesquisa, devido a relação estabelecida entre o pesquisador e o indivíduo que fornece a informação, possibilitando a obtenção de detalhes (PHILIPPI Jr. & PELICIONE, 2005).

Na pesquisa descritiva, o pesquisador é responsável pelo estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico, sem interferência na obtenção e qualidade das informações.

Para que este tipo de pesquisa seja desenvolvido com eficácia, algumas condições metodológicas são necessárias como: a familiarização com o fenômeno de pesquisa; as relações de confiança com os participantes; a neutralidade com as opiniões e respostas obtidas, evitando distorcer as declarações, além disso as informações são coletadas em círculos de cultura como: grupos sociais, sindicatos, escolas e cooperativas (PHILIPPI JR & PELICIONE, 2005).

Como instrumento de pesquisa foi realizada a aplicação de uma entrevista sobre o tema abordado. Segundo Gil (2018), o questionário “consiste basicamente em traduzir os objetivos específicos da pesquisa em itens bem redigidos”.

Que de acordo com Oliveira (1997, p. 165) ele deve apresentar as seguintes características: (1) deve ser a espinha dorsal de qualquer levantamento, (2) deve reunir todas as informações necessárias (nem mais nem menos), (3) deve possuir linguagem adequada. Os questionários são utilizados com objetivo de obter grandes quantidades de dados, geralmente para análises qualitativas.

Para Marconi e Lakatos (1999, p. 100), a obtenção da eficácia do questionário deve haver critérios básicos em sua elaboração, destacando-se: (I) os temas evidenciados devem estar de acordo com os objetivos da pesquisa, (2) o questionário deve ser limitado em sua extensão e em sua finalidade, pois um questionário muito longo causa cansaço e desinteresse e um questionário muito curto pode não oferecer informações suficientes, (3) as questões devem ser codificadas, a fim de facilitar a posterior tabulação, (4) deve estar acompanhado de orientações sobre como respondê-lo, (5) o aspecto e a estética devem ser observados.

REFERENCIAL TEÓRICO

Diversas áreas do ensino e da pesquisa fazem uso de substâncias perigosas na realização de atividades experimentais. Para que essas atividades sejam efetuadas de modo seguro e sustentável, é imprescindível a realização de um planejamento completo de todo o experimento, o que inclui o gerenciamento dos resíduos nele gerados. Em função disso, várias instituições vêm não só adotando Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos como também propondo formas de tratamentos de resíduos por elas (MEDINA et al., 2010).

Classificação dos resíduos químicos

Em quaisquer processos de obtenção ou transformação de materiais são gerados, além dos produtos de interesse, produtos que não ostentam valor comercial, benefício ou utilidade para o ser humano. Esses produtos inservíveis são chamados de resíduos. Os resíduos podem ser classificados em não perigosos, perigosos, ativos ou passivos, e de acordo com sua classificação, quando descartados de forma inapropriada, são capazes de contaminar as águas (superficiais, subterrâneas, etc.), o solo, os sedimentos, o ar e, até mesmo, os seres humanos (ABNT NBR 10004).

Os resíduos químicos não perigosos são aqueles que apresentam baixa toxicidade, reatividade, inflamabilidade e corrosividade conforme a NBR 10.004. Para a realização do descarte diretamente na pia deve-se considerar o pH: compostos com características ácido-base ($\text{pH} < 6$ ou $\text{pH} > 8$) devem ser neutralizados antes do descarte.

Os resíduos químicos perigosos apresentam alto risco de inflamabilidade, corrosividade, reatividade ou toxicidade. Devem ser segregados e depositados em frascos adequados e rotulados adequadamente para posterior descarte apropriado. É necessário que sejam observados os resíduos de processos, definidos como aquele que em virtude de algum uso, processo ou procedimento, não atende às especificações originais do fabricante (ALMEIDA, 2008).

São classificados como resíduos ativos, aqueles produzidos em atividades rotineiras de laboratórios, e resíduos passivos os que são estocados ao longo do tempo, e muitas vezes sem identificação (SANTOS et al., 2007).

Armazenamento interno e disposição final

Quando os resíduos químicos não possuem a possibilidade de tratamento no laboratório de origem devem ser temporariamente armazenados em abrigos específicos até serem retirados por empresa especializada, garantindo a preservação de suas características e quantidades. O armazenamento deve ocorrer em local apropriado, utilizando recipientes fechados, rotulados, resistentes e adequados para cada tipo de resíduo. A separação por compatibilidade química é essencial, além disso um absorvedor químico deve ser mantido no local para conter vazamentos e recomenda-se elaborar uma ficha de emergência sobre o resíduo (ABNT, 2011).

Quando não houver nenhuma condição de tratamento para um resíduo químico, este deverá ser enviado para um aterro licenciado para o recebimento de resíduos perigosos,

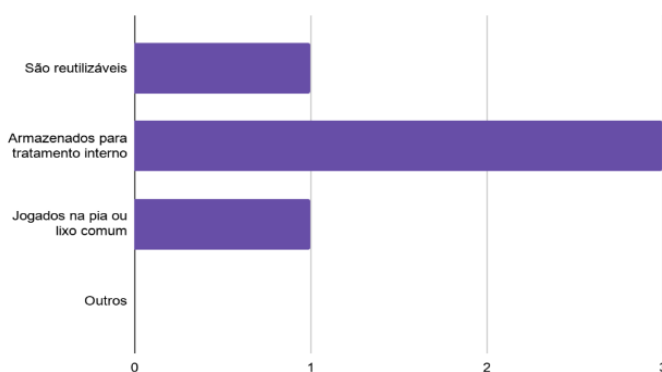
denominado Classe 1. Aterros Classe 1 obedecem a critérios técnicos de construção e operação e podem principalmente receber resíduos sólidos e semissólidos. Dentre os resíduos gerados usualmente em laboratórios de ensino e pesquisa que são normalmente enviados para aterros podemos citar os resíduos sólidos de metais pesados (DI VITTA et al., 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para interpretar os dados de como é realizado o gerenciamento de resíduos nos laboratórios do IFPB campus Campina Grande, foi elaborado um questionário com 8 perguntas, sendo ele respondido por dois professores e um técnico que fazem uso dos laboratórios.

O Gráfico 1 ilustra os resultados obtidos para a investigação sobre o destino dos resíduos gerados.

Gráfico 1 - Qual o destino dos resíduos gerados?

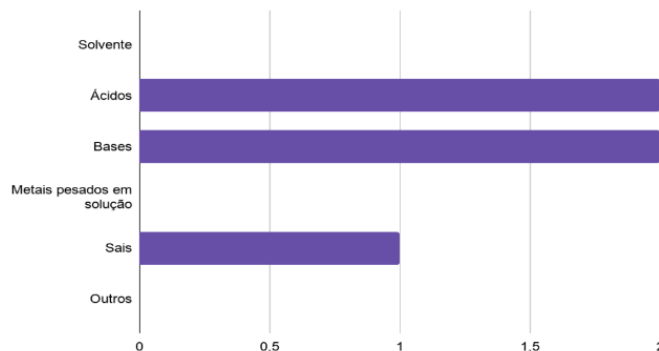


Com base nos resultados obtidos, é possível observar, nos laboratórios contemplados por este estudo, uma prática regular de armazenamento e reutilização de resíduos para tratamento interno, visando a redução do volume gerado e evitando descartes inadequados. Contudo, ainda existe o risco ambiental decorrente do descarte no lixo comum, caso as substâncias não sejam neutralizadas, bem como o desperdício de água gerado.

De acordo com Marinho et al. (2011), a implementação do programa de gerenciamento de resíduos químicos promoveu uma mudança de postura quanto ao descarte puro e simples na pia ou no lixo comum, cultura estabelecida quando eles eram alunos de disciplinas experimentais de cursos de nível técnico e mesmo superior.

O Gráfico 2 ilustra os resultados obtidos para a avaliação quanto aos tipos de resíduos gerados.

Gráfico 2 - Quais os tipos de resíduos são gerados frequentemente?

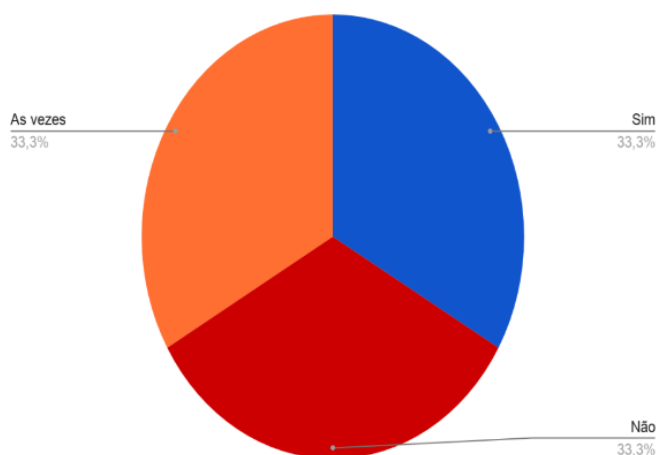


É recorrente a produção de resíduos ácidos e básicos em laboratórios, o que pode resultar no consumo significativo de água para a descarte desses materiais, ocasionando, assim, a contaminação do solo e da água.

Conforme mencionado pela UFU (2014), constata-se uma prática corrente nos laboratórios, onde certos tipos de resíduos líquidos são descartados sob fluxo abundante de água corrente. Embora, em algumas ocasiões, tal procedimento possa mitigar os efeitos prejudiciais dos efluentes, é importante ressaltar que acarreta no desperdício de água potável e, mais significativamente, prejudica a conscientização ambiental dos futuros profissionais que são expostos a essas práticas laboratoriais.

O Gráfico 3 ilustra os resultados obtidos para a avaliação quanto à passagem de tratamento dos resíduos.

Gráfico 3 - Alguns resíduos passam por algum tipo de tratamento?

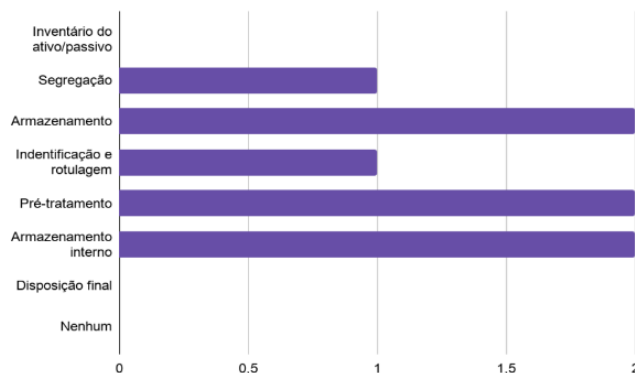


Esperava-se que o desfecho alcançasse uma expressiva inclinação pela opção "sim", visto que reveste-se de suma importância o adequado tratamento de todos os resíduos, com vistas a prevenir eventuais contaminações. Conforme mencionado por Almeida (2008), a realização de atividades em laboratórios didáticos resulta na geração de diversos resíduos classificados como perigosos e poluentes. Portanto, é imperativo empreender esforços na busca por alternativas que viabilizem o tratamento e/ou o aproveitamento desses materiais, a fim de

atenuar os danos que podem vir a impactar o meio ambiente e, por conseguinte, a saúde humana.

O Gráfico 4 ilustra os resultados obtidos para a avaliação quanto aos processos de gerenciamento que passam os resíduos.

Gráfico 4 - Quais processos de gerenciamentos passam os resíduos?

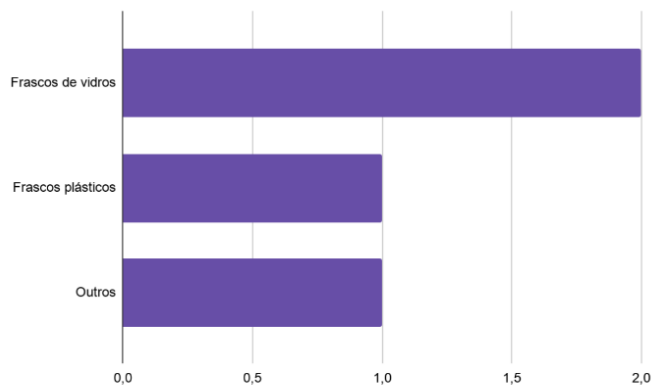


Foi constatado que, dentre as 7 etapas de gerenciamento analisadas, apenas 3 são amplamente adotadas pela maioria, a saber: armazenamento, pré-tratamento e armazenamento interno. Por outro lado, as etapas de inventário de ativo/passivo e disposição final não são seguidas por nenhum dos entrevistados. Já as etapas de segregação, identificação e rotulagem são utilizadas com menor frequência. Nesse contexto, torna-se imprescindível adotar uma gestão adequada dos resíduos gerados nos laboratórios, a fim de evitar o descarte inadequado e a contaminação do meio ambiente.

Conforme mencionado por ROCCA et al. (1993), o gerenciamento de resíduos é uma prática que abarca procedimentos voltados à minimização dos impactos ambientais decorrentes dos resíduos gerados em atividades específicas. Seu objetivo é contribuir para a redução da geração de resíduos, bem como orientar quanto à correta segregação, armazenamento, tratamento, coleta e disposição final dos mesmos (GONÇALVES et al., 2010).

O Gráfico 5 ilustra os resultados obtidos para a avaliação quanto ao armazenamento dos resíduos.

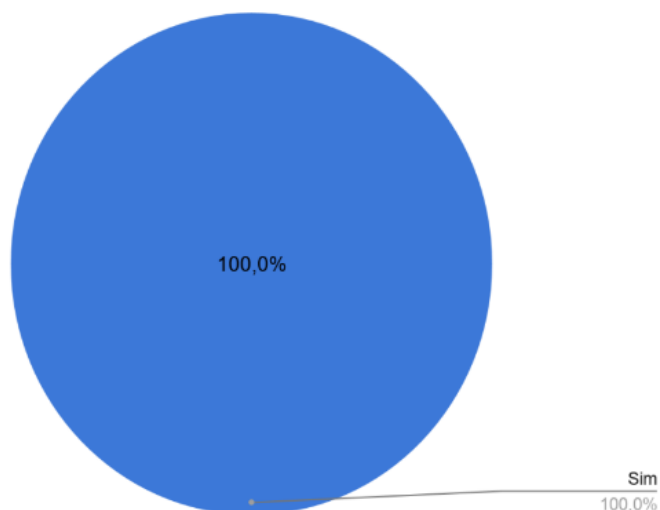
Gráfico 5 - Como são armazenados os resíduos?



De acordo com Di Vitta et al. (2012) e Maria (2009), os resíduos químicos devem ser colocados em recipientes resistentes e compatíveis, enquanto os líquidos devem ser acondicionados em recipientes adequados com tampas vedantes. O armazenamento deve seguir normas específicas para cada substância.

Os resultados da avaliação da identificação dos resíduos são mostrados no Gráfico 6.

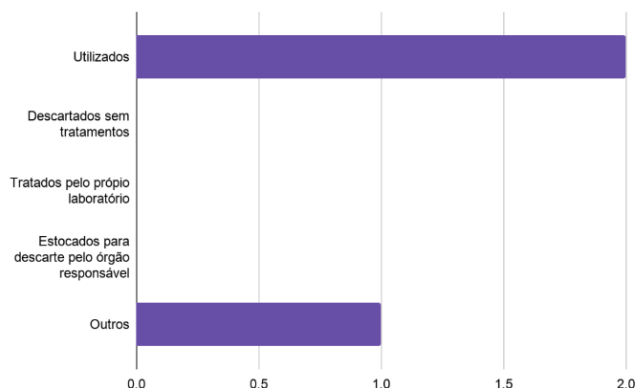
Gráfico 6 - Quando armazenados, os resíduos são devidamente identificados?



A inclusão das informações na etiqueta deve priorizar a fácil visualização e compreensão. Nesse sentido, a descrição do resíduo e sua composição qualitativa desempenham um papel extremamente relevante, conforme apontado por Di Vitta et al. (2012). A análise dos resultados revelou respostas satisfatórias, considerando que a identificação adequada é um passo essencial para o reconhecimento dos resíduos gerados, o que, por sua vez, contribui para evitar qualquer manuseio incorreto desses materiais.

O Gráfico 7 ilustra os resultados obtidos para a avaliação quanto ao destino dos reagentes vencidos.

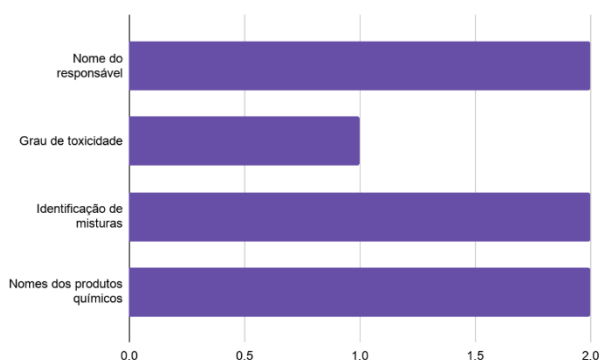
Gráfico 7 – Descarte de reagentes vencidos



Fazer uso de reagentes vencidos é algo que pode causar vários danos, pois as substâncias geradas após a decomposição são desconhecidas, levando a gerar resíduos não identificados. De acordo com a NBR ABNT 10.004 reagentes com prazos de validade expirados são considerados perigosos. Logo, é de extrema importância evitar o uso desses reagentes e procurar fazer o descarte adequado dos mesmos.

O Gráfico 8 ilustra os resultados obtidos para a avaliação quanto às informações contidas nos rótulos dos recipientes dos resíduos.

Gráfico 8 - Quais são as informações contidas nos rótulos dos recipientes de resíduos?



Por fim, o procedimento de rotulagem é conduzido com base em critérios sólidos, pois as informações nele contidas estão alinhadas com o processo de gerenciamento destinado à identificação dos resíduos. É relevante destacar que, embora a maioria adote o procedimento de maneira adequada, existem também aqueles que o negligenciam parcialmente, o que pode prejudicar a eficácia do gerenciamento dos resíduos nos laboratórios. A atenção à rotulagem

integral é fundamental para assegurar a correta gestão desses materiais e evitar potenciais problemas decorrentes do seu tratamento e disposição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste estudo foi investigar o destino dos resíduos químicos gerados nos laboratórios do IFPB campus Campina Grande, analisando minuciosamente cada processo de gerenciamento para verificar sua efetividade. O objetivo foi compreender se existe de fato um processo adequado de gerenciamento, já que o impacto resultante de um descarte inadequado afeta tanto a sociedade quanto o meio ambiente.

Espera-se que este trabalho contribua para a implantação de um plano de gerenciamento, promovendo uma organização aprimorada no momento do descarte e prevenindo possíveis contaminações.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: **Resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16.725: **Rótulos e Ficha com dados de segurança de resíduos**. Rio de Janeiro, 2011.

AMORIM, Patrícia Mendonça da Silva. **Estratégias de tratamento de resíduos químicos gerados pela FCF/USP**. 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

ALMEIDA, Maria F. C. Boas práticas de laboratório. São Paulo: Difusão Editora, 2008.

DI VITTA, P. B. et al. **Manuseio de produtos químicos e descarte de seus resíduos**. In: HIRATA, M.H., HIRATA, R.D.C.; FILHO, J.M. (Ed(s)). Manual de Biossegurança. Barueri): Manole. p. 67- 106, 2012.

GONÇALVES, M. S, KUMMER, L., SEJAS, M. I., RAUEN, T. G., BRAVO, C. E. C. **Gerenciamento de resíduos sólidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Francisco Beltrão**. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, p. 79-84, 2010.

LAUDEANO, A. C. G., BOSCO, T. C. D., PRATES, K. V. M. C. **Proposta de Gerenciamento de Resíduos Químicos para Laboratórios de Instituições de Ensino Médio e Técnico**. In:

2o CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2011, Londrina. Anais. Londrina: IBEA, 2011.

MARIA, M. C. T. S. **Gerenciamento de Resíduos com Risco Biológico e Perfurocortantes: Conhecimento e sua Aplicação no Ciclo Básico e na Pesquisa no Instituto de Ciências Biológicas da UFMG.** Escola de Veterinária. 2009.

MARINHO, C.C, BOZELLI, R.L, ESTEVES, F.A. **Gerenciamento de Resíduos Químicos em um Laboratório de Ensino e Pesquisa: A Experiência do Laboratório de Limnologia da UFRJ.** Volume 36. São Paulo: Eclética Química, 2011. p. 2-16.

MEDINA A, A.F., et al. **Gerenciamento de resíduos de aulas práticas de Química.** Engenharia Ambiental. Espírito Santo do Pinhal, v.7, n.3, p.12-20, 2010.

ROCCA, A. C. C., LACOVONE, A. M. M. B.; BARROTTI, A. J. **Resíduos sólidos industriais.** São Paulo: CETESB, 1993.

SANTOS, J.C.S. (UECE), ALVES, J.A.B.L.R. (UECE), PAZ, M.S.O. (UECE), VASCONCELOS, N.M.S. (UECE). **Caracterização de resíduos químicos passivos laboratoriais da Universidade Estadual do Ceará.** Iniciação Científica, 2007.

SOUZA, C. L. **Gestão de resíduos químicos em instituições de ensino superior: estudo na Universidade Federal de Goiás.** 2018. 130 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública em Rede Nacional) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

UFU, **Manual de gerenciamento de resíduos químicos** 2014.

THIOLLENT, M. **Metodologia de pesquisa-ação na área de gestão de problemas ambientais.** Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde. Rio de Janeiro, v.1, 2007.

PHILIPPI, A. J.; PELICIONI, M. C. F. **Educação Ambiental e Sustentabilidade.** Coleção Ambiental. Núcleo de Informações em Saúde Ambiental da USP, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de Metodologia Científica.** São Paulo, Pioneira, 1997.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa.** 3. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.