

Aplicação de ferramentas de gestão da qualidade em Laboratório de Ensino em um Curso de Graduação em Química**Application of quality management tools in a Teaching Laboratory at a Chemistry Undergraduate Course**

DOI:10.34117/bjdv6n8-329

Recebimento dos originais: 08/07/2020

Aceitação para publicação: 18/08/2020

Gabriela de Almeida Menezes

Graduanda em Química

Universidade Estadual do Ceará

Centro de Ciências e Tecnologia, 60741-000, Campus do Itaperi, Fortaleza–CE, Brasil

E-mail: almeida.menezes@aluno.uece.br

Joice Farias do Nascimento

Graduanda em Química

Universidade Estadual do Ceará

Centro de Ciências e Tecnologia, 60741-000, Campus do Itaperi, Fortaleza–CE, Brasil

E-mail: joyycenascimento14@gmail.com

Jane Eire Silva Alencar de Menezes

Doutora em Química

Universidade Estadual do Ceará

Centro de Ciências e Tecnologia, 60741-000, Campus do Itaperi, Fortaleza–CE, Brasil

E-mail: jane.menezes@uece.br

Cleia Rocha de Sousa Feitosa

Doutora em Química

Universidade Estadual do Ceará

Centro de Ciências e Tecnologia, 60741-000, Campus do Itaperi, Fortaleza–CE, Brasil

E-mail: cleia.rocha@uece.br

Nágila Freitas Souza

Doutora em Engenharia Química

Universidade Estadual do Ceará

Centro de Ciências e Tecnologia, 60741-000, Campus do Itaperi, Fortaleza–CE, Brasil

E-mail: nagila.freitas@uece.br

Ana Carolina de Oliveira Nobre Batista

Doutora em Engenharia Civil/Saneamento Ambiental

Universidade Estadual do Ceará

Centro de Ciências e Tecnologia, 60741-000, Campus do Itaperi, Fortaleza–CE, Brasil

E-mail: carolina.batista@uece.br

RESUMO

As normas de gestão da qualidade em um laboratório de Química são ferramentas indispensáveis ao controle do uso de equipamentos além do gerenciamento adequado dos resíduos gerados. A preocupação com o descarte inadequado de reagentes químicos na natureza tem instigado estudos que visam tornar a Química uma ciência cada vez mais aliada ao meio ambiente. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo proporcionar melhorias aos usuários do laboratório de ensino em curso de graduação de Química através da implantação de FISPQ dos reagentes químicos, POPs de equipamentos e de instruções para gerenciamento correto dos resíduos químicos produzidos durante as aulas experimentais de Química geral, Orgânica, Analítica e Inorgânica. As FISPQ proporcionaram maior segurança em relação ao uso de reagentes de alto risco, assim como maior conhecimento em relação ao manuseio de soluções. Com o uso dos POPs, obteve-se sucesso em relação à diminuição dos erros operacionais. Além disso, o gerenciamento dos resíduos permitiu uma maior consciência ambiental pelos usuários, através da destinação correta dos resíduos descartados nas aulas experimentais.

Palavras-chave: Laboratório de Química, Gestão de Resíduos, Meio ambiente.

ABSTRACT

The quality management standards in a Chemistry laboratory are indispensable tools to control the use of equipment besides the adequate management of the waste generated. Concern over the inadequate disposal of chemical reagents in nature instigated studies aimed at making chemistry a science increasingly allied to the environment. In this sense, the present work aimed to provide improvements to the users of chemistry undergraduate teaching laboratory through the implementation of MSDS of chemical reagents, SOP equipment and instructions for the correct management of the chemical residues produced during the experimental classes of Organic Chemistry, Analytical and Inorganic. MSDS provide greater safety in relation to the use of high-risk reagents as well as greater knowledge of handling solutions. With the use of SOP, success has been achieved in reducing operational errors. Moreover, the waste management allowed a greater environmental awareness of the users, through the correct destination of waste discarded in the experimental classes.

Keywords: Chemistry Laboratory, Waste Management, Environment.

1 INTRODUÇÃO

A aplicação prática dos conteúdos ministrados em sala de aula de instituições superiores converge à formação de profissionais cada vez mais inseridos em um contexto crítico-social, com vertentes socioambientais latentes. Assim, noções de química verde devem ser coerentes com a gestão da qualidade em laboratórios de ensino superior, bem como com a inserção de boas práticas laboratoriais voltadas a mecanismos de sustentabilidade ambiental.¹

A sustentabilidade socioambiental se concretiza na medida em que a sociedade, de maneira justa, equitativa e solidária, tem êxito em conservar o estoque de capital natural ou compensá-lo por meio do auxílio do capital científico e tecnológico, reduzindo assim a sua depleção, no presente e no futuro.²

Os laboratórios públicos universitários, por não se enquadrarem no escopo de empresas privadas, encontram-se aquém do Sistema de Gestão da Qualidade, conformação que se tornou destaque para órgãos como Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). O âmbito desse panorama pode ser alterado com a inclusão de inserção crítica dos conceitos químicos estudados, que, por sua vez, irão se correlacionar em melhorias nas perspectivas de gestão laboratorial e padronização de manuseio de equipamentos e reagentes e, conseqüentemente, redução de riscos e erros analíticos (Figura 1).

Figura 1. Esquema ilustrativo das correlações das ferramentas de gestão laboratorial



Para o profissional de Química, as noções de padrões de qualidade devem estar associadas à construção de documentos próprios do laboratório e gerenciamento dos resíduos. Como parte do Sistema de Gestão de Qualidade, o gerenciamento correto dos resíduos gerados nas práticas no laboratório de ensino compreende uma ferramenta essencial para melhorias dessas instituições educacionais.³

Os fundamentos essenciais para um programa de gestão de qualidade envolvem: amostras de qualidade, procedimentos operacionais padrão (POPs), garantia de qualidade técnica dos colaboradores, manutenção dos controles de qualidade, monitoramento, normas de segurança de laboratório, dentre outros.⁴ Os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) buscam fazer com que um processo, independentemente da área, possa ser realizado sempre de uma mesma forma, permitindo a verificação e execução de cada uma de suas etapas.

Muitos discentes de graduação em Química limitam o conhecimento na funcionalidade das vidrarias laboratoriais, não estendendo à ciência de periculosidade dos reagentes, formas de prevenção de uso com Equipamentos Individuais de Proteção (EPIs) e discriminação correta dos resíduos utilizados em aulas experimentais. Limitações dessa natureza convergem na formação de

profissionais desqualificados ao mercado de trabalho e dificuldades de execução de estágios em empresas padronizadas.⁵

A divulgação dessas informações pode ocorrer por intermédio de Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ). As FISPQ são documentos que organizam as informações relevantes sobre os riscos dos produtos para os seres humanos, seres vivos e para o ambiente, proporcionando aos graduandos o conhecimento real dos riscos químicos, físicos e biológicos que certos reagentes oferecem à sua vida, quando em manuseio. Da mesma forma, os procedimentos de manipulação dos produtos e de descarte de resíduos recomendam formas de minimizar eventuais efeitos prejudiciais sobre a saúde e o ambiente, bem como as ações em caso de acidentes.⁶

Assim, o trabalho visa proporcionar melhorias aos usuários dos Laboratórios de Ensino em Curso de Graduação em Química através da implantação de FISPQ, POPs de fácil acesso e instruções para gerenciamento correto dos resíduos químicos produzidos nas aulas experimentais.

2 METODOLOGIA

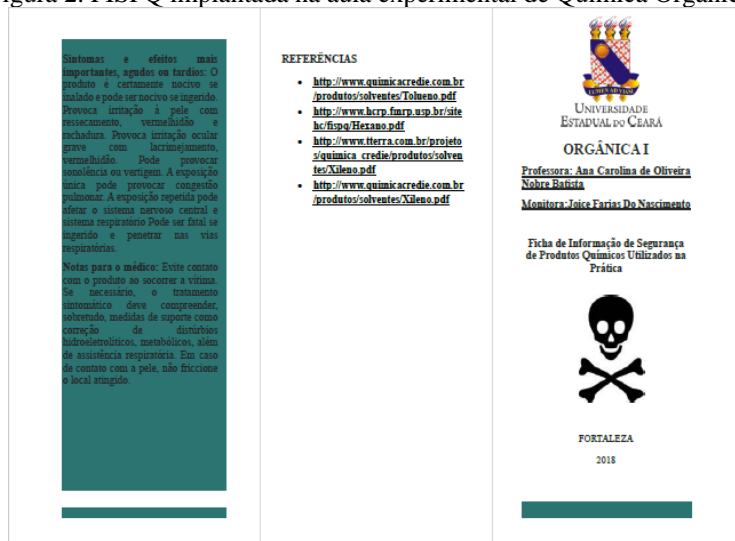
2.1 LOCAL DE ESTUDO

As ferramentas de gestão da qualidade foram aplicadas no Laboratório de Ensino do Curso de Graduação em Química, no campus Itaperi da Universidade Estadual do Ceará (UECE), localizada em Fortaleza, Ceará, Brasil. A pesquisa, realizada entre julho a outubro de 2018, teve caráter qualitativo e quantitativo, cujo público alvo foram os alunos do Curso de Química, os monitores das disciplinas de Química Geral, Química Analítica, Química Orgânica e Química Inorgânica, assim como os usuários do Laboratório de Ensino – provenientes do Curso de Química, de outros cursos e de outras instituições.

2.2 IMPLANTAÇÃO DAS FISPQ EM AULAS EXPERIMENTAIS

As FISPQ foram confeccionadas (Figura 2) segundo as normas da ABNT (2005)⁷, a partir de cada reagente utilizado nas práticas da disciplina de Química Orgânica I, contendo informações sobre vários aspectos do produto: composição, aspectos de proteção, segurança, saúde e meio ambiente, e também sobre ações de emergência a serem adotadas em caso de acidente. As normas seguidas para elaboração das FISPQ estão listadas no Quadro 1.

Figura 2. FISPQ implantada na aula experimental de Química Orgânica I



Quadro 1. Fluxograma das principais normas a serem seguidas na elaboração da FISPQ

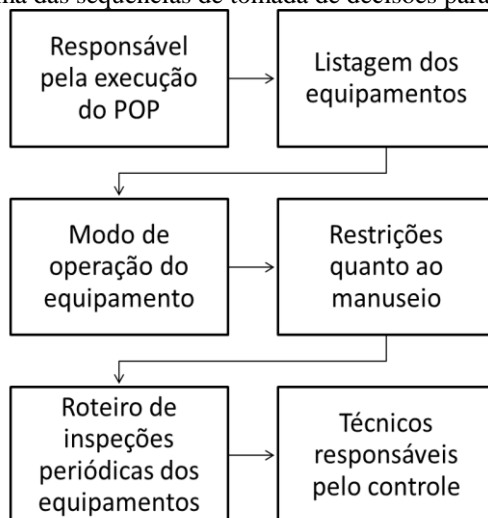
<p>Uma FISPQ segundo a ABNT (2005) deve fornecer as seguintes informações sobre o produto químico:</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Identificação do produto e da empresa; • Identificação de perigos; • Composição e informações sobre os ingredientes; • Medidas de primeiros-socorros; • Medidas de combate a incêndio; • Medidas de controle para derramamento ou vazamento; • Manuseio e armazenamento; • Controle de exposição e proteção individual; • Propriedades físicas e químicas; • Estabilidade e reatividade; • Informações toxicológicas; • Informações ecológicas; • Considerações sobre tratamento e disposição; • Informações sobre transporte; • Regulamentações;

2.3 IMPLANTAÇÃO DOS POPS NO LABORATÓRIO DE ENSINO EM QUÍMICA

Os POPS foram elaborados e, em seguida, disponíveis ao fácil acesso no laboratório, descrevendo de maneira clara e detalhada como o monitor e/ou aluno devem utilizá-los, a fim de evitar maus usos e aumentar a vida útil de cada equipamento. A sequência de tomada de decisões para elaboração dos POPS está descrita na Figura 3. Foram elaborados POPS dos equipamentos que são utilizados com uma maior frequência no laboratório: capela, estufa, centrífuga e balança analítica. Em seguida, foi realizado um treinamento com os monitores de cada disciplina e do

próprio laboratório para apresentação dos documentos e controle do uso. Antes e após a inserção desses documentos, dez monitores responderam a questionários sobre a aceitação do uso dos POPs (vide material suplementar).

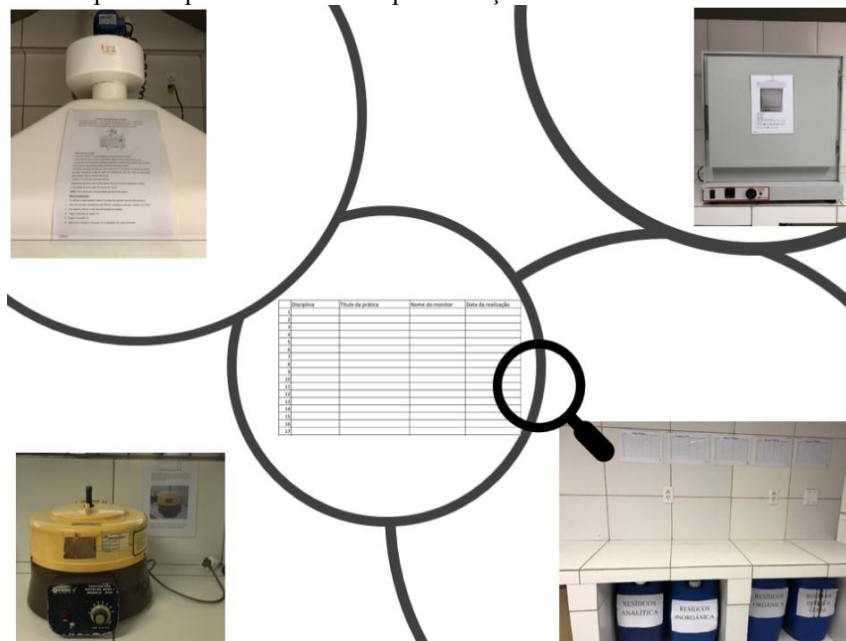
Figura 3. Fluxograma das sequências de tomada de decisões para elaboração dos POPs



2.4 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS

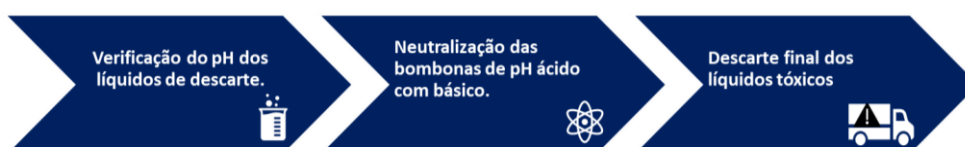
O gerenciamento dos resíduos foi realizado a partir da separação dos líquidos de descarte eliminados por cada disciplina do curso. Para isso, os rejeitos foram dispostos em bombonas de 60 L cada, identificadas previamente e disponibilizadas aos usuários do laboratório. A fim de realizar o controle devido das espécies químicas presentes nos frascos, foram confeccionadas e inseridas fichas contendo as especificidades de cada aula prática realizada no laboratório (Figura 4). A apresentação das fichas aos monitores foi feita no momento do treinamento, em que houve inserção desses alunos, como uma visão colaborativa e autônoma no contexto acadêmico.

Figura 4. Esquema representativo das implementações dos POP's e descarte dos resíduos



Além disso, essa medida teve justificativa no pré-tratamento dos líquidos de descarte, tais como: aferição do pH com posterior neutralização dos resíduos entre si e determinação quantitativa e qualitativa dos líquidos ejetados através do acesso aos roteiros das aulas práticas (Figura 5). Posteriormente, após completo acúmulo dos recipientes, o descarte final será realizado por empresas responsáveis, que atuam neste ramo na cidade de Fortaleza-CE.

Figura 5. Etapas de pós-tratamento dos líquidos descartados pelas bombonas



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 IMPLANTAÇÃO DA FISPQ EM AULAS EXPERIMENTAIS

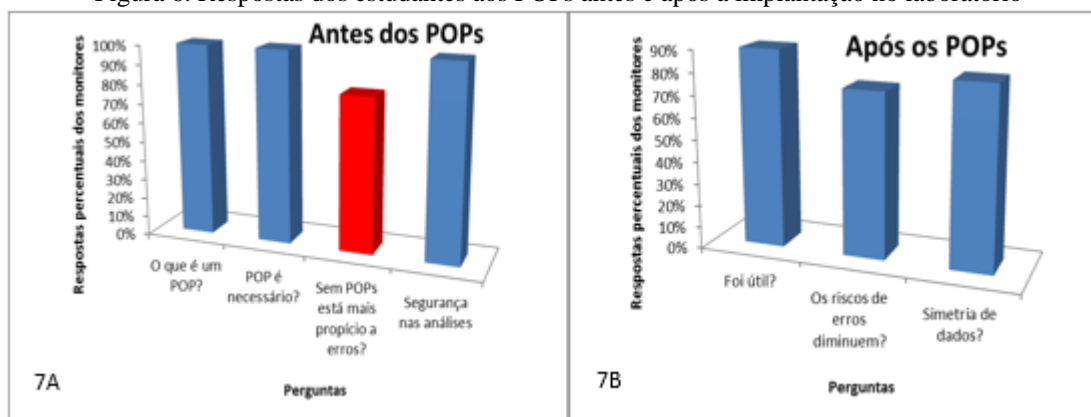
Foi observado que a implantação das FISPQ propiciou maior segurança em relação ao uso de reagentes de alto risco, assim como maior conhecimento em relação às soluções de manuseio. De forma geral, essa ferramenta viabilizou melhorias ao sistema de ensino, através do enriquecimento de informações acerca dos materiais de uso nas aulas experimentais. Os graduandos apresentaram boa aceitação ao uso das fichas, demonstrando curiosidade quanto às considerações abordadas e entendimento amplo. Esse resultado corrobora com os expressos por Gonçalves et al.⁸, evidenciando uma perspectiva epistemológica atual, em consonância com a aplicação dos saberes

científicos de divulgação dos solventes aplicados nas práticas, conferindo novas equalizações no Ensino de Química universitário.

3.2 IMPLANTAÇÃO DOS POPS NO LABORATÓRIO DE ENSINO EM QUÍMICA

Aplicação de POPS em diversas áreas comprovam sua eficiência e necessidade.⁹ A Figura 6A ilustra as respostas correspondentes ao questionário prévio de sondagem a respeito de como os monitores receberiam a inserção da nova ferramenta. Em azul, os monitores mostraram que aprovariam completamente a implantação dos POPS, enquanto que em vermelho, demonstraram que um laboratório sem o uso dos POPS não necessariamente está sujeito a erros analíticos. Também foi verificada como foi a aceitação desses documentos por parte dos estudantes, após um mês de uso (Figura 6B).

Figura 6. Respostas dos estudantes aos POPS antes e após a implantação no laboratório



Conforme Clemente et al.¹⁰, a implantação e consequente aceitação dos POPS pelos usuários em um laboratório são essenciais ao desenvolvimento cognitivo dos graduandos, bem como a sua formação acadêmica, por evidenciar previamente riscos corporais, analíticos e ambientais.

Em geral, monitores e demais usuários do Laboratório de Ensino responderam à implantação dos POPS positivamente (Figura 7) devido à maior facilidade de acesso ao correto procedimento de uso dos equipamentos. Com tal facilidade de informação, houve sucesso em relação à diminuição dos erros analíticos por problemas operacionais. O treinamento foi indispensável para divulgação da apresentação dos documentos elaborados, bem como demonstração de uso. Além disso, a linguagem utilizada foi simples e objetiva, a fim de proporcionar melhor entendimento ao leitor. A maior dificuldade encontrada na elaboração dos POPS foi desenvolver um modelo prático e de fácil entendimento, pois é de suma importância que todos os procedimentos de rotina executados em um

laboratório sejam descritos de forma clara e objetiva, evitando detalhes em excesso que dificultem a interpretação.¹¹

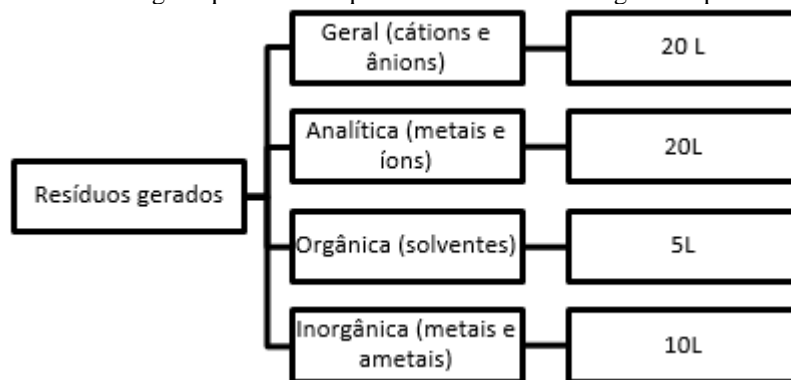
Figura 7. Opinião dos usuários do laboratório quanto à implantação dos POPs



3.3 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS QUÍMICOS

A destinação adequada dos líquidos de descarte das aulas práticas foi essencial à promoção da consciência ambiental dos usuários do laboratório de ensino, proporcionando a padronização do sistema de qualidade nessa instituição. Os resíduos foram divididos por disciplina, observando-se que a maioria das soluções estava predominante no descarte da disciplina de Química Geral. Outra disciplina com elevado volume de rejeitos foi Analítica, compreendendo derivados de amônia, bário, chumbo, mercúrio, manganês, ácido sulfúrico e acetato de sódio. Em seguida, Química Orgânica demonstra ter diversas soluções perigosas, especialmente por conter solventes orgânicos que apresentam riscos químicos, físicos e ambientais. Posteriormente, Inorgânica apresentou variações entre alguns ametais e metais na tabela, como manganês, por exemplo. A Figura 8 ilustra os principais tipos de resíduos gerados por disciplina, bem como a quantidade média produzida por cada atividade prática, em um período de um mês.

Figura 8. Fluxograma com abordagem qualitativa e quantitativa dos resíduos gerados por disciplina durante um mês



Conforme o que foi descrito por Flach et al.¹², o desenvolvimento de metodologias alternativas para a disposição final dos resíduos químicos deve ser exploratório por contextualizar novas formas de reciclagem, reutilização e geração de novos compostos aptos ao viés da Química Verde.

Aspectos de gerenciamento dos resíduos químicos devem ser apresentados de forma clara aos estudantes, de maneira a prepará-los para as atividades experimentais e, ao mesmo tempo, sensibilizá-los para que adotem uma postura responsável quando se trabalha com produtos químicos.¹³

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a implantação das FISPQ, foi possível propiciar aos alunos o conhecimento do manuseio correto dos reagentes, ressaltando suas propriedades físico-químicas, os riscos, a saúde e as informações adicionais como procedimentos que devem ser feitos em caso de acidentes. Além disso, as fichas proporcionam ao futuro profissional proteções para o trabalho manual com o produto.

A implantação dos POPs representou sucesso aos usuários do laboratório de ensino, pela diminuição dos erros analíticos e, assim, redução dos custos com manutenção dos equipamentos. A padronização dos procedimentos gerou maior facilidade para se trabalhar com os equipamentos informando de forma simples e clara como manuseá-lo, ocasionando em um sistema de ensino com padronização de gestão de qualidade pública, nas universidades. Essa ferramenta também envolveu não somente os monitores do laboratório, mas os graduandos do curso de química, os quais certamente tiveram aprofundamento no conhecimento experimental de boas práticas laboratoriais na extensão do ensino.

O gerenciamento dos resíduos compreendeu outra técnica viável para destinação correta dos rejeitos liberados diariamente pelas aulas experimentais, sendo essenciais para o conhecimento dos tipos de solventes descartados por cada disciplina.

Além da visão técnica, é importante ressaltar o enquadramento dos graduandos em Química em abordagens pedagógicas, como a evidência de um caráter crítico-social das práticas laboratoriais, seguida da inserção participativa e corporativa dos educandos, o que confere o pleno desenvolvimento acadêmico e profissional desses jovens.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual do Ceará (UECE) pela infraestrutura ofertada e pela concessão da bolsa de monitoria (PROMAC/UECE).

REFERÊNCIAS

- 1 Souza, J. I. R.; Leite, B. S. Utilização das Séries de TV no Ensino de Química. *Revista Virtual de Química* 2018, 10, 749. [CrossRef]
- 2 Zandonai et al., 2014. Química Verde e formação de profissionais do campo da Química: relato de uma experiência didática para além do laboratório de ensino. *Revista Virtual de Química* 2014, 6, 73. [CrossRef]
- 3 Amaral, S. T.; Machado, P. F.; Peralba, M. D. C. R.; Camara, M. R.; Santos, T. D.; Berleze, A. L.; Brasil, J. L. Reporting an experience: recovering and recording residues of teaching laboratories of Chemical Institute of the Federal University of Rio Grande do Sul. *Química Nova* 2001, 3, 419. [CrossRef]
- 4 Martelli, A. Gestão da qualidade em laboratórios de análises clínicas. *Científica Ciências biológicas e da saúde* 2011, 13, 363. [Link]
- 5 Jardim, W. F. Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratório de Ensino e Pesquisa. *Química Nova* 1998, 21, 671. [CrossRef]
- 6 Zheng, Y.; Yanful, E. K.; Bassi, A. S. A. Review of Plastic Waste Biodegradation. *Critical Reviews in Biotechnology* 2005, 25, 243. [CrossRef]
- 7 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Fichas de informações de segurança de produtos químicos. 2005. Disponível em: < https://ww2.icb.usp.br/icb/wp-content/uploads/seguranca_quimica/Parte4_NBR_14725-4-2009.pdf >. Acesso em 23 outubro 2018.
- 8 Gonçalves, F. P.; Marques, C. A. Pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* 2012, 12, 181. [Link]
- 9 Barbosa, C. M. A importância dos procedimentos operacionais padrão (POPs) para os centros de pesquisa clínica. *Revista da Associação Médica Brasileira* 2011, 57, 134. [CrossRef]
- 10 Clemente, D. C. S.; Oliveira, A. A.; Leite, J. J. G. Elaboração e implantação dos mapas de riscos ambientais dos laboratórios dos cursos de saúde da Fametro. *Revista Diálogos Acadêmicos* 2017, 6, 29. [Link]
- 11 Pineze, E.C; Consoni, R.C; Marques L.C. Procedimentos Operacionais de uma indústria farmacêutica: proposta de critérios de elaboração. [CrossRef]
- 12 Flach, M. V.; Seibt, E.; Schneider, E. L.; de Lima, V.; Soldi, V.; Robinson, L. C.; Bianchin, L.; Jahno, V. D. Reciclagem de resíduos da indústria calçadista e avaliação da degradação em solo. *Revista Virtual de Química* 2017, 9, 2178. [Link]
- 13 Da Silva, A. F.; Soares, T. R. S.; Afonso, J. C. Gestão de resíduos de laboratório: uma abordagem para o ensino médio. *Química Nova na escola* 2010, 32, 37. [Link]

Material Suplementar**Questionário antes do uso dos POPs**

1. **Você sabe o que é um pop? E para que ele serve?**
 - a. Sim.
 - b. Não.
 - c. Já ouvi algo a respeito.
 - d. Nunca ouvi nada a respeito.
2. **O Procedimento Operacional Padrão (POP) é um documento organizacional que traduz o planejamento do trabalho a ser executado. É uma descrição detalhada de todas as medidas necessárias para a realização de uma tarefa. Agora que você já tem a definição do que seria um pop, você concorda que é necessário um procedimento padrão para o uso dos equipamentos?**
 - a. Discordo totalmente
 - b. Discordo parcialmente
 - c. Concordo parcialmente
 - d. Concordo totalmente
3. **Você concorda que um laboratório que não possui pops para os equipamentos está mais propício a erros analíticos?**
 - a. Discordo totalmente
 - b. Discordo parcialmente
 - c. Concordo parcialmente
 - d. Concordo totalmente
4. **Você se sentiria mais seguro em suas análises se pudesse ter acesso a um procedimento operacional padrão?**
 - a. Sim.
 - b. Não.

Questionário após o uso dos POPs

1. **Você concorda que o fornecimento dos pops para o laboratório foi útil?**
 - a) Discordo totalmente
 - b) Discordo parcialmente
 - c) Concordo parcialmente
 - d) Concordo totalmente
2. **Você concorda que com a utilização dos pops, os riscos de erros das análises diminuem, pois o uso do equipamento se torna consciente?**
 - a) Discordo totalmente
 - b) Discordo parcialmente
 - c) Concordo parcialmente
 - d) Concordo totalmente
3. **Você concorda que os pops fazem com que as análises tenham uma simetria dos resultados a fim de reduzir os erros e ampliar a margem de sucesso em uma análise?**

- a) Discordo totalmente
- b) Discordo parcialmente
- c) Concordo parcialmente
- d) Concordo totalmente

4. Dê sua opinião em relação ao uso dos pops:

- a. Satisfatória
- b. Insatisfatória
- c. Pouco satisfatória
- d. Muito satisfatória