

Uma análise crítica dos Laboratórios Didáticos Móveis no Mato Grosso do Sul à luz de pressupostos da literatura sobre Gestão de Resíduos, Rejeitos e Segurança em Atividades Experimentais de Química

A critical analysis of Mobile Teaching Laboratories in Mato Grosso do Sul in light of assumptions in the literature on Waste, Tailings and Safety in Chemical Experimental Activities

Alison de Oliveira Sanabria

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
alissonsanabria@hotmail.com

Maysa Henrique Braguini

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
maysabraguini@hotmail.com

Antonio Rogério Fiorucci

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
arfiorucci@uems.br

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise crítica dos Laboratórios Didáticos Móveis – LDM, adquiridos para as escolas públicas no Estado de Mato Grosso do Sul, no que diz respeito à destinação de resíduos e rejeitos e à segurança dos estudantes durante as atividades experimentais. Apesar de considerarmos a importância da experimentação no Ensino de Ciências e que tais laboratórios possam contribuir efetivamente para a realização de atividades experimentais, realizamos uma análise documental voltada à não preocupação com o meio ambiente no que diz respeito ao descarte dos materiais resultantes de atividades e à segurança com uso desses LDM. A análise documental considerou os seguintes documentos: Manual de Atividades Práticas, Mapa de Localização dos Materiais e Reagentes e fotos do LDM. Esta pesquisa qualitativa utilizou o método de Análise de Conteúdo de Laurence Bardin, sendo criadas duas categorias *a priori* e outras duas *a posteriori*. A partir da análise documental confrontada com a realidade das escolas, consideramos a urgente necessidade de substituição de reagentes tóxicos por aqueles que não são nocivos ao meio ambiente ou que o agrida minimamente, enquanto a coleta de tais resíduos por empresas qualificadas não seja a realidade das escolas equipadas com o LDM. No que se refere à segurança de professores e de estudantes, discute-se a ventilação inadequada das salas de aulas e de laboratórios e ainda, a falta de capela

para execução de atividades experimentais com o LDM que resultam na liberação de gases tóxicos.

Palavras chave: Experimentos didáticos, Laboratório Didático Móvel, Meio Ambiente, Química Verde.

Abstract

This paper presents a critical analysis of Mobile Didactic Laboratories – LDM, acquired for public schools in the State of Mato Grosso do Sul, with regard to the disposal of waste and rejects and student safety during experimental activities. Although we consider the importance of experimentation in Science Teaching and that such laboratories can effectively contribute to carrying out experimental activities, we carried out a documental analysis focused on not worrying about the environment with regard to the disposal of materials resulting from activities and the security with the use of these LDM. The documental analysis considered the following documents: Manual of Practical Activities, Location Map of Materials and Reagents and photos of the LDM. This qualitative research used Laurence Bardin's Content Analysis method, creating two categories a priori and two a posteriori. From the documentary analysis confronted with the reality of schools, we consider the urgent need to replace toxic reagents with those that are not harmful to the environment or that harm it minimally, while the collection of such waste by qualified companies is not the reality of schools equipped with the LDM. With regard to the safety of professors and students, inadequate ventilation of classrooms and laboratories is discussed, as well as the lack of a chapel for carrying out experimental activities with LDM that result in the release of toxic gases.

Key words: Didatic experiments, Mobile Didactic Laboratory, Environment, Green Chemistry.

Introdução

A experimentação no ensino de Química é de extrema importância para o processo de ensino e aprendizagem. Considera-se uma metodologia ativa, pois através de atividades experimentais os estudantes tornam-se protagonistas no processo de aprendizagem, através de práticas que instiguem a investigação e a resolução de problemas (Bacich & Moran, 2018).

Nesse sentido, é importante que as instituições de ensino ofereçam possibilidades para que os docentes incluam atividades experimentais no ensino de Química, pois grande parte das escolas públicas não possuem laboratório de ciências e quando possuem, não são equipados ou não possuem os materiais como reagentes, instrumentos e/ou equipamentos necessários para o desenvolvimento de uma atividade experimental eficaz e segura. De acordo com o Ministério da Educação – MEC, no ano de 2018 apenas 44,1% das escolas possuíam laboratório de Ciências (BRASIL, 2019)

Embora a experimentação para o ensino de ciências de forma geral é imprescindível também é indispensável a destinação correta de resíduos e rejeitos oriundos de atividades experimentais. Para Machado e Mol (2008) “dentre diferentes materiais e substâncias manuseados em aulas de Química, encontram-se aqueles classificados como perigosos por apresentar características de

inflamabilidade, corrosividade, reatividade ou toxicidade”.

Na tentativa de reverter tal situação – apenas a da falta de laboratórios nas escolas, o Estado de Mato Grosso do Sul realizou, no ano de 2020, a aquisição de Laboratório Didático Móvel – LDM, para atender as escolas públicas estaduais de ensino. De acordo com a Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul – SED/MS, “a mobilidade no ambiente escolar favorece a melhor utilização dos equipamentos e a maior interação pelos professores e estudantes no processo de ensino e aprendizagem” (MATO GROSSO DO SUL, 2020).

Em site oficial, a fabricante do LDM ressalta que a sua mobilidade e autonomia permitem que o professor o utilize em sala de aula ou ainda, retire apenas os materiais e reagentes necessários para atividade experimental, podendo assim, ser utilizados em espaços não formais como pátios, jardins e quadras esportivas (AUTOLABOR, s/d).

As Escolas Estaduais, agora equipadas com laboratórios, podem instigar seus professores a realização de atividades que levam à produção de resíduos e rejeitos químicos. Portanto pode-se aumentar a demanda por uma destinação correta de tais resíduos e rejeitos, para evitar acidentes, impactos ambientais e problemas sanitários.

Embora os resíduos e rejeitos gerados em escola de ensino médio sejam pequenos se comparados a uma indústria, tais resíduos por vezes são tóxicos. Vale ressaltar que existem vários laboratórios deste tipo espalhados pelas escolas do Estado, sendo que se o montante de resíduos gerados não tiver destinação correta, pode incorrer na contaminação do solo, de recursos naturais e até danos para a saúde humana.

O descarte incorreto destes materiais fere os preceitos da Química Verde (QV) que é definida segundo a União Internacional de Química Pura e Aplicada “como a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias tóxicas” (SOUZA; SILVA; COSTA, 2020).

Nesta perspectiva é necessária a implantação da QV nos currículos do Ensino Médio e Superior. Para isto, Eilks e Rauch (2012) sugeriram três modelos para tal articulação. Destaca-se o Modelo 1 que recomenda a abordagem dos Princípios de QV aplicados à experimentação, porém, a efetivação deste modelo só é possível se os estudantes reconhecerem e relacionarem as alterações realizadas nos processos experimentais e sua relevância para o meio ambiente.

Pretende-se através deste trabalho, realizar uma análise crítica no que diz respeito ao LDM, baseados nos Princípios de Química Verde e pressupostos sobre Segurança e geração de Resíduos e Rejeitos em aulas experimentais, por meio da apreciação dos documentos, manuais e fotos disponibilizados pelo fabricante ou registradas pelos pesquisadores. Alguns questionamentos são pertinentes, como: Como será feita a destinação de Resíduos e Rejeitos das atividades práticas? Existe empresa que fará coleta de tais materiais? O LDM oferece equipamentos e dispositivos de segurança suficientes e eficazes para garantir a segurança de professores e dos alunos?

No intento, considerando o ensino de Química por meio de atividades experimentais, este trabalho tem como justificativa a urgente necessidade do descarte consciente e responsável de resíduos dentro das Instituições de Ensino, evitando descartes em pias ou lixo comum, ou até mesmo a acumulação destes resíduos à espera de tratamento ou destinação correta, bem como a garantia de segurança em atividades experimentais.

Objetiva-se com esta pesquisa, analisar os documentos/manuais que integram o LDM, identificando a presença, ou não, de orientações acerca do descarte dos rejeitos e reutilização

dos rejeitos produzidos em potencial nas atividades experimentais bem como sobre a segurança dos estudantes e professores quando se utilizem do LDM.

Resíduos e Rejeitos de aulas experimentais

Após a execução de atividades experimentais, é necessário que os resíduos sejam recuperados para reutilização e os rejeitos descartados de forma adequada.

São convenientes a compreensão e a distinção entre os termos resíduos e rejeitos. Para Figuerêdo (2006), tanto os resíduos quanto os rejeitos “são materiais remanescentes de alguma apropriação, processo ou atividade desenvolvida”.

A diferença entre eles é que o resíduo possui um potencial de uso com ou sem tratamento. Já o rejeito não apresenta possibilidade técnica ou econômica de uso, devendo ser tratado para descarte final (AMARAL et al., 2001).

Uma aula experimental de Química, por gerar produtos perigosos, é uma atividade potencialmente poluidora, assim, cabe ao professor buscar formas de minimizar a quantidade dos resíduos gerados nas aulas experimentais, bem como planejar a recuperação ou o descarte deles, dando preferências por resíduos que podem ser utilizados em outra atividade experimental. Caso não seja possível o reuso, deve-se atentar à forma correta do descarte, obedecendo as legislações vigentes.

Ao reaproveitar e/ou destinar de forma correta resíduos e rejeitos, o professor pode trabalhar a Educação Ambiental através da teoria dos 4Rs da sustentabilidade (Reduzir, Reusar, Reciclar e Recusar). A aplicação dos 4Rs pode ser incorporada na prática docente, como mostrado na Figura 1.

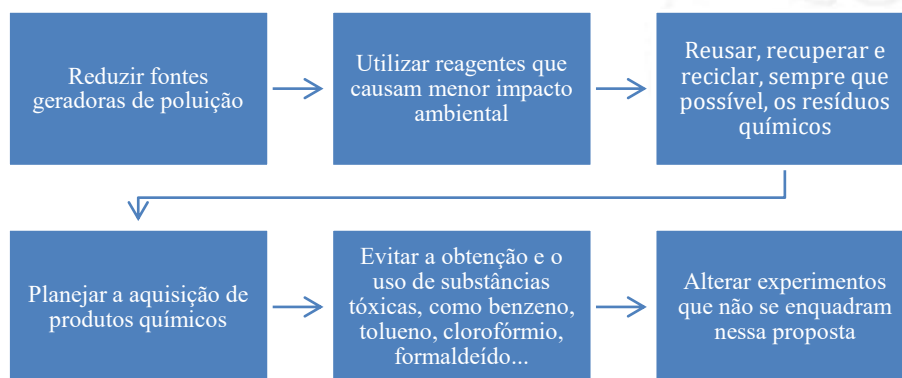


Figura 1. Fluxograma de aplicação dos 4Rs. Fonte: Adaptada de Machado e Mol (2008).

É necessário que o docente neste momento de conscientização quanto ao uso de reagentes, também conscientize os estudantes a reciclarem os resíduos residenciais.

Nesse sentido, Baird e Cann (2011, p. 745) afirmam que a aplicação dos 4 Rs são fundamentais para a Educação Ambiental, sendo que tais princípios podem ser utilizados para todos os tipos de resíduos, até mesmo os perigosos, sendo o mais comum, a reciclagem.

A adequada disposição final de rejeitos perigosos pode ser feita por meio de incineração, co-processamento ou envio a aterros industriais; entretanto, isso geralmente tem custo elevado.

Dessa forma, o docente precisa programar e optar por atividades que utilizem materiais que possam ser reutilizados ou reciclados.

Segurança nas aulas experimentais

A experimentação é importante pois facilita o aprendizado de conceitos científicos, porém muitas vezes não possuímos recursos e espaço adequado, mas apenas a garantia de um espaço não garante a realização de atividades experimentais. Os experimentos não devem limitar-se apenas a comprovar a teoria, deve possuir o caráter investigativo, fazendo com que os alunos busquem a compreensão dos conceitos trabalhados na disciplina (MACHADO e MÓL, 2007).

Além da preocupação com a geração de resíduos e rejeitos, o uso de laboratórios escolares deve ser feito com cuidado, pois diversos aspectos precisam ser considerados, tais como: espaços inadequados, grande quantidade de alunos por sala, agitação dos alunos quando entram em contato com novos espaços, presença apenas do professor para controlar a sala, preocupando-se com a condução da aula e os cuidados com os alunos, falta de ventilação adequada e de alguns itens básicos de segurança (MACHADO e MÓL, 2007).

Antes do primeiro contato com o laboratório, devem ser trabalhadas com os alunos as normas básicas de segurança de laboratório para evitar ou minimizar os acidentes em aula. Porém, o conhecimento não garante a falta de acidentes, pois precisa-se que os alunos respeitem as normas explicadas pelo professor.

De acordo com Coscione et al. (2018) em relação à segurança de laboratório, alguns cuidados são essenciais para a segurança de laboratório químico, tais como:

1. Use sempre óculos de segurança e avental, de preferência de algodão, longo e de mangas longas.
2. Não use saias, bermudas ou calçados abertos. Pessoas que tenham cabelos longos devem mantê-los presos enquanto estiverem no laboratório.
3. Não trabalhe sozinho, principalmente fora do horário de expediente.
4. Não fume, coma ou beba nos laboratórios. Lave bem as mãos ao deixar o recinto.
5. Ao ser designado para trabalhar em um determinado laboratório, é imprescindível o conhecimento da localização dos acessórios de segurança.
6. Antes de usar reagentes que não conheça, consulte a bibliografia adequada e informe-se sobre como manuseá-los e descartá-los.
7. Não retorne reagentes aos frascos originais, mesmo que não tenham sido usados. Evite circular com eles pelo laboratório.
8. Não use nenhum equipamento em que não tenha sido treinado ou autorizado a utilizar.
9. Certifique-se da tensão de trabalho da aparelhagem antes de conectá-la à rede elétrica.
10. Quando não estiverem em uso, os aparelhos devem permanecer desconectados. Use sempre luvas de isolamento térmico ao manipular material quente.
11. Nunca pipete líquidos com a boca. Neste caso, use bulbos de borracha ou trompas de vácuo.

Metodologia

Por meio da análise documental, objetiva-se revelar como o LDM pode ser utilizado na prática docente, identificando seus benefícios para a experimentação e também suas falhas.

Para Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009) a análise documental é “[...] um procedimento que se utiliza de métodos e técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos dos mais variados tipos”. Nesse sentido, a análise documental pode ser realizada a partir de diversas fontes, de diversos documentos que não se limita a textos escritos, mas também fotos, vídeos, jornais, dentre outros.

A análise documental no entendimento de Godoy (1995), além de ser um método de pesquisa com atributos específicos e com objetivos de investigação singulares, pode ainda ser utilizada como técnica complementar, legitimando os dados obtidos por intermédio de outros métodos, como a observação.

Destaca-se, também, a pesquisa qualitativa como percurso metodológico, pois ela é entendida como um instrumento que possibilita a compreensão de forma detalhada, imerso nos fatos que serão estudados. A pesquisa qualitativa para Minayo (2009) “[...] trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes”.

Entende-se que uma pesquisa na qual sua fonte de dados é a análise de documentos é necessário escolher os documentos a serem estudados e posterior análise.

Cechinel et al. (2016), a despeito da Análise Documental argumentam:

[...] inicia-se pela avaliação preliminar de cada documento, realizando o exame e a crítica do mesmo, sob o olhar, dos seguintes elementos: contexto, autores, interesses, confiabilidade, natureza do texto e conceitos-chave. Os elementos de análise podem variar conforme as necessidades do pesquisador. Após a análise de cada documento, segue-se a análise documental propriamente dita [...] (CECHINEL et al., 2016, p. 4).

Os documentos disponíveis para consulta ao público, referente ao LDM, são: Manual de Atividades Práticas e Mapa de Localização de Materiais e Reagentes, além de fotos registradas pelos pesquisadores de partes do LDM.

Esta pesquisa busca analisar as informações/orientações presentes nos manuais do LDM a respeito do descarte de resíduos e segurança laboratorial, bem como analisar o próprio laboratório físico.

A construção dos dados e instrumentos de coleta serão feitas através da análise de conteúdo descrita na sequência presente na Figura 2.

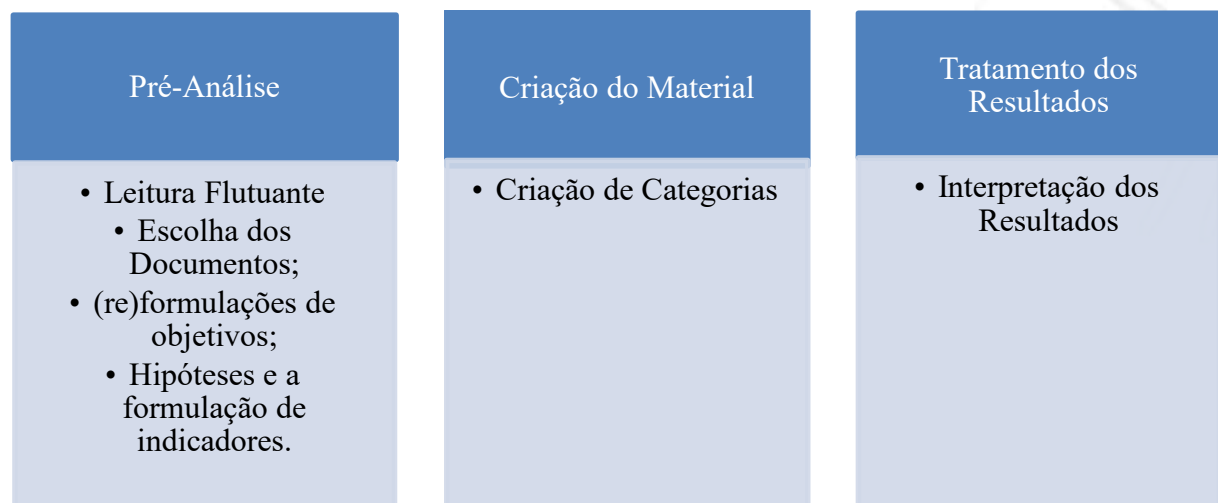


Figura 2. Etapas da Pesquisa. Fonte: Bardin (2011)

A pré-análise é considerada a primeira etapa da organização. É através dela que é possível organizar o material útil à pesquisa, seguindo quatro etapas conforme descritas na Figura 2, que darão subsídio à preparação do material por completo (BARDIN, 2004).

A leitura flutuante para Bardin (2011) é o contato inicial com os documentos que serão analisados. Iniciou-se esta etapa escolhendo os materiais que sustentarão a pesquisa, que foram: o Manual de Atividades Práticas e o próprio laboratório físico. Em sequência, foi realizada a exploração do material que diz respeito ao momento em que se realiza a categorização ou codificação na pesquisa.

Ainda na etapa de pré-análise conforme Oliveira (2008) procedeu-se à formulação e reformulação de hipóteses, retomando a etapa de exploração dos materiais, através de leitura intensa do Manual de Atividades Práticas, que reforçaram os questionamentos iniciais desta pesquisa.

Durante a etapa de criação do material procurou-se encontrar categorias que são pertinentes a esta pesquisa. Para Minayo (2007) a categorização é o ato de reduzir textos a palavras e expressões significativas. Foram definidas *a priori* duas categorias, sendo os pressupostos de geração de resíduos/rejeitos e segurança no laboratório, as quais são discutidas na próxima seção.

Vale salientar que, para a análise de conteúdo, as categorias poderão ser definidas *a priori* ou *a posteriori* (BARDIN, 2010). Assim, as categorias supracitadas foram definidas *a priori*, sendo que ao discorrer sobre o LDM, houve a necessidade de criação de mais duas categorias *a posteriori*, denominada problemas e dificuldades com reagentes e estrutura escolar.

A etapa dos resultados é o momento da compreensão e interpretação de forma crítica. Nesta etapa, o tratamento dos resultados tem por finalidade a constituição e captação de informações presentes nos materiais estudados e coletados por meio dos instrumentos (FOSSÁ, 2013).

Nas palavras de Bardin (2004), o uso sistemático e prático de procedimentos cria validade e credibilidade dos resultados da pesquisa. A presunção é assim confirmada através da adoção da técnica de Análise de Conteúdo, desenvolvida por meio de um processo metódico adotado na metodologia, forneceu subsídios para uma construção válida e confiável de conclusões e resultados nesta pesquisa qualitativa realizada.

Resultados e discussão

As aulas experimentais são fundamentais para o ensino da disciplina de Química, pois além de demonstrar o que foi explicado em sala desperta a curiosidade do aluno em compreender o que ocorreu no experimento, incentivando o lado investigativo da ciência (MACHADO e MÓL, 2008).

É válido ainda, ao realizar atividades experimentais, discutir com os alunos conceitos científicos com a finalidade de conscientização no que se diz respeito às questões ambientais. Ao tratarmos corretamente os rejeitos de atividades experimentais se favorece a obtenção não apenas de conhecimentos químicos, mas também, contribui para a Educação Científica. Assim, o docente deve privilegiar a experimentação mais limpa, sendo um incentivador de atividades experimentais ambientalmente corretas.

O laboratório móvel pode se tornar uma ferramenta muito útil ao professor, pois traz uma

grande variedade de vidrarias e itens de laboratório, uma diversidade de reagentes, porém podemos identificar algumas falhas em relação à segurança e gestão de resíduos e rejeitos, que serão consideradas a seguir.

Na avaliação preliminar dos documentos escolhidos, o que mais interessa esta pesquisa é o Manual de Atividades Práticas, percebe-se uma boa estruturação, apresenta uma subdivisão em partes que facilita seu uso, sendo: orientações básicas para realização de atividades experimentais, roteiros de práticas associadas aos Parâmetros Curriculares Nacionais, jogos de química e sugestões de projetos interdisciplinares.

Referente ao Mapa de Localização dos Materiais e Reagentes, este orienta os professores a encontrar os reagentes ou materiais necessários para execução da atividade experimental. Todos estes materiais são armazenados em estojos e identificados por letras do alfabeto. Com posse do manual, o professor consegue facilmente localizar os materiais e reagentes necessários para o experimento, otimizando o tempo destinado para atividade prática.

No entendimento de Bardin (2011), as categorias criadas deverão ser vistas como rubricas ou grupos que reúnem certos elementos que possuem características comuns. Para tanto, neste processo de escolha das categorias adotam-se critérios semânticos, sintáticos, léxicos e expressivos. Para tanto, a análise das categorias criadas para esta pesquisa utilizou o critério semântico (temas), sendo que a interpretação dos resultados obtidos foi feita através da inferência, considerada um tipo de interpretação que pode ser controlada.

Nesta etapa de tratamento de resultados por meio da inferência e interpretação, ocorreu a condensação e foco nas informações de interesse dos pesquisadores, o que culminou nas interpretações inferenciais, sendo uma etapa de apreensão, da análise de maneira reflexiva e crítica (Bardin 2006).

Análise das Categorias *a priori*

O LDM é acompanhado de vários manuais, analisamos aqui o documento intitulado “Manual de Atividades Práticas” do componente curricular Química, que contém 271 páginas onde estão colocadas as orientações metodológicas para a realização das atividades experimentais, as normas do laboratório, os acidentes mais comuns, as principais vidrarias e equipamentos, as principais técnicas para o uso e limpeza das vidrarias; além de informar os procedimentos no preparo das soluções e o cálculo para o seu preparo, finalizando com um item sobre o descarte de materiais do laboratório.

Ao analisar o que o manual aborda sobre a categoria definida *a priori* geração de resíduos e rejeitos, tal documento traz informações sobre o descarte de materiais, apresentando as leis de resíduos sólidos, orientando a conferir periodicamente a data de validade dos reagentes do laboratório móvel e a descartar na pia aquilo que pode ser desprezado. Já os materiais que podem ser incinerados devem ficar armazenados na escola até que seja entregue para a empresa responsável.

É frisado pelo manual que os produtos do LDM são selecionados para não produzir resíduos que sejam tóxicos ao meio ambiente; caso o professor opte por novos procedimentos e produtos, é papel do mesmo investigar sobre a toxicidade dos materiais e seguir a legislação sobre descarte.

Ao realizar a substituição de reagentes tóxicos por aqueles menos nocivos ao meio ambiente, o professor contribui para ações preventivas no que se refere ao manuseio de substâncias

químicas, refletindo na filosofia da Química Verde, que tem como objetivo incorporar novos hábito e quebrar os paradigmas presentes entre o homem e a natureza (MACHADO e MÓL, 2008).

Machado e Mól (2008) afirmam que de acordo com as legislações vigentes no Brasil, existem materiais e substâncias que devido ao seu elevado caráter de toxicidade não pode ser lançado na rede de esgoto, citando o clorofórmio e sulfetos. Essas substâncias estão presentes no LDM, reforçando a necessidade de conscientização e respeito ao meio ambiente e à segurança dos estudantes.

O manual recomenda ainda a importância de descartar os reagentes vencidos e as vidrarias quebradas, seguindo os critérios pré-estabelecidos pelo manual para evitar qualquer tipo de acidente.

Não fica evidente, ao analisar o manual, como será realizado o descarte dos resíduos e rejeitos na prática. Na página 43 é dada a informação de que “em cada região existem empresas especializadas no tratamento e reciclagem de reagentes químicos”, complementada por “O LDM é um laboratório escolar de ensino e pesquisa que utiliza reagentes em microescala e que tem manuais com sugestões de aulas práticas que foram cuidadosamente selecionadas para não produzir resíduos que venham a causar impacto ao meio ambiente” (grifo dos autores).

Entende-se que ao realizar atividades experimentais mesmo que sejam executadas em microescala, o risco de contaminação do solo existe. Vale repetir nesta análise que a maioria das escolas do Mato Grosso do Sul estão equipadas com o LDM, sendo que existem municípios que possuem várias escolas que receberam o Laboratório. Assim, caso o descarte de resíduos e rejeitos não for realizado de forma correta, o risco de contaminação permanece.

Ao discorrer ainda sobre a geração de resíduos e rejeitos, o manual informa que existem materiais que pelo seu caráter tóxico não podem ser descartados na rede de esgoto, citando exemplos. Encontra-se também, a informação de que existem materiais que devem ser encaminhados para disposição final em aterros industriais e, outros, recolhidos para incineração. É informado ainda a necessidade de ajuste de pH, no caso de íons que formam ácidos ou bases.

Ao analisar esta categoria, conclui-se que o manual é rico em informações no que diz respeito ao descarte de resíduos e rejeitos. No entanto, falta clareza sobre possíveis empresas regionais que farão a coleta destes materiais descartados. Existe a informação de que caso dos materiais a serem incinerados, o mesmo deverá ficar guardado na escola, até que seja entregue para empresa especializada em descartes de reagentes químicos.

Assim, ficam os questionamentos: Até quando estes materiais ficarão na escola aguardando coleta? Existe empresa contratada para isso? Qual a periodicidade da coleta? Não há nada definido sobre a responsabilidade pelo destino dos resíduos nos documentos analisados e o acesso a essas empresas para tratamento de resíduos ainda é muito escasso.

Acreditamos que tais questionamentos deveriam ser respondidos dentro do manual ou ainda, em outro documento elaborado pela Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul, já que esta é supostamente, a responsável pela destinação destes resíduos e rejeitos.

Não se pode negar que no manual de atividades experimentais podemos observar que é um material completo, com boas opções de experimentos e abordagem de conteúdo, porém estes tópicos levantados merecem atenção.

No que se refere à categoria segurança no laboratório, o LDM apresenta muitos reagentes

perigosos, por mais que já estejam diluídos, ainda oferecem risco, como citado no próprio manual. Subentende-se que o LDM tem por finalidade a atividade experimental por observação, ou seja, o docente realiza a atividade prática e os alunos apenas observam os fenômenos, assim, não vem acompanhado de guarda-pó, nem por quantidades maiores de óculos de segurança e luvas para os alunos.

No entanto, existem atividades experimentais que acontecem a liberação de gases que podem ser tóxicos. Sobre isso, o manual informa que estas práticas devem ser realizadas na capela. Aqui fica o questionamento: As escolas, no geral, são equipadas com capela? Nas escolas estaduais as quais os autores trabalham não existe capela e acredita-se que esta é a realidade da maioria das Escolas Estaduais do Mato Grosso do Sul. Essa situação limita a execução de atividades experimentais e quando executadas, poderá trazer riscos de intoxicação.

Análise das categorias criadas a posteriori

Percebe-se, ao analisar os reagentes disponíveis no LDM, que as quantidades disponibilizadas são limitadas, os frascos possuem capacidade de 100 mL. Tal fato implica na redução das atividades práticas pelo docente, uma vez que por possuir várias turmas, a quantidade de reagentes seria suficiente para realizar poucas repetições dos experimentos. Fica evidente a preocupação aparente do professor em sua prática docente para a reposição dos reagentes esgotados, uma vez que não há garantia de aporte financeiro da Unidade Escolar para compra de novos reagentes.

Uma outra dificuldade que podemos enfrentar com o laboratório móvel é em relação a estrutura da escola, àquelas que possuem dois andares, não é possível levá-lo para a sala de aula, precisando solicitar uma troca de sala para a realização da aula experimental. Referente à sua mobilidade, conforme a ficha técnica disponibilizada no *site* do fabricante, o LDM, mostrado nas Figuras 3 e 4, possui 1,30m de comprimento, 0,66m de largura e 0,955m de altura, totalizando um peso bruto de 118,8 Kg que torna seu transporte por vezes, inviável.



Figura 3. LDM fechado



Figura 4. LDM com portas abertas

As salas, sejam elas de aula ou laboratório das escolas, não têm ventilação adequada caso algum experimento libere uma quantidade grande de gases e vapores, e não há capela dentro do laboratório. São muitos itens de segurança que não estão adaptados para as aulas experimentais nas escolas.

Muitas dúvidas surgem então com o uso do LDM! As soluções presentes serão repostas pela empresa? Serão vendidas separadamente para o professor continuar trabalhando com as aulas

experimentais? Há local nas escolas onde serão armazenados com segurança os produtos que precisam ser incinerados? E as soluções líquidas serão descartadas diretamente na pia? Apesar de muitas dúvidas em relação a esses itens, vale ressaltar a variedade de reagentes e vidrarias do laboratório móvel, permitindo uma variedade de experimentos. O guia é muito útil, pois já apresenta questões a serem trabalhadas, ficando a parte de segurança e descarte ainda a desejar.

Considerações Finais

Como já abordado anteriormente, o Laboratório Didático Móvel possui uma gama de materiais e vidrarias que permitem ao professor realizar inúmeras atividades experimentais. Assim, é possível a utilização destes materiais e a substituição de alguns poucos reagentes tóxicos por aqueles que não agredem – ou agredem menos, o meio ambiente.

Ao analisar o LDM físico, percebeu-se que existe ainda um problema com a mobilidade do LDM, embora seja móvel sua locomoção na prática não é simples, pois o equipamento é grande, sendo difícil seu transporte em escolas que contenham calçadas com desníveis ou mesmo, escolas com escadarias. Outra preocupação é a estocagem de resíduos nas escolas com a mistura no tambor de resíduos de classes químicas distintas de tratamento, misturando assim os resíduos de classes distintas, dificultando ou encarecendo seu tratamento e destino final.

As aulas experimentais são de muita importância para o processo de ensino de ciências. No entanto, tais experimentos podem utilizar materiais perigosos e que não podem ser descartados de qualquer forma e nesse sentido, os custos para disposição correta destes rejeitos são altos. Nesse sentido, o Manual de Atividades Práticas orienta que alguns resíduos não podem ser descartados em pia comum e que outros, devem ser incinerados, porém, não informa quem ficará responsável por tal coleta e subsequente tratamento como por incineração.

O LDM veio para fortalecer e permitir que as aulas de Química saiam do abstrato, da teoria e aconteça na prática. Embora os problemas com o descarte de resíduos e rejeitos existam, há também a possibilidade substituição de reagentes tóxicos, responsabilidade do professor.

Após a análise do Manual de Atividades Práticas observa-se que embora o LDM não traz soluções no que se refere ao descarte de resíduos e rejeitos de atividades experimentais, ele ainda contribui para o ensino de ciências, oportunizando a realização de atividades experimentais que antes não eram possíveis.

Para um melhor uso do LDM seguindo os Princípios da Química Verde, a Secretaria de Educação deve efetivar convênios (cooperativas) para disposição de rejeitos perigosos. Porém, enquanto isso não acontece, os docentes não podem negligenciar o meio ambiente através de atividades experimentais que não considerem esses princípios. Nesse sentido, deve-se analisar e optar por experimentos que não causam danos ao meio ambiente, ou que o agrida minimamente.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS pelas bolsas do Programa Institucional de Bolsas aos Alunos de Pós-Graduação da UEMS (PIBAP/UEMS)

Referências

AMARAL, S.T.; MACHADO, P.F.L.; PERALBA, M.C.R.; CÂMARA, M.R.; SANTOS, T.; BAIRD, C; CANN, M. Química Ambiental. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

AUTOLABOR, Laboratório Didático Móvel. Disponível em: <http://autolabor.com.br/empresa/>

BACICH, L., & MORAN, J. (2018). Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico Prática. (p. 26-37). Porto Alegre: Editora Penso.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.

Bardin, L. Análise de conteúdo (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trads.). Lisboa: Edições 70, 2006.

CECHINEL, A. Estudo/Análise Documental: uma revisão teórica e metodológica. Criar Educação. Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação – UNESC. Criciúma, SC, v. 5, n.1, p.1-7, jan./Jun., 2016.

COSCIONE, A. R.; ALMEIDA, A. M. de; ANDRADE, J. C. de; CUSTODIO, R. Segurança no laboratório químico. Rev. Chemkeys, Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/chemkeys/article/view/9625>.

EILKS, I.; RAUCH, F. Sustainable development and Green Chemistry in Chemistry education. Chemical Education Research and Practice, 2012, 13, 57–58.

FIGUERÊDO, D.V. Manual para gestão de resíduos químicos perigosos de instituições de ensino e de pesquisa. CRQ-MG, 2006.

GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, SP, v.26, n.2, 1995.

MACHADO, P. F. L.; MÓL, Gerson S. Experimentando Química com Segurança. Química Nova na Escola, São Paulo, n.27, 2007.

MACHADO, P. F. L.; MÓL, Gerson S. Resíduos e Rejeitos de Aulas Experimentais: O que fazer? Química Nova na Escola, São Paulo, n.27, 2008.

MINAYO, M.C.S. O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde. 10. ed. São Paulo: HUCITEC, 2007.

MINAYO, M. C. S. (Org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Rio de Janeiro, RJ: Vozes, 2009.

MINISTÉRIO da Educação. Números revelam deficiências das escolas de ensino médio. Disponível em << [>>](http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/33541-censo-escolar/73311-numeros-revelam-deficiencias-das-escolas-de-ensino-medio)

OLIVEIRA, D.C., Análise de Conteúdo Temático Categorical: Uma proposta de sistematização. Rev. Enferm. UERJ, Rio de Janeiro, 2008.



SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. Revista Brasileira de História e Ciências Sociais, São Leopoldo, RS, Ano 1, n.1, Jul., 2009.

SOUZA, A. C.; SILVA, C. E.; COSTA, T. T. A abordagem dos princípios da Química Verde e sustentabilidade no livro didático de química do ensino médio. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 19, Nº 3, 593-616, 2020.

