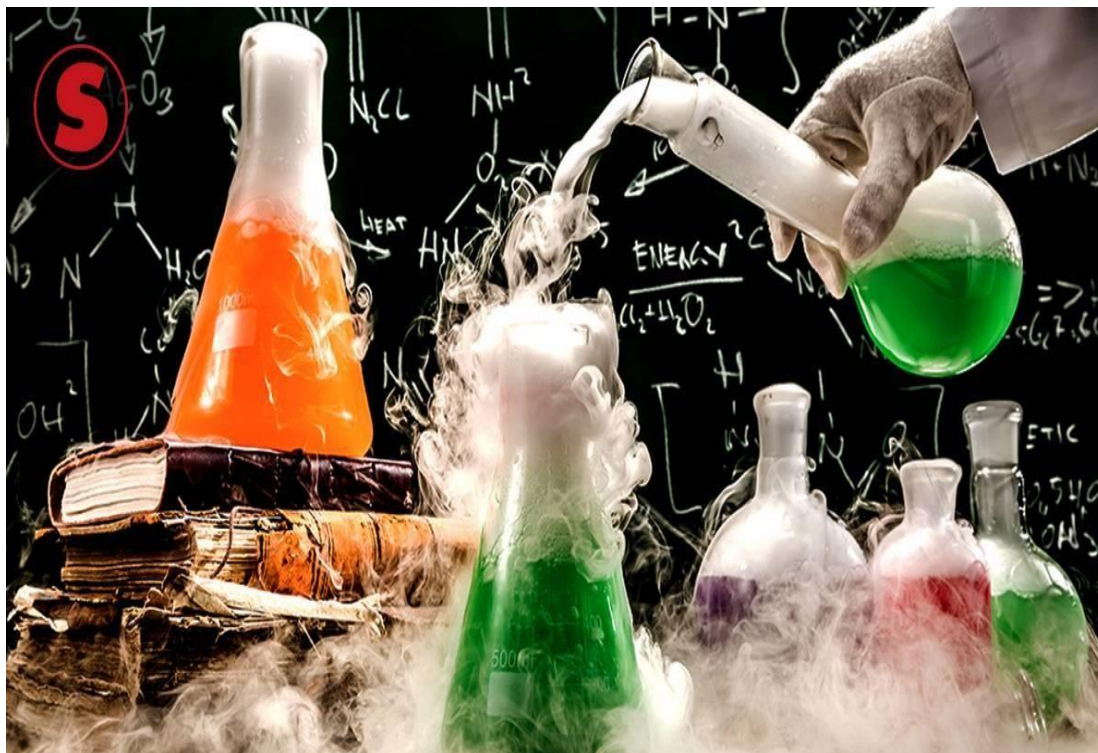


BOLETIM TÉCNICO DE EXTENSÃO

Experimentação em Química

Diagrama de Hommel e propostas metodológicas sustentáveis



FONTE: <https://thumbs.dreamstime.com/z/rea%C3%A7%C3%B5es-qu%C3%ADmicas-verdes-de-teste-no-laborat%C3%B3rio-da-escola-114932836.jpg>

1. **Maria do Socorro Nahuz Lourenço**, Doutora, Departamento de Química, Centro de Ciências Exatas e Naturais (CECEN), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) - snahuz@hotmail.com
2. **Alana da Conceição Brito Coelho**, graduanda, departamento de Química, Centro de Ciências exatas e naturais (CECEN), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) - alanabrito1520@gmail.com
3. **André Luiz Duarte Abreu**, graduando, Departamento de Química, Centro de Ciências Exatas e Naturais (CECEN), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) - andreluizd.a_13@hotmail.com
4. **Davi Sousa Ferreira**, graduando, Departamento de Química, Centro de Ciências Exatas e Naturais (CECEN), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) - davisouzaferreira2@gmail.com
5. **Deivid Wesley Coutinho Silva**, graduando, Departamento de Química, Centro de Ciências Exatas e Naturais (CECEN), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) - deividcoutinho0@gmail.com
6. **Mayane Sousa Carvalho**, graduanda, Departamento de Química, Centro de Ciências exatas e naturais (CECEN), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) - mayanesousa000@gmail.com
7. **Mirlene Pereira Vitorino**, graduanda, Departamento de Química, Centro de Ciências exatas e naturais (CECEN), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) - mirlene.vitorino19@gmail.com
8. **Rafaela da Conceição**, graduanda, Departamento de Química, Centro de Ciências exatas e naturais (CECEN), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) - rafaelac20@bol.com.br

EXPERIMENTAÇÃO EM QUÍMICA

As Instituições de Ensino Superior (IES) vêm aumentando a quantidade de laboratórios em função da melhoria na qualidade de ensino e maiores investimentos para realização de pesquisas científicas. As IES que possuem cursos nas áreas de Química e afins têm enfrentado o problema do tratamento e da disposição final dos resíduos gerados em laboratórios, tanto nos laboratórios de ensino quanto de pesquisa e extensão (GERBASE et al., 2015). Em contrapartida, muitas escolas do ensino médio têm feiras de ciências e nem todas têm laboratórios que auxiliam seus alunos a desenvolver experimentos laboratoriais. A existência de laboratórios nas escolas de ensino médio tem as vantagens de incentivar e promover o interesse dos alunos, desenvolvendo o raciocínio lógico no campo das ciências.

Aula dinâmica com responsabilidade ambiental

Muitos professores não utilizam a experimentação com a frequência que gostariam por não terem desenvolvido um bom domínio de laboratório durante a formação inicial. Outra dificuldade que o professor enfrenta é a preocupação com relação às questões ambientais. Ao chegar à escola, a “consciência ambiental” do professor se depara com atividades que envolvem diferentes tipos de riscos, como a utilização de produtos perigosos e a geração de resíduos, potencialmente tóxicos aos indivíduos e ao ambiente (MACHADO & MÓL, 2008).

Apesar de todas as dificuldades, a aula experimental em Química é uma estratégia pedagógica dinâmica que tem a função de gerar problematizações, discussões, questionamentos e buscar respostas e explicações para os fenômenos observados, possibilitando a evolução do aluno (SILVA & MACHADO, 2008)

O que se espera do professor é que ele se comprometa com o uso e o destino adequados de substâncias e materiais empregados nas atividades, pois, assim, educará seus alunos em uma perspectiva mais cidadã.

Prática docente - aula experimental em Química.



Fonte: dreamstime e descoplica.

Classificação dos resíduos químicos

Em todos os diferentes níveis de ensino de Química por experimentação, existe o problema do descarte dos resíduos. Dentre os materiais e substâncias manuseados em aulas de Química, encontram-se aqueles classificados como perigosos por apresentarem características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade ou toxicidade.

Uma das normas que regulamenta como deve ser realizada a identificação e classificação dos resíduos é a NBR 10004, criada em 05 de maio de 2004, que caracteriza os resíduos em perigosos e não perigosos. (ABNT, 2004).

Classificação de resíduos – ABNT NBR 10004 (2004)



Fonte: prollabor.

TABELA 1: Classificação de resíduos – ABNT NBR.

RESÍDUOS SÓLIDOS		
CLASSIFICAÇÃO	PERICULOSIDADE	CARACTERÍSTICAS
Classe I	Perigosos	Possuem inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade
Classe II	II A	Não perigosos
	II B	Não perigosos

Fonte: Autoral, 2020.

As atividades laboratoriais desenvolvidas nas IES empregam substâncias e produtos de diversas classes incluindo os considerados perigosos descritos na classe I (FONSECA,2009).

Diversidade de resíduos produzidos em aulas experimentais em Química.



Fonte: analyticsbrasil.

Como principais resíduos químicos gerados nessas atividades encontram-se produtos químicos rejeitados (vencidos ou em desuso), resíduos provenientes de aulas práticas e/ou projetos de pesquisa e restos de reagentes que são descartados após o encerramento das atividades experimentais.

Sustentabilidade e Consciência Ética

Os docentes da área da Química possuem o desafio de treinar os discentes para lidarem com materiais perigosos de maneira correta e responsável. Ainda hoje, a forma tradicional de ensino é um paradoxo, pois, praticam-se diversas aulas experimentais e uma grande quantidade de resíduos é gerada.

Os alunos de nível médio e superior raramente, em suas práticas laboratoriais, são instruídos corretamente sobre a geração de resíduos e seu devido tratamento antes do descarte. Em outros casos, resíduos diferentes são armazenados em um mesmo recipiente, muitas vezes sem identificação, o que dificulta a sua caracterização; não sendo tomadas iniciativas quanto ao seu tratamento e destino final. As IES e demais escolas não podem mais ignorar sua posição de geradora de resíduos, principalmente por ser um posicionamento contrário à formação de profissionais éticos e comprometidos com o meio ambiente.

A Lei 6938, de 31 de agosto de 1981, conhecida como Política Nacional do Meio Ambiente, estabelece que a responsabilidade objetiva dispensa a prova de culpa no caso de um possível dano ao ambiente, ou seja, um resíduo poluidor, ainda que esteja sendo emitido em concentrações que respeitem os limites estabelecidos pela legislação vigente, poderá causar um dano ambiental, e sujeitar o causador do dano ao pagamento de uma indenização, ou também, um dano indireto, desde que seja provada sua relação com uma dada instituição, a mesma será responsabilizada. (NOLASCO et al., 2006).

Assim, a formação de uma consciência ética no aluno de ensino médio e superior precisa ser trabalhada ao longo do seu curso e no caso específico de profissionais que trabalharão em laboratórios de Química, faz-se necessário o conhecimento de como manipular resíduos, decidir qual o destino ideal para o descarte de cada um e ainda incentivar a atuação deles como multiplicadores de informação. O uso do Diagrama de Hommel facilita esse trabalho.

Frascos rotulados com o Diagrama de Hommel.

Quando em contato com água, não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas, mantendo-se inalterados por um longo período.

Exemplos de rotulação usando o Diagrama de Hommel.

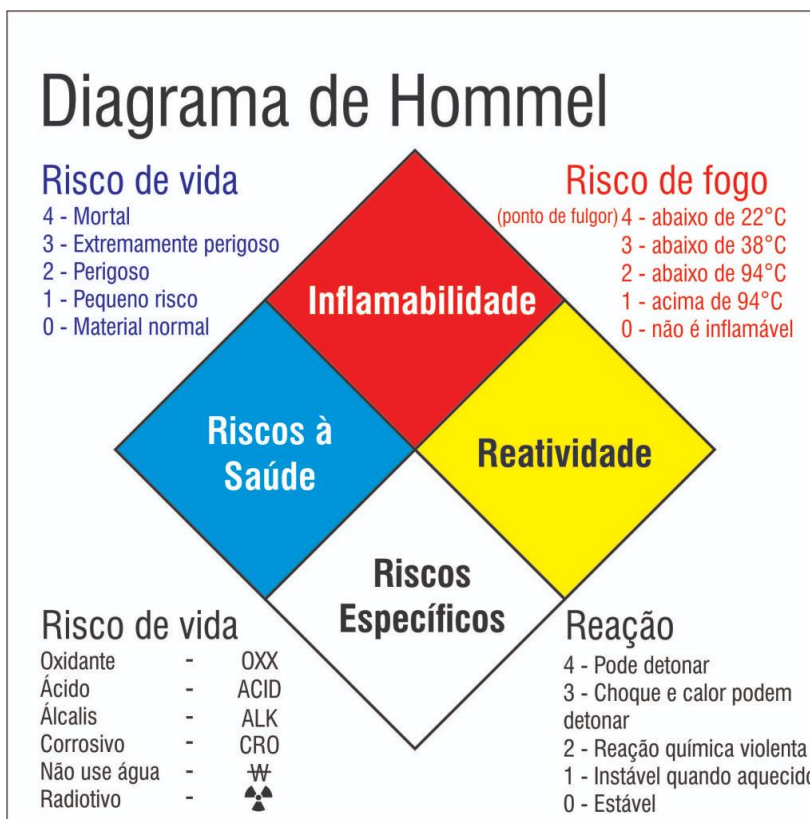


Fonte: mercado livre e oswaldocruz.

Utilização Diagrama de Hommel em laboratórios de ensino da Química

Os resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino de Química possuem uma grande diversidade de composições variando de resíduos comuns a resíduos específicos que podem ser perigosos, inflamáveis e tóxicos. É fundamental o conhecimento das características químicas dos reagentes e resíduos químicos e nesse ponto o uso do Diagrama de Hommel facilita a gestão laboratorial pois trata-se de uma simbologia que classifica o risco de diferentes produtos químicos.

Ilustração da Simbologia de risco Diagrama de Hommel.



Fonte: blog.mcientifica

O sistema está baseado na NFPA (National Fire Protection Association), uma associação norte-americana que redige normativos contra incêndio e que se tornou referência internacional no que se diz respeito à proteção de vidas contra fogos.

O Diamante de Hommel é uma identificação de fácil reconhecimento e compreensão que indica o grau de perigo envolvendo produtos químicos de variados níveis e substâncias. Os sinais utilizados são de fácil reconhecimento e entendimento, podem dar uma ideia geral do perigo dos materiais, assim como o grau de periculosidade. Os campos do Diamante de Hommel são dispostos em forma de losangos e cada um expressa um tipo de risco, a que será atribuído um grau de risco variando entre 0 e 4, cada qual especificado por uma cor (branco, azul, amarelo e vermelho), que representam, respectivamente, riscos específicos, riscos à saúde, reatividade e inflamabilidade.

Propostas metodológicas para a minimização da geração de resíduos químicos ativos

Os principais centros de pesquisas na área de química vêm estudando alternativas para garantir a continuidade dos trabalhos experimentais, sem que para isso haja a necessidade de degradar o ambiente. Antes de se estabelecer qualquer roteiro prático deve-se levar em consideração a não geração de resíduos químicos perigosos. Para isso, pode ser adotado, quando possível, algumas propostas metodológicas:

TABELA 2: Propostas metodológicas de fácil implementação e ações éticas observadas.

Propostas metodológicas	Principais ações éticas observadas
Redução de escalas de experimentos (NOLASCO et al., 2006)	<ul style="list-style-type: none">✓ Substituir experimentos de macro escala para microescala✓ Utilizar menor quantidade de reagentes✓ Gerar menos resíduos químicos✓ Descartar e poluir menos
Substituição de substâncias e experimentos nocivos (ABNT, 2004).	<ul style="list-style-type: none">✓ Substituir substâncias perigosas e não realizar experimentos nocivos✓ Poluir menos
Realização de experimentos demonstrativos e em equipes	<ul style="list-style-type: none">✓ Diminuir a exposição dos estudantes aos produtos químicos✓ Gerar menos resíduos químicos✓ Descartar e poluir menos
Realização de Reuso e reciclagem de reagentes (LAUDEANO et al., 2011)	<ul style="list-style-type: none">✓ Reduzir os custos nas compras de produtos✓ Gerar menos resíduos químicos✓ Descartar e poluir menos
Adoção de pré-tratamento de resíduos (Machado & Mól, 2008)	<ul style="list-style-type: none">✓ Incluir o tratamento do resíduo como uma etapa final na execução do experimento
Elaboração de cadeias de experimentos em aulas	<ul style="list-style-type: none">✓ Realizar aulas práticas de modo que os produtos de uma prática sirvam de reagente na próxima aula experimental✓ Gerar menos resíduos químicos✓ Descartar e poluir menos

Fonte: Autoral, 2020.

O trabalho foi desenvolvido diretamente com os docentes e promoveu ações de sustentabilidade, por meio do ensino do uso do Diagrama de Hommel e da apresentação de propostas metodológicas para que a consciência ética do professor gere roteiros de aulas experimentais que minimizem a produção e descarte de resíduos químicos.

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ATUAÇÃO

Laboratórios de Química da UEMA – Campus Paulo VI

A partir de dados fornecidos pela Coordenação do curso de Química Licenciatura (CQL) as disciplinas da área da Química são ministradas em quatorze (14) Cursos presenciais no Campus Paulo VI. Com isso, uma quantidade de resíduos químicos ativos é gerada e descartada, muitas vezes de forma inadequada, agredindo o meio ambiente, sendo necessárias ações que minimizem a sua geração.

O Centro de Ensino Médio Paulo VI

O Centro de Ensino Médio Paulo VI está localizado no bairro da Cidade Operária possuindo 944 alunos. Desde 2016 a UEMA e a Secretaria de Estado da Educação (SEDUC) assinaram um Termo de Cooperação Técnica, transformando o Centro de Ensino Médio Paulo VI em Escola de Aplicação. Assim essa escola serve como laboratório para os alunos e professores da UEMA no campo da pesquisa, da extensão e da pós-graduação, e, ao mesmo tempo, serve aos alunos da própria Escola, que tem recebido amplos benefícios por parte da UEMA. A Escola possui um laboratório de ciências que utiliza, em suas aulas práticas, diversos reagentes químicos - potenciais resíduos químicos ativos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A proposta metodológica contemplou os laboratórios de Química da UEMA – Campus São Luís, o laboratório de Ciências do Centro de Ensino Médio Paulo VI e foi estendida a toda comunidade externa por meio de ações remotas. Foram desenvolvidas as seguintes etapas:

Investigação da metodologia de trabalho dos docentes em aulas experimentais.

O levantamento foi realizado com os docentes do Departamento de Química da UEMA e com os docentes/residentes da Escola Paulo VI.

Utilizou-se duas formas considerando a metodologia de trabalho do professor:

- I - Para professores que possuíam roteiros experimentais organizados,

esses foram analisados pelos bolsistas a fim de identificar as metodologias adotadas.

II - Para professores que não possuíam roteiros experimentais organizados, foi aplicado um questionário e/ou entrevista.

DICAS & CURIOSIDADES – Algumas medidas ajudam o docente a tornar o planejamento de sua aula experimental menos complicado e até evitar problemas ambientais mais graves. Separamos duas dicas para ajudá-lo!

1. O início de um roteiro experimental deve conter: discussão do conceito, levantamento de concepções prévias, apresentação dos materiais e reagentes, execução do experimento, proposição de uma questão, recomendação de segurança.

2. O fechamento de um roteiro experimental deve conter: resultados obtidos, tratamento, acondicionamento e/ou descarte correto de resíduos químicos.

Ensino do Diagrama de Hommel e de propostas metodológicas para a minimização da geração dos resíduos químicos ativos.

A otimização da última etapa foi promovida em tempo da pandemia da COVID-19. Foram realizadas ações remotas como palestras, lives e confecção de uma série de vídeo aulas a serem postadas na página da Assessoria de Gestão Ambiental (AGA)/UEMA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

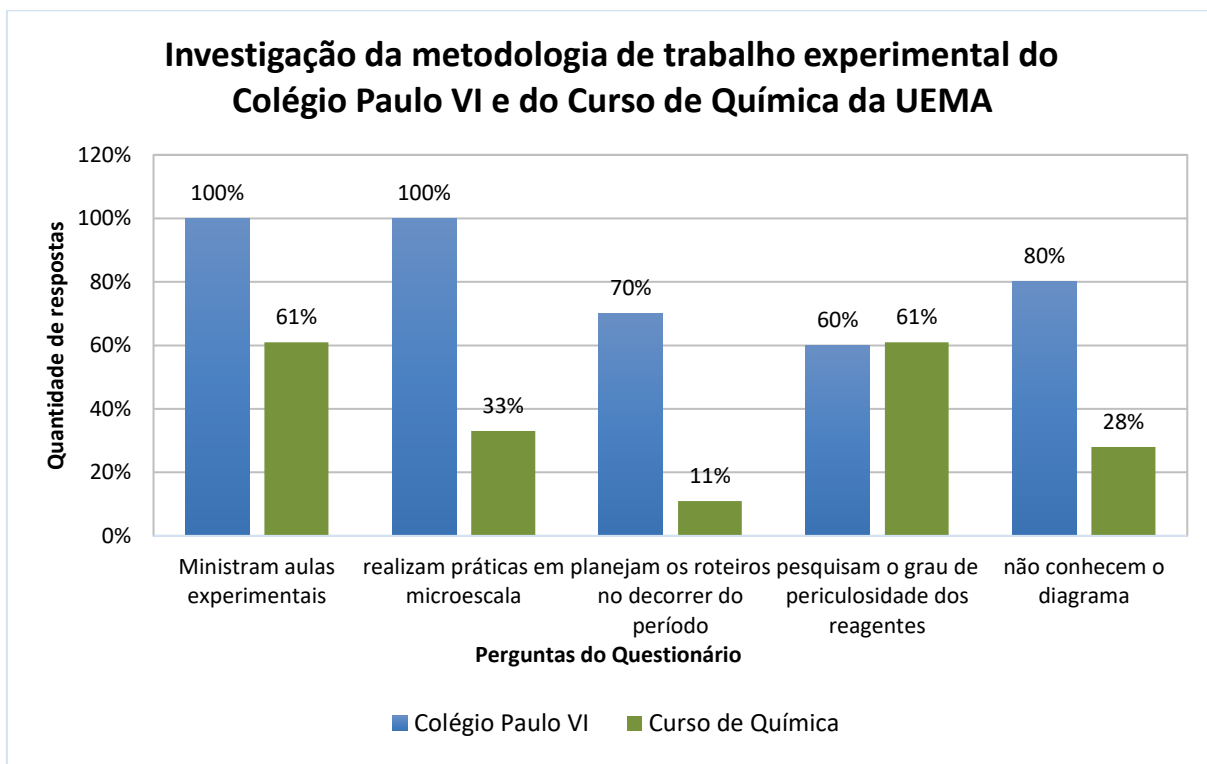
Investigação da metodologia de trabalho dos docentes

Os resultados obtidos na Escola Paulo VI, considerando o universo de dez professores/residentes (3 docentes e 7 residentes, totalizando 10 entrevistados) indicaram que todos ministram aulas experimentais e realizam experimentos em microescala, além disso a maior parte programa suas aulas experimentais no decorrer do período e faz pesquisa quanto ao grau de periculosidade dos reagentes que utiliza, enquanto que uma expressiva quantidade não conhece o Diagrama de Hommel, mas se interessa em conhecer. Os resultados detalhados estão apresentados no gráfico 1.

No Curso de Química Licenciatura- UEMA foi observado que dos 18 professores que compõem o Departamento de Química, a maioria ministra aulas experimentais em laboratórios e realiza alguma pesquisa em relação ao grau de

periculosidade das substâncias utilizadas dentro do laboratório, por outro lado apenas uma minoria planeja os roteiros experimentais no início do período e realiza algumas práticas em microescala, enquanto somente uma pequena parte não conhece o Diagrama de Hommel. Os resultados detalhados estão apresentados no gráfico 1.

GRÁFICO 1: RESULTADO DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO NO CENTRO DE ENSINO PAULO VI E NO CURSO DE QUÍMICA-UEMA.



Fonte: Autoral, 2020.

Ensino do Diagrama de Hommel e de propostas metodológicas para a minimização da geração dos resíduos químicos ativos.

Devido ao isolamento social, por conta da COVID-19 foram realizadas ações com aproximação remota com a comunidade, desenvolvendo o trabalho proposto e ampliando a ação extensionista. Realizou-se uma live pelo Instagram AGA/UEMA, com o tema “Impactos da COVID-19 na gestão de resíduos”, a palestra “QUÍMICA VERDE: as múltiplas cores da ambientalização”, promovida pela AGA em sua semana SEMEIA 2020: Ambientalizar para Conservar, um evento que ocorreu de forma online e a palestra intitulada “EXPERIMENTAÇÃO EM QUÍMICA: Ações metodológicas éticas e sustentáveis com base na Química Verde”, realizada em julho de 2020 como parte do evento online do Programa ENSINAR/UEMA.

Ilustração da palestra ministrada durante o SEMEIA 2020



Fonte: Autoral, 2020.

Para felicitar a divulgação das ações remotas dos bolsistas, criou-se um nome para o grupo de extensão, que passou a se chamar GREXQUIM (Grupo de Extensão em Química: Resgate Verde em Ação). Os bolsistas e colaboradores produziram uma série de videoaulas intitulada “Consciência ambiental e as múltiplas ações sustentáveis em laboratórios de Química”, distribuída em sequência didática com uma abordagem ampla sobre os experimentos realizados em laboratórios de Química. A série foi disponibilizada na página da AGA/UEMA. Abaixo pode ser observada a sequência de videoaulas que compõem a série:

Tabela 1: Sequência de videoaulas da série “Consciência ambiental e as múltiplas ações sustentáveis em laboratórios de Química”.

Videoaulas	Temática abordada
1	A consciência ambiental gera múltiplas ações no trabalho laboratorial
2	A consciência ambiental gera ações seguras no trabalho laboratorial.
3	A Consciência ambiental gera ações seguras no descarte correto de resíduos químicos.
4	A consciência ambiental busca o conhecimento dos reagentes químicos utilizados pelo uso do diagrama de Hommel.
5	A consciência ambiental busca facilitar o gerenciamento de resíduos químicos.
6	A consciência ambiental busca o conhecimento de metodologias para a minimização da geração dos resíduos químicos.
7	A consciência ambiental busca o reuso e a reciclagem de reagentes e resícuos.

Fonte: Autores, 2020.

CONCLUSÃO

As dificuldades associadas ao descarte correto dos resíduos produzidos após um experimento foram claramente percebidas nos docentes do ensino médio e superior existindo, ainda, a dificuldade de planejar sobre o que fazer após os experimentos (limpeza, tratamento e descarte correto). Considera-se o trabalho realizado exitoso no sentido de estimular os docentes da área da Química e afins a reformularem seus roteiros e projetos experimentais com base nas metodologias aqui apresentadas, introduzindo inclusive, antes da realização do experimento, a etapa da rotulagem de seus reagentes pelo Diagrama de Hommel, e após o experimento, a rotulagem dos resíduos químicos produzidos. Os desafios para dar continuidade às produções e atividades extensionistas durante o período de isolamento social foram desafiadores e estimularam a equipe do GREXQUIM a realizar ações remotas que ampliaram o ensino sobre o desenvolvimento da consciência ambiental e de ações éticas pelos atuais e futuros profissionais.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2004. **Resíduos sólidos – classificação**: NBR-10004. Rio de Janeiro: ABNT 63p.
- CACHAPUZ, A.; PAIXÃO, F. Mudanças práticas de ensino da química pela formação de professores em história e filosofia das ciências. **Química nova na escola**, nº 18, nov. 2003.
- FONSECA, J. C. L. **Manual para gerenciamento de resíduos perigosos** - São Paulo-SP: Cultura Acadêmica, 2009.
- GERBASE, A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L.; FERREIRA, V. F. Gerenciamento de Resíduos em Instituições de Ensino e Pesquisa. **Química Nova**, vol. 28, no. 1, São Paulo, Jan-Fev/2005.
- GOUVEIA, J.L.N. **Descarte de resíduos químicos na Região Metropolitana de São Paulo, seus impactos socioambientais - uma proposta de política pública para enfrentamento de situações emergenciais**. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-19102015-161350/publico/2015GouveiaDescarte>>. 22 setembro 2020.
- JARDIM, W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. Unicamp. **Química Nova**, v. 21, n. 5, 1998.
- MACHADO, P. F. L. & MÓL, G. de S. Experimentando química com segurança.

Química nova na escola, nº 27, fev. 2008.

NOLASCO, F. R; TAVARES. G. A; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais em universidades: Análise Crítica e Recomendações. **Engenharia Sanitária Ambiental**. v.11, n. 2, p. 118-124, abr/jun. 2006.

SILVA, R.R. e MACHADO, P.F.L. A experimentação no Ensino Médio de química: a problemática da segurança em laboratórios de escolas públicas do Distrito Federal. **Ciência & Educação**. 2008.