



DETERMINAÇÃO DO GRAU DE SAPONIFICAÇÃO DE ÓLEO RESIDUAL: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA SOB AS PERSPECTIVAS CTSA E QUÍMICA VERDE

Resumo

Neste artigo relata-se um trabalho de ensino, articulado à pesquisa e à extensão sob a perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e Química Verde (QV). Por meio do projeto de extensão Fábrica Escola de Detergentes realizou-se a arrecadação de óleo residual de fritura a fim de produzir um sabão ecológico. Posteriormente, realizou-se a otimização da formulação do sabão por meio da investigação da verdura química empregando métricas holísticas e de massa. Todas essas etapas estiveram associadas a atividades de ensino, tais como aulas teórico-experimentais, minicursos e oficinas para alunos e comunidade local. A investigação da verdura química da formulação inicial do sabão mostrou o emprego de hidróxido de sódio em excesso (169,77%), sendo que na melhoria da formulação foi possível ajustar a quantidade de reagente para a incorporação total dos átomos dos reagentes ao produto, como prevê o segundo princípio da QV. No tocante ao ensino, o projeto permitiu aos licenciandos tomar contato com um problema socioambiental e buscar soluções mediante a investigação científica. Com isso, o projeto mostrou grande potencialidade para trabalhar aspectos conceituais na formação de professores e na Educação Básica, na perspectiva CTSA e da QV, ao trazer uma problemática socioambiental de grande impacto, como o descarte inadequado de óleo residual.

Palavras-chave: Química Verde, CTSA, Otimização de sabões, Índice de Saponificação, Ensino-Pesquisa-Extensão.

DETERMINATION OF RESIDUAL OIL SAPONIFICATION: AN EXPERIENCE IN CHEMISTRY EDUCATION UNDER THE STSE AND GREEN CHEMICAL PERSPECTIVES

Abstract

This article reports on a teaching project, linked to research and extension under the Science-Technology-Society-Environment (STSE) and Green Chemistry (GC) perspectives. Through the extension project "Fábrica Escola de Detergentes" (Detergent Factory at the school), residual frying oil was collected in order to produce ecological soap. After that, the optimization of soap formulation was carried out through the investigation of chemical greenness using holistic and mass metrics. All the stages were connected to teaching activities, such as theoretical-experimental classes, minicourses and workshops for students and locals. The investigation of the chemical greenness in the initial soap formulation demonstrated the excessive use of sodium hydroxide (169.7%), and in the formulation improvement it was possible to adjust the amount of reagent for the total incorporation of the reagent atoms into the product, as described in the second GC principle. Regarding the teaching, this project allowed the undergraduate students to get in touch with a socio-environmental issue and seek solutions through scientific research. In this way, the project showed great potential to work conceptual aspects in the teachers' formation and in the basic education, under the STSE and GC perspectives, by bringing a great impact socio-environmental issue like the inadequate waste oil disposal.

Keywords: Green Chemistry, STSE, Soap Optimization, Saponification Value, Teaching-Research-Extension.

Autores: Flávia de Mello,^{1*} Sandra Inês Adams Angnes Gomes,² Edneia Durli Giusti,² Marilei Casturina Mendes Sandri³ y Samuel Robaert⁴

- 1 Universidade Regional de Blumenau - FURB, Brasil. *Autor para correspondencia: flavia.demello@hotmail.com
- 2 Instituto Federal do Paraná, Brasil. Mestre em Química
- 3 Instituto Federal do Paraná, Brasil. Doutora em Ensino
- 4 Instituto Federal Farroupilha, Brasil. Mestre em Ensino



DETERMINAÇÃO DO GRAU DE SAPONIFICAÇÃO DE ÓLEO RESIDUAL: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE QUÍMICA SOB AS PERSPECTIVAS CTSA E QUÍMICA VERDE

Introdução

O óleo vegetal empregado em repetidos processos de frituras pode causar problemas à saúde, uma vez que, quando é submetido a elevadas temperaturas, começa a sofrer um processo de degradação que se dá através de reações de oxidação e hidrólise ocasionadas pelo superaquecimento, contato com ar e a água liberada pelos alimentos. Além disso, quando o óleo residual é descartado incorretamente em pias, no solo ou diretamente em águas superficiais pode ocasionar entupimentos nas tubulações de esgoto, enchentes, poluição do solo e da água, encarecer o tratamento de efluentes, além de diversos outros prejuízos tanto para o ambiente quanto para a saúde (RAMOS JUNIOR *et al.*, 2011; RABELO & FERREIRA, 2008, p. 2). Esta constatação torna-se ainda mais preocupante, quando consideramos que os "brasileiros consomem aproximadamente três bilhões de litros de óleo de cozinha por ano" (MARTINS, 2007 *apud* SEGATTO, 2013, p. 2123) e que "um litro de óleo de cozinha que flui para um corpo hídrico tem potencial para contaminar um milhão de litros de água, o equivalente ao consumo de uma pessoa em 14 anos" (RABELO & FERREIRA, 2008, p. 2).

Movidos por essa problemática "socioambiental" "o projeto" de extensão Fábrica Escola de Detergentes do Instituto Federal do Paraná, "campus Palmas" considerou viabilizar a produção de sabão ecológico para amenizar impactos ambientais provocados pelo descarte de óleo residual. Entretanto, para tornar a produção do sabão ainda mais eficiente do ponto de vista econômico e ambiental, fez-se necessário avaliar seu índice de saponificação (I.S) para minimizar desperdícios com gastos de reagentes, incorporar átomos dos reagentes nos produtos e evitar danos à saúde, conforme prevêm os princípios da Química Verde (QV). Como campo de interesse da Educação Química ainda recente, a QV, segundo Anastas e Kirchhoff (2002), tem como função, desenvolver processos químicos mais eficientes e aperfeiçoar os já existentes, para que estes sejam menos nocivos ao ambiente.

Nesse sentido, "os professores" em parceria com os acadêmicos do curso de licenciatura em "Química" promoveram um projeto que integrou ensino, pesquisa e extensão e buscou cumprir os seguintes objetivos específicos: a) coletar óleo residual de frituras na cidade de Palmas - PR; b) otimizar a formulação do sabão a partir do cálculo do índice de saponificação e aplicação de métricas de química verde; c) produzir sabão a partir do óleo residual coletado; d) permitir o trabalho interdisciplinar entre componentes curriculares do curso a fim de construir conceitos químicos ligados à prática da produção de sabão; e) construir conhecimentos sobre os princípios da Química Verde; f) difundir saberes relacionados à problemática socioambiental em questão e à obtenção de sabão ecológico por meio de minicursos para acadêmicos do curso de licenciatura em Química, alunos do Ensino Médio e comunidade local; g) promover reflexões acerca das possibilidades da (re)utilização de óleo residual e da mudança de atitudes frente a problemas ambientais causados pelo descarte incorreto de óleo de fritura.



Dessa forma, a produção de sabão ecológico, ao permitir a articulação de inúmeros conceitos químicos em torno de um problema da vida real, permitiu o desenvolvimento do ensino em uma perspectiva CTSA, que se relacionou com a QV, colaborando para uma formação no viés da sustentabilidade socioambiental.

Metodologia

Este trabalho foi realizado por professores e estudantes do curso de licenciatura em Química do IFPR, com o objetivo de vincular atividades do projeto de extensão Fábrica Escola de Detergentes de forma interdisciplinar e contextualizada com a pesquisa aplicada no ensino dos componentes curriculares de Química Tecnológica, Química Orgânica e Estágio Supervisionado de Campo. Nesta perspectiva, o trabalho foi dividido em 04 etapas:

- **1ª etapa** - coleta do óleo residual - lanchonetes, doações da prefeitura municipal e em um colégio estadual.
- **2ª etapa** - adaptação e otimização da formulação do sabão pela determinação do I.S do óleo residual, que indica o número de miligramas de hidróxido de sódio (NaOH) necessários para saponificar um grama de óleo ou gordura, sendo o excesso de base determinado por titulação (BORSATO *et al.*, 2004; UCHIMURA, 2007).
- **3ª etapa** - avaliação da verdura química das formulações por meio das métricas holísticas, Matriz Verde (MV) e Estrela Verde (EV) e as métricas de massa, Economia Atômica (Ea) e Fator E, (MACHADO, 2014). A MV baseia-se na análise SWOT para avaliação de cumprimento de objetivos ou critérios previamente definidos. Nessa análise, após definidos os critérios identificam-se os pontos fortes e fracos e as oportunidades e ameaças que se colocam ao cumprimento desses objetivos. O conjunto dos pontos fortes e fracos corresponde à análise interna, enquanto as possibilidades e ameaças se constituem na análise externa. Para construção da MV é necessário fazer o inventário de todos os reagentes por meio da avaliação das fichas de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ), das condições experimentais e avaliar o cumprimento ou não dos princípios e critérios da QV, detalhados no Quadro 1.

Princípios da QV	Critérios de Análise	Pontos Fortes	Pontos Fracos
Princípio 1: Prevenção	C1. Riscos físicos	Substâncias sem indicação de risco físico	Substâncias com indicação de riscos físicos (Explosivo – E; Inflamável – F ou F+)
	C2. Riscos à saúde	Sem indicação de risco à saúde ou risco baixo (Prejudicial – Xn; Irritante-Xi)	Substâncias com indicação de toxicidade (Tóxico – T; Muito Tóxico; Corrosivo (C)
	C3. Riscos ao ambiente	Sem indicação de riscos para o ambiente (N)	Substâncias tóxicas ao ambiente (N)
	C4. Geração de resíduos	Não se formam resíduos ou geram-se resíduos inócuos	São gerados resíduos e estes representam perigos físicos, à saúde ou ao ambiente
	C5. Fator E ou Intensidade de Massa (MI)	Fator E ≤ 2 ou MI ≤ 3	Fator E > 2 ou MI > 3
P2: Economia Atômica	C6. Uso de reagentes em excesso	Não utiliza	Utiliza
	C7. % do excesso de reagente	$\leq 10\%$ de excesso	$> 10\%$ de excesso
	C8. Economia Atômica (%)	$\geq 33,3\%$	$< 33,3\%$

Quadro 1. Princípios e critérios para construção da Matriz Verde. Fonte: Adaptado de Costa, Ribeiro e Machado (2012).



P3: Síntese de Produtos menos perigosos	C10. Riscos físicos, à saúde ou ambientais decorrentes do produto principal obtido	O produto não representa qualquer tipo de riscos ou apresenta riscos baixos	O produto apresenta riscos físicos, a saúde ou ao ambiente, moderados ou severos
P5: Uso de solventes e outras substâncias auxiliares	C11. Consumo de solventes e auxiliares além dos reagentes iniciais	Não se faz necessário o uso de solventes e auxiliares ou estes são inócuos	Os solventes e/ou os auxiliares representam perigo moderado ou elevado para a saúde ou ambiente
	C11. Consumo de água como solvente ou reagente	Consumo baixo ($V \leq 50$ mL)	Consumo > 50 mL
	C12. Consumo de água como facilidade (resfriamento/banhos)	Consumo baixo ($V \leq 200$ mL)	Com consumo elevado ($V > 200$ mL)
	C13. Consumo de outros solventes além da água	Com consumo baixo ($V \leq 50$ mL)	Consumo > 50 mL
P6: Eficiência energética	C14. Consumo de energia	Realiza-se a Temperatura e Pressão Ambientas	Realiza-se em temperatura ou pressão diferentes da do ambiente
P7: Uso de substâncias renováveis	C15. Utilização de substâncias renováveis	Todas as substâncias são renováveis	Pelo menos uma das substâncias não é renovável
P8: Evitar a Formação de Derivados	C16. Uso de grupos bloqueadores, ou mudanças temporárias que geram resíduos	Não se faz necessário o uso de bloqueadores	Pelo menos uma etapa exige o uso de bloqueadores
9: Catálise	C17. Utilização de catalisador	Não se faz necessário	É necessário
	C18. Tipo de catalisador (homogêneo/heterogê-nebiocatalisador)	Homogêneo	Heterogêneo ou biocatalisador
	C19. Recuperação do catalisador	Não é possível recuperar	É possível recuperar
Princípios da QV Critérios de Análise		Pontos Fortes Pontos Fracos	
P10: Planificação para a degradação	C20. Uso de produtos degradáveis a produtos inócuos (não considerar a água)	Todos os reagentes usados são degradáveis ou tratáveis para a degradação	Pelo menos uma das substâncias não é degradável ou gera substância nociva em sua decomposição
	C21. Utiliza substâncias que podem ser reutilizadas em outras experiências ou recicladas após o uso	Utiliza	Não utiliza
P12: Química intrinsecamente segura	C22. Riscos de acidentes devido às substâncias envolvidas	No caso de substâncias (Xi, Xn ou sem indicação de riscos)	No caso de substâncias (T, T+, C, O, F, F+)
	C23. Devido ao uso de equipamentos (centrífuga; estufa, mantas; evaporador rotativo, bomba de vácuo e banho termostatizado)	Com riscos baixos ou moderados	Com riscos elevados
	C24. Devido ao uso de outros materiais comuns	Com riscos baixos ou moderados (vidrarias comuns, termômetros, densímetros, multímetros, etc)	Com riscos elevados (gás; fogões; bicos de Bunsen; etc); termômetros de mercúrio

Quadro 1. Princípios e critérios para construção da Matriz Verde. Fonte: Adaptado de Costa, Ribeiro e Machado (2012).

A MV permite verificar os pontos fortes, os pontos fracos, as ameaças do experimento e propor possibilidades para otimização de processos intrinsecamente mais seguros, com menos riscos à saúde, físicos e ambientais, bem como o gerenciamento de resíduos e priorizar o princípio da precaução, buscando promover a educação ambiental e a educação para a sustentabilidade socioambiental (SANDRI, 2016).



Igualmente, a métrica EV considera os mesmos princípios da QV vistos no Quadro 1. Entretanto, esta métrica de natureza gráfica permite simples comparações visuais. Conforme Ribeiro, Costa e Machado (2010, p. 759), "a métrica é constituída por uma estrela de tantas pontas quantos os Princípios da QV envolvidos no problema em análise, e o comprimento da ponta vai ser proporcional ao cumprimento do respectivo princípio". Para a construção da EV e os cálculos de massa, Fator E (razão de massas entre a totalidade de massa dos resíduos produzidos e a massa do produto desejado) e a Ea (métrica que mede a incorporação de átomos dos reagentes estequiométricos nos produtos, calculada pela razão entre a massa do produto e a soma de todos os compostos produzidos na reação) (MACHADO, 2014), utilizou-se a plataforma disponível em www.educa.fc.up.pt que permite uma análise automática das referidas métricas, a partir do preenchimento das informações acerca do experimento.

- **4ª etapa** - aplicação do projeto no ensino de Química e minicursos para comunidade. As ações de ensino, pesquisa e extensão foram conduzidas pela problematização contínua do tema produção de sabões com óleo residual de frituras a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre possíveis problemas ambientais, provocados pelo descarte incorreto do óleo e possibilidades de reutilização. Todas as atividades foram voltadas para o contexto de sociedade, tecnologia e ambiente com enfoque na QV. Dessa forma, a produção de sabão ecológico foi contextualizada com o conteúdo específico apoiado em aulas teóricas e experimentais investigativas, leitura e discussão de textos e artigos, recursos condizentes com o conteúdo, para posterior execução de minicursos para os estudantes do ensino superior e da educação básica e oficinas para a comunidade local.

Resultados e discussão

Adaptação e otimização da formulação de sabão ecológico pelo I.S

A fórmula de sabão em barra proposta por Borsato *et al.* (2004), adaptada pela substituição de 50% de gordura animal por óleo residual de frituras, indica o uso de 175 g de NaOH, (0,233 g NaOH/ 1 g de gordura). Após o I.S da matéria graxa, otimizou-se a fórmula com o uso de apenas 64,87 g de NaOH, (0,0865 g NaOH/ 1 g de gordura). O I.S mostrou que o excesso de NaOH pode ser evitado nas formulações de sabões, para isso, as formulações devem ser readequadas toda vez que se tem matéria graxa oriunda de diferentes fontes, pois sabões com alto teor de NaOH tornam-se inseguros e podem trazer riscos à saúde de quem o manuseia.

Avaliação da verdura química do sabão ecológico adaptado e otimizado

AMV da produção de sabão ecológico adaptado (Quadro 2), possibilitou verificar 08 pontos fortes e 16 pontos fracos dos 24 critérios avaliados. A partir disso, foi possível avaliar as ameaças experimentais e apresentar possibilidades para otimização da formulação, que se deu pelo I.S, tornando o produto final mais seguro. As melhorias aplicadas no processo de saponificação contribuíram principalmente com o gerenciamento de resíduos e a priorização do princípio da precaução, aumentando para 13 os pontos fortes da produção experimental do sabão otimizado. Além do mais, o próprio reaproveitamento de óleo residual de frituras para produção de sabão adaptado, biodegradável no meio ambiente, contempla plenamente o princípio P10 da Química Verde, que trata da planificação de degradação de substâncias nocivas a inócuas.



Pontos Fortes Sabão ecológico (adaptado)	Pontos Fracos Sabão ecológico (adaptado)	Pontos Fortes Sabão Ecológico (otimizado)	Pontos Fracos Sabão Ecológico (otimizado)
<p>C5. Fator E da formulação 0,0061 o que indica pouca geração de resíduo.</p> <p>C8. Economia Atômica (Ea) 94,378%.</p> <p>C10. O etanol é utilizado como auxiliar para homogeneização da formulação e aumentar o poder de limpeza.</p> <p>C12. Não se utiliza água para resfriamento.</p> <p>C13. Não se usa solventes.</p> <p>C17. Não se faz o uso de catalisadores.</p> <p>C21. O produto final (sabão) é reutilizável.</p> <p>C24. Riscos baixos quanto ao uso de vidrarias (termômetro, béqueres, bastões de vidro).</p>	<p>C1. Utilização de etanol com indicação de riscos físicos, inflamável (H225).</p> <p>C2. Uso de NaOH, corrosivo (H290); e riscos à saúde (H302); (H314), podendo causar queimaduras na pele do indivíduo e se inalado pode irritar as vias aéreas.</p> <p>C3. Substância com risco ambiental – Óleo residual de fritura (riscos ao solo, vida aquática e tratamento de efluentes).</p> <p>C4. O excesso de NaOH na formulação (110,125g) pode gerar resíduos.</p> <p>C6. Utiliza NaOH em excesso na formulação.</p> <p>C7. Percentual de NaOH em excesso superior a 10% (169,77 % de NaOH incorporado em excesso na formulação (110,13g).</p> <p>C9. O produto final (sabão) representa riscos moderados pelo excesso de NaOH, que cristaliza no processo de secagem do sabão, podendo causar queimaduras na pele.</p> <p>C11. Uso de água > que 50 mL. Para aproximadamente 2 Kg de sabão se utiliza 500 mL de água.</p> <p>C14. Reação realizada a 75°C e pressão ambiente.</p> <p>C15. Apenas o óleo e o etanol são renováveis, NaOH não renovável.</p> <p>C16. Não se faz necessário o uso de bloqueadores.</p> <p>C20. Excesso de NaOH não degradável a produtos inócuos.</p> <p>C22. Risco de acidente devido ao uso de substância corrosiva (NaOH) liberação de calor liberado no processo de saponificação.</p> <p>C23. Uso de aquecimento em bico de Bunsen ou fogão a gás com controle de temperatura (75°C).</p>	<p>C5. Fator E da formulação, 0. Não há geração de resíduos</p> <p>C6. Não utiliza NaOH em excesso, pois a formulação foi otimizada pelo índice de saponificação.</p> <p>C7. Não há excesso de hidróxido de sódio.</p> <p>C8. Economia Atômica (Ea) da formulação foi 100%.</p> <p>C9. O produto final (sabão) não representa riscos, pois a formulação não contém excesso de NaOH.</p> <p>C10. Incorporação de etanol (inócuo) na formulação para homogeneização da formulação e aumentar poder de limpeza.</p> <p>C12. Não se utiliza água para resfriamento.</p> <p>C13. Não se usa solventes.</p> <p>C17. Não se faz o uso de catalisadores.</p> <p>C20. Todos os reagentes (etanol, sal de ácido graxo – sabão, glicerina) são degradáveis e incorporados no produto final.</p> <p>C21. O produto final é reutilizável (utilizado para limpeza).</p> <p>C23. Uso de aquecimento brando (75°C) com chapa aquecedora .</p> <p>C24. Riscos baixos quanto ao uso de vidrarias (termômetro, béqueres, bastões de vidro). Substituição das vidrarias por recipientes plásticos.</p>	<p>C1. Utilização de etanol com indicação de riscos físicos, inflamável (H225).</p> <p>C2. Uso de NaOH, corrosivo (H290); e riscos à saúde (H302); (H314), podendo causar queimaduras na pele do indivíduo e se inalado pode irritar as vias aéreas.</p> <p>C3. Substância com risco ambiental – Óleo residual de fritura (riscos ao solo, vida aquática e tratamento de efluentes).</p> <p>C11. Uso de água > que 50 mL. Para aproximadamente 2 Kg de sabão se utiliza 500 mL de água.</p> <p>14. Reação realizada a 75°C e pressão ambiente.</p> <p>C15. Apenas o óleo e o etanol são renováveis.</p> <p>C16. Não se faz necessário o uso de bloqueadores.</p> <p>C22. Risco de acidente devido à liberação de calor liberado no processo de saponificação.</p>
Possibilidades	Ameaças	Possibilidades	Ameaças
<p>- Cálculo I.S. da mistura sebo/óleo para adequação da quantidade de NaOH.</p> <p>- Devem ser empregados todos os itens de segurança individual e coletivo para atenuar os riscos de acidente.</p> <p>- Substituir aquecimentos com gás de cozinha por chapas de aquecimento.</p> <p>- Substituir vidrarias por recipientes plásticos.</p>	<p>- É imprescindível o uso de bases fortes para a ocorrência das reações.</p> <p>- Reação extremamente exotérmica.</p> <p>- Os riscos inerentes aos reagentes são inevitáveis.</p>	<p>- Devem ser empregados todos os itens de segurança individual e coletivo para atenuar os riscos de acidente.</p>	<p>- É imprescindível o uso de bases fortes para a ocorrência das reações.</p> <p>- Reação extremamente exotérmica.</p> <p>- Os riscos inerentes aos reagentes são inevitáveis.</p>

Quadro 2. Matriz verde para produção de sabão ecológico adaptado e otimizado.
Fonte: Autoria própria

Durante a avaliação da MV, nota-se que os critérios que mais contribuíram com a veredura da reação de saponificação otimizada foram: a) o cálculo do I.S da matéria graxa melhorou os critérios do princípio P1, o qual trata de experimentos quimicamente mais seguros e a redução de geração de resíduos. Isso foi verificado através do Fator E, que passou de 0,0061 para 0, indicando a não geração de resíduos na formulação de sabão otimizado. Todo o NaOH da formulação foi totalmente incorporado na saponificação da matéria graxa, evitando o uso de 169,77 % de excesso desta base. Avaliar estes critérios demonstrou que a quantidade NaOH necessária no processo de fabricação de sabão deve ser cuidadosamente medida para evitar problemas de pH, alta alcalinidade no sabão, problemas na manipulação e até mesmo para evitar o desperdício de base; b) O princípio P2, que trata da economia atômica e redução do emprego de excesso de reagentes foi integralmente cumprido, garantindo que 100% dos átomos reagentes fossem incorporados no produto final da fórmula otimizada; c) O princípio P3, que visa a síntese de produtos menos perigosos, com menores riscos físicos, ambientais e a saúde, mostra-se parcialmente positivo pela saponificação do óleo residual. Contudo, o risco da manipulação do NaOH permanece, mesmo eliminando os excessos, não pontuando nas EVs (Figuras 1 e 2), conforme critérios estabelecidos por Machado (2014); d) O princípio P10 trata da planificação para a degradação, que foi possível pela incorporação de todo o NaOH no sabão que é biodegradável no meio ambiente; e) Também verificou-se melhorias no princípio P12, que trata de uma química segura, quando se propõe a substituição do aquecimento com chamas por chapa aquecedora, a substituição de vidrarias por material de plástico e o uso de equipamentos de segurança individuais e coletivos. Apesar da apresentação destas possibilidades, o uso do NaOH é uma das ameaças experimentais, não vindo a pontuar na estrela verde (Figuras 1 e 2).



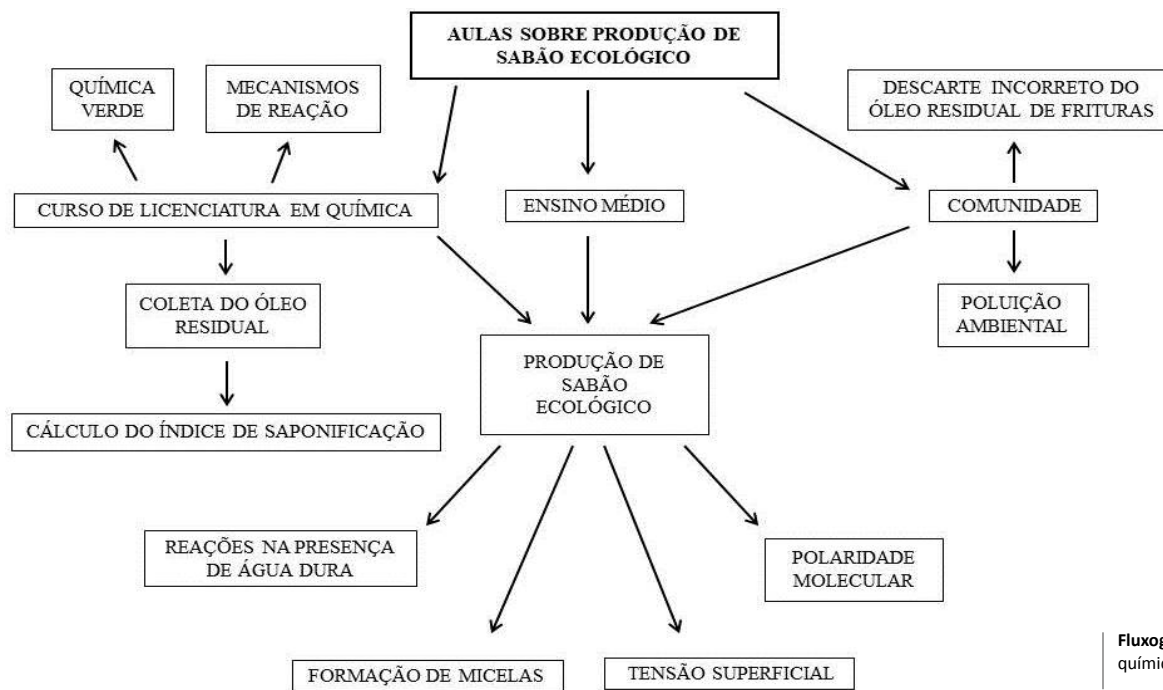
Figura 1 (esquerda). EV do sabão adaptado (IPE 50%)

Figura 2 (direita). EV de sabão otimizado (IPE 65%)

O sabão ecológico adaptado (Figura 1) mostra índice de preenchimento da EV (IPE) em 50%, atendendo integralmente os princípios P8 (não houve formação de derivados), P9 (não se fez o uso de catalisadores) e P10 (sabão biodegradável). Os princípios: P2 (economia atômica 94,378 %), P5 (uso de etanol como auxiliar), P6 (uso de aquecimento) e P7 (uso de etanol e óleo que são renováveis), foram atingidos parcialmente. Os P1, P3 e P12 não foram contemplados pelo uso do NaOH que causa riscos, forma resíduos e devido a questões de segurança, respectivamente. A EV do sabão otimizado (Figura 2), com IPE 65%, mostra melhorias significativas e visíveis graficamente nos P1 e P2 devido a redução do excesso de NaOH e conseqüente redução de riscos para os manipuladores do produto final (Fator E = 0).

Ensino de Química e Minicursos para a Comunidade

Destacamos que todas as ações práticas desenvolvidas neste trabalho, desde adaptação da formulação de sabão, a avaliação da veracidade do processo de saponificação e sua otimização foram atreladas aos conteúdos específicos das disciplinas de Química Tecnológica e Química Orgânica (SOLOMONS, 2009; BARBOSA, 2015; MC MURRY, 1997; BORSATO *et al.*, 2004). No Fluxograma abaixo é possível visualizar os aspectos que puderam ser abordados durante a aplicação do projeto.



Fluxograma 1. Tópicos do ensino de química abordados no projeto

A prática da produção de sabão ecológico como proposta de Educação Química, conduzida na perspectiva CTSA, permitiu desenvolver um trabalho ambientalmente responsável, embasado nos pressupostos da Química Verde. Assim, pode-se contribuir para a formação de cidadãos críticos, conscientes e preocupados com a sustentabilidade do planeta. Neste contexto, acredita-se que a contextualização do ensino de Química com o enfoque CTSA, corrobora com o que Santos (2007) defende: a) o desenvolvimento de atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; b) que a contextualização auxilia na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; c) encoraja os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano.

Na mesma perspectiva, ministrar oficinas para comunidade local, permitiu o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão em um contexto de “problema da vida real” (SANTOS, *et al.*, 2010, p. 76; VILCHES & PÉREZ, 2013). Segundo Santos *et al.* (2010, p. 75), “isso significa preparar o indivíduo a participar ativamente na sociedade democrática, na busca da solução de problemas que envolvam aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos”. Portanto, para além das questões técnicas e metodológicas, preocupou-se principalmente, em contribuir no preparo do cidadão para o uso dos espaços democráticos, em uma sociedade democrática e de forma a



contribuir decisivamente na mudança da postura da comunidade em relação ao descarte dos resíduos de óleo de cozinha. Tais fatos consolidam o entendimento da necessidade de que o Ensino de Química seja diretamente relacionado com os problemas do cotidiano dos estudantes, e da necessidade da articulação dos conceitos, em processo de desenvolvimento, em torno de questões do dia-a-dia.

Conclusão

Diante dos resultados apresentados é possível inferir que o projeto tem grande potencialidade para trabalhar aspectos conceituais químicos na formação de professores e na Educação Básica. Permitindo incursionar por uma abordagem CTSA e Química Verde, ao trazer à tona uma problemática socioambiental de grande impacto, como o descarte inadequado de óleo residual.

Os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais se entrelaçam nas etapas de desenvolvimento do trabalho e indicam que os conhecimentos químicos tomam significância, na medida em que permitem aos indivíduos reavaliar suas ações e intervir em sua realidade de modo a transformá-la para melhor. Tal intervenção vai ao encontro do que Chassot (2010) chama de alfabetização científica.

No que concerne a QV, o projeto permitiu explorar seus princípios - notadamente o princípio de prevenção à geração de resíduos. A abordagem da QV nesse trabalho de acordo com Sandri (2016) aproxima-se do que pode ser chamado como Modelo 3, por estar associado ao enfoque CTSA e à Educação Ambiental, e assim, à modelos de ensino mais críticos e progressistas (GOES, *et al.*, 2013).

Dessa forma, ao integrar o ensino a pesquisa e a extensão, o estudo cumpriu um papel formativo de grande relevância, por permitir aos professores em formação, colocar em prática um ensino na perspectiva do enfoque CTSA aliado à QV e a Educação Ambiental e que remetem à alfabetização científica. Somado a isso, os minicursos e oficinas para produção de sabão ecológico voltado para a comunidade acadêmica e local mostraram que é possível um ensino que remete a conscientização sobre a ideia de conservação do meio ambiente, contribuindo com a sustentabilidade socioambiental.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Paraná/IFPR

Referências

- Anastas, P. T. Kirchoff, M. M. (2002). Origins, current status, and future challenges of green chemistry. *Accounts of chemical research*, 35 [9], 686-694.
- Anastas, P. T.; Warner, J. C. (1998). *Green Chemistry: theory and practice*. Oxford: Ed. University Press: Oxford.
- Barbosa, A. B. Silva, R. R. (1995). Xampus. *Química Nova na Escola*, 2, 3-6.
- Borsato, D. Moreira, I. Galao, O. F. (2004). *Detergente Naturais e Sintéticos; um guia técnico*. (2ªed) Londrina.



- Costa, D. A.; Ribeiro, M. G. T. C.; Machado, A. A. S. C. Uma análise SWOT do contexto CTSS das atividades laboratoriais d ensino secundário. *Informativo de Química* 124 – jar.mar. 2012, p. 65-74.
- Chassot, A. (2014). Alfabetização Científica. Questões e desafios para a educação. (6.ed) Ijuí: Uniju.
- Goes, L. F. Leal, S. H. Cone, P. Fernandez, C. (2013). Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de químicaPCK aspects of Green Chemistry in university chemistry teachers. *Educación química*, 24, [1], 113-123.
- Machado, A. A. S. C. (2014). *Introdução às Métricas da Química Verde: uma visão sistêmica*, Florianópolis, BR: Ed. UFSC.
- Martins, H. Projeto transforma resíduos em oportunidades de negócios. Portal fator Brasil, 2007, consultado em 06 de novembro de 2017, em URL: https://www.revistafatorbrasil.com.br/ver_noticia.php?not=11650
- McMurry, J. (1997). *Química Orgânica*. Rio de Janeiro, Brasil: LTC Rio de Janeiro.
- Prado, A. G. S. (2003) Química verde, os desafios da química do novo milênio. *Química Nova*, 26, [5], 738-744.
- Rabelo, R. A.; Ferreira, O. M. Coleta seletiva de óleo residual de fritura para aproveitamento industrial. UCG, 2008. Consultado em agosto de 2017, em URL: ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/COLETA%20SELETIVA%20DE%20ÓLEO%20RESIDUAL%20DE%20FRITURA%20PARA%20AP....pdf
- Ramos Junior, A. Teixeira C. Amazonas V. J. Nava D. T. Moreira R. R. Zara R. F. Lobo V. S. Acidez em óleos e gorduras vegetais utilizados na fritura. In: Anais do III ENDICT – Encontro de Divulgação Científica e Tecnológica, 2011. Universidade Toledo: Tecnológica Federal do Paraná; 2011.
- Ribeiro, M. G. T. C. Costa, D. A. Machado, A. A. S. C. (2010). Uma métrica gráfica para avaliação holística da verdura de reações laboratoriais - “Estrela Verde”, *Química Nova*. 33 [3], 759-764.
- Sandri, M. C. M. (2016) *Tese de Doutorado*. Contribuições do enfoque CTSA e da QV na formação de licenciandos em Química. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, BR.
- Santos, W. L. P. Galiuzzi, M. C. Junior, E. M. P. Souza, M. L. Portugal, S. E. (2010). O Enfoque CTS e a Educação Ambiental: possibilidades de “ambientalização” da sala de aula de ciências. in: Santos, W. L. P. dos; Maldaner, O. A. *Ensino de Química em Foco*. Ijuí, Brasil: UNIJUÍ.
- Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1, n.esp., 1-12.
- Segatto, F. B. B. (2013). Conhecendo as formas de descartes do óleo saturado de cozinha para verificar a educação ambiental na escola. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 10, [10], 2122-2129.
- Solomons, G.; Fryhle, C. (1996). *Química Orgânica*. São Paulo, Brasil: LTC: Rio de Janeiro.
- Vilches, A. Pérez, D. G. (2013). Ciencia de la sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo. *Educación química*, 24, [2], 199-206.
- Uchimura, M. S. (2007). Dossiê Técnico: Sabão. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Instituto de Tecnologia do Paraná. 26 p.