

FÁBRICA ESCOLA DE DETERGENTES

Ensino, Pesquisa e Extensão

Edneia Durli Giusti
Sandra Inês Adams Angnes Gomes
João Paulo Stadler
Samara Geremia
Fabiana Kuiuva Signor
Viviane Aparecida de Souza dos Santos
Grazieli Del Sent da Silva



EDITORA
IFPR

FÁBRICA ESCOLA DE DETERGENTES

Ensino, Pesquisa e Extensão

AUTORES

Edneia Durli Giusti
Sandra Inês Adams Angnes Gomes
Joao Paulo Stadler
Samara Geremia
Fabiana Kuiava Signor
Grazieli Del Sent da Silva
Viviane Aparecida de Souza dos Santos

CURITIBA

2020



**EDITORA
IFPR**

**INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO, PESQUISA,
PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

Reitor do IFPR

Odacir Antonio Zanatta

Presidente da Editora IFPR

Marcelo Estevam

Vice-Presidente da Editora IFPR

Leandro Rafael Pinto

Coordenadora Editorial

Aline Cecília Ximenes de Andrade Bilbao

Direção Científica de Letras, Linguística e Artes

Dra. Joyce Luciane Correia Muzi

Conselho Editorial Científico

Dra. Cláudia Regina Hasegawa Zacar –
Universidade Federal do Paraná

Dra. Cristine Roberta Piassetta Xavier – Instituto Federal
do Paraná

Dr. Eduardo Fofonca – Instituto Federal do Paraná /
Universidade Federal do Paraná

Dra. Elaine de Moraes Santos – Universidade Federal do Mato
Grosso do Sul

Dra. Greicy Pinto Bellin – Centro Universitário Campos de
Andrade, Paraná

Dra. Juslaine Abreu Nogueira – Universidade Estadual
do Paraná

Dra. Laeticia Jensen Eble – Universidade de Brasília

Dr. Marcos Rizolli – Universidade Presbiteriana Mackenzie
de São Paulo

Dra. Marlene Aparecida Ferrarini Bigareli – Instituto Federal
do Paraná

Dra. Patricia Elisabel Bento Tiuman – Instituto Federal
do Paraná

Dra. Patrícia Graciela da Rocha – Universidade Federal
do Mato Grosso do Sul

Dra. Tatiana de Medeiros Canziani – Instituto Federal
do Paraná

Dra. Valéria Critina Vilhena – Universidade Metodista
de São Paulo

Todos os direitos desta obra são reservados.
Todos os conteúdos apresentados pelos autores em seus capítulos são de inteira responsabilidade dos mesmos.

Apresentação

Edneia Durli Giusti
Sandra Inês Adams Angnes Gomes
Joao Paulo Stadler

Coordenadora Editorial

Aline Cecília Ximenes de Andrade Bilbao

Revisão

Patrick Gomes

Capa e Contracapa

Jeferson Miranda Antunes
Ronaldo Cunha da Conceição

Imagem de Capa

Freepik

Diagramação e Projeto Gráfico

Ronaldo Cunha da Conceição (IFAC)

Parceria

Editora Ifac (EDIFAC)

Equipe Técnica Editorial

Aline Cecília Ximenes de Andrade Bilbao
Bárbara Rocha Bittencourt Sallaberry
Deise Daiane Gugeler Bazanella
Eduardo Fofonca
Elisson Mildemberg
Jeferson Miranda Antunes
Pedro Francisco Machado

Dados da Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Paraná
Biblioteca do Campus Curitiba

F126 Fábrica escola de detergentes: ensino, pesquisa e extensão /
Edneia Durli Giusti... [et al.] – Curitiba: Editora IFPR, 2020.

125 p. ; il. color.

Outros autores: Sandra Inês Adams Angnes Gomes, João Paulo
Stadler, Samara Geremia, Fabiana Kuiava Signor, Grazieli Del
Sent da Silva, Viviane Aparecida de Souza dos Santos

Inclui bibliografias.

E-book

ISBN : 978-65-88493-03-8

1. Sabão. 2. Caracterização - Sabão. 3. Química - Ensino. I.
Giusti, Edneia Durli.

CDD 23. ed. – 668.12

APRESENTAÇÃO

Esta obra consiste em uma compilação de atividades de ensino, pesquisa e extensão realizadas por docentes e estudantes colaboradores do projeto de extensão **Fábrica Escola de Detergentes**, vinculado ao curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná (IFPR), *Campus Palmas*.

O projeto de extensão possui caráter educativo e tecnológico, que possibilita aos acadêmicos participantes o desenvolvimento de habilidades e competências nos procedimentos de preparação, otimização e controle de qualidade de domissanitários, além de relações teórico-práticas voltadas ao ensino de Química e aos cuidados com o meio ambiente, a fim de alcançar metas sociais, ambientais e econômicas.

Nesse contexto, apresentamos a obra **Fábrica Escola de Detergentes – Ensino, Pesquisa e Extensão**, com o objetivo de encorajar professores em formação inicial ou continuada a desenvolverem e/ou participarem de projetos extensionistas com ênfase no ensino e na pesquisa.

Neste livro, apresentamos roteiros para fabricação de sabões à base de soro de leite e óleo residual de frituras, com o objetivo de motivar o reaproveitamento do subproduto do queijo e do óleo residual, como alternativa para redução dos problemas causados no tratamento de efluentes contaminados e outros impactos ambientais que ocorrem quando tais subprodutos são descartados incorretamente.

Ao mesmo tempo em que apresentamos uma alternativa para a produção de sabões com soro de leite, que

merece mais atenção em pesquisas isoladas para a sua otimização, também mostramos a importância da coleta seletiva de óleo residual de fritura e seu reaproveitamento para a produção de sabões ecológicos do tipo líquido e sólido. Entende-se isso como uma opção para diminuir o impacto ambiental, uma vez que, geralmente, esse resíduo é descartado de forma inadequada em ralos de pias, esgoto, solo e até mesmo nas ruas, poluindo o meio ambiente e causando prejuízos à sociedade.

No decorrer do texto, exibimos roteiros de controle de qualidade físico-química e os resultados de qualidade dos sabões produzidos com matéria residual (soro de leite e óleo de frituras). Assim, esperamos motivar estratégias que visem à busca de novos conhecimentos, por meio de situações-problema que instigam a reflexão, a pesquisa e a elaboração de planos de ação no ensino de Química, a fim de favorecer a autonomia intelectual do aluno e fortalecer sua responsabilidade no desempenho acadêmico por meio do aprendizado prático.

Todas as metodologias para produção e controle da qualidade dos sabões ecológicos produzidos na Fábrica Escola de Detergentes e difundidas no meio acadêmico, nas escolas da Educação Básica do município de Palmas (Paraná) e na comunidade local foram realizadas e descritas conforme orientam Shereve (1980), Borsato (2004), Barros (2009) e Gouveia et al. (2010). Um dos principais focos metodológicos deste livro está voltado ao fazer prático (manipulações) dos produtos no ensino de Química, com o intuito de estimular a construção de conhecimento técnico, por meio de recursos práticos, capacitando futu-

ros profissionais da Química com base em uma consciência ecologicamente correta.

A contextualização do projeto **Fábrica Escola de Detergentes** com o ensino de Química e a integração com a comunidade oportunizou aos acadêmicos do IFPR, especialmente aos alunos de Licenciatura em Química, o desenvolvimento de habilidades e de técnicas específicas da área, possibilitando a transposição didática vivenciada na sua prática.

Dessa forma, desafiamos os leitores desta obra, os atuais e futuros professores de Química, a ampliarem os horizontes, por meio de reflexões sobre a tomada de decisões mais adequadas à sua prática docente, com base na integração da prática de ensino com a pesquisa e a extensão.

Edneia Durlí Giusti

Sandra Inês Adams Angnes Gomes

João Paulo Stadler

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1	16
HISTÓRICO, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, PRODUÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS DO SABÃO	16
Breve histórico do sabão	16
Características físico-químicas do sabão	20
Descrição dos métodos de produção de sabões	29
CAPÍTULO 2	41
TÉCNICAS DE CONTROLE DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DOS SABÕES	41
Determinação da acidez das gorduras	41
Índice de saponificação	43
Insolubilidade em álcool	44
Alcalinidade livre ou ácidos livres	44
Alcalinidade total do material insolúvel em álcool (sais alcalinos)	45
pH	46
Teor de espuma	47
Umidade	48
Insolubilidade em água	48
Determinação de ácidos graxos e resinosos	49
Determinação de matérias voláteis a 100-105°C	49
CAPÍTULO 3	51
PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SABÃO DE SORO DE LEITE	51
Caracterização do soro de leite	51
Coleta do soro de leite	56
Formulação dos sabões a partir do soro de leite	58
Acidez do soro de leite e do sebo	61
Índice de saponificação do soro de leite	62
Outras propriedades físico-químicas	65
Considerações sobre o sabão de soro de leite	68

CAPÍTULO 4	69
PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SABÃO DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA	69
Coleta do óleo residual de fritura	69
Formulação dos sabões a partir do óleo de fritura	69
Acidez do óleo residual de fritura e do sebo	72
Índice de saponificação	73
Outras propriedades físico-químicas	76
Considerações sobre o sabão de óleo de fritura	77
CAPÍTULO 5	79
APLICAÇÕES DIDÁTICAS NO ENSINO	79
O tema “Sabões” no ensino de Ciências	79
Aplicações didáticas envolvendo a produção de sabões ecológicos	85
Estágio Supervisionado	86
Procedimentos metodológicos	88
Pibid	101
Projeto MOCUCA (Mostra Cultural do Colégio Estadual Alto da Glória)	102
Projeto Mulheres Mil, oficinas com a comunidade e Projeto RONDON	103
Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE)	103
CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
REFERÊNCIAS	110
APÊNDICE	115
SOBRE OS AUTORES	123

INTRODUÇÃO

Segundo Borsato *et al.* (2004), no Brasil, a indústria saboeira nasceu de uma forma bem simples, empregando o sebo de porco para a produção dos sabões. Porém, os produtos nacionais possuíam qualidade inferior aos de Portugal, onde a indústria era bem qualificada. As primeiras indústrias se instalaram na região de São Paulo e no Nordeste, localizadas próximas à indústria de óleo de coco, da qual as indústrias saboeiras recebiam os resíduos industriais para produzir o sabão. O aparecimento dos detergentes ocorreu em 1907, quando foi iniciada a utilização de matérias-primas como o perborato de sódio (NaBO_3), silicato de sódio (Na_2SiO_3), carbonato de sódio (Na_2CO_3) e o ácido sulfônico ($\text{R-SO}_3\text{H}$). Este último é muito utilizado para fabricar o detergente, por ser um tensoativo que se dissolve bem na água e em gorduras.

Com tantas evoluções em termos de qualidade e sustentabilidade, assim como inovações, a indústria saboeira vem se destacando cada vez mais no processo de fabricação. Portanto, podemos obter o produto com a utilização de vários recursos, até mesmo com matérias-primas recicláveis, como o soro de leite e o óleo residual de frituras. Essa atitude beneficia o meio ambiente, fazendo com que os subprodutos que seriam descartados sejam utilizados como matéria-prima de qualidade para um produto de uso diário.

O soro de leite é o líquido remanescente da precipitação e remoção da caseína do leite, sendo, portanto, um subproduto resultante da fabricação do queijo. Tecni-

camente chamado de lacto soro, seus principais componentes são: a lactose (4,5% - 5,0%), as proteínas solúveis (0,6% - 0,8%), os lipídios (0,4% - 0,5%) e os sais minerais (8,0% - 10,0%), de acordo com SISO (1996), citado por Leindecker (2012). Sua composição pode variar de acordo com o procedimento adotado para separação da caseína, podendo-se obter dois tipos de soro: o soro ácido (pH < 5,0) e o soro doce (pH 6,0 - 7,0).

O soro de leite é um subproduto de importância relevante, tendo em vista o volume produzido e também sua composição nutricional. Em média, a fabricação de 1 kg de queijo necessita de 10 litros de leite e fornece 9 litros de soro. Considerando, então, que a produção de queijos no Brasil está em torno de 450 mil toneladas por ano, tem-se o equivalente a 4,50 mil toneladas de soro produzidas no mesmo período (COSTA, 2012; SANTOS *et al.*, 2012).

O soro de leite pode ser abordado sob dois aspectos: como *agente de poluição*, se considerado produto descartável, visto que a descarga de soro em recursos de água pode provocar a destruição da flora e da fauna devido à sua alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO); ou como *produto nobre*, devido ao seu teor de proteínas ricas em aminoácidos e gorduras (NEVES, 2001 *apud* LEINDECKER, 2012). Devido ao alto teor de gordura presente no soro de leite, este pode ser empregado em processos de saponificação, pois sua composição conta com ácidos graxos e ésteres graxos que podem reagir com bases fortes (tais como hidróxido de sódio ou de potássio) para formar sais, denominados sabões. Por apresentarem ex-

tremidades carboxílicas altamente polares, esses sabões tendem a se dissolver na água, minimizando, dessa forma, o impacto ambiental.

Além do soro de leite, esta obra também apresenta os problemas em relação ao descarte inadequado de óleo residual de frituras. Essa prática acarreta uma crescente preocupação com o meio ambiente, pois o aumento do uso de óleos vegetais, frequentemente utilizados em frituras, produz danos quando despejados pelo ralo da pia, provocando o entupimento das tubulações nas redes de esgoto. Estima-se que um litro de óleo de cozinha descartado em um corpo hídrico contamine cerca de um milhão de litros de água, ou seja, o equivalente ao consumo de uma pessoa em um período de 14 anos. Os ambientalistas concordam que não existe um modelo de descarte ideal do produto, mas, sim, alternativas de reaproveitamento do óleo de fritura para a fabricação de biodiesel e sabão, por exemplo. O processo de saponificação, bem como a vantagem da reciclagem do óleo residual, apresenta-se como uma forma de trazer benefício ao meio ambiente e aos seres que nele habitam (PERREIRA *et al.*, 2010).

Nesse cenário, acredita-se que são cada vez mais necessários trabalhos de pesquisa e projetos extensionistas que visem a orientar e alertar a comunidade sobre a importância de cuidar, preservar e utilizar os recursos naturais e resíduos ponderadamente.

A falta de consciência e, muitas vezes, de informação por parte da população faz com que o óleo residual de frituras seja descartado em locais inadequados, como nos

rios e no solo. Nesse sentido, é evidenciada a importância das ações que visam a um trabalho de sensibilização da comunidade, que pode ser articulado com o Ensino de Ciências nas escolas da Educação Básica.

Dentre as possibilidades de reaproveitamento do óleo residual de frituras, podemos citar a confecção de tintas, cosméticos, detergentes e biodiesel. Uma alternativa muito simples, que pode ser realizada de forma doméstica e sem a necessidade de grandes equipamentos, é a produção de sabão ecológico, tanto em barras quanto líquido (MONARETTO e DALLA COSTA, 2012).

Nenhuma escola, nenhum sistema educacional será melhor do que a qualidade e a habilidade do professor. Porém, sua prática pedagógica dependerá de três fatores: qualidade básica, habilidade pessoal e preparo teórico e prático. No entanto, o quadro que a escola pública apresenta em relação às aulas ministradas pelo professor de Química é desanimador, considerando-se a falta de laboratórios, materiais e reagentes; o número reduzido de aulas; e a falta de incentivo para o aperfeiçoamento específico. Além disso, reconhece-se que é preciso reformular o Ensino de Química nas escolas, visto que as atividades experimentais são capazes de proporcionar um melhor conhecimento ao aluno, revelando a importância delas para o ensino das disciplinas.

Este livro apresenta uma alternativa para atividades diferenciadas de ensino, a partir da produção de sabões articulada com o conteúdo da Química. Essa proposta tem como objetivo principal motivar o professor da disciplina a conduzir um trabalho diferenciado, que resgate o interesse

do estudante e estimule sua aprendizagem, aproximando-o do real e dando significado ao conhecimento.

Edneia Durli Giusti

Sandra Inês Adams Angnes Gomes

Joao Paulo Stadler

HISTÓRICO, CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, PRODUÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS DO SABÃO

Breve histórico do sabão

Não é possível determinar uma data precisa para o surgimento do sabão, tendo em vista que existem várias versões sobre o seu aparecimento. Há, contudo, um ponto comum em todas elas: o fato de a descoberta ter sido acidental. Sendo assim, o sabão nunca foi um produto planejado, mas surgiu gradualmente da mistura de materiais alcalinos com matérias graxas, com alto teor de gordura (BALDASSO *et al.*, 2010; BORSATO, 2014).

Fontes revelam que um material semelhante ao sabão teria surgido na pré-história, com a descoberta do fogo. Segundo relatos, a descoberta do novo material se deu enquanto pedaços de carne eram assados: a gordura derretia e caía na cinza da fogueira, rica em carbonato de potássio, formando uma espécie de coalho branco após ser molhada com a água da chuva (BALDASSO *et al.*, 2010). Segundo Borsato (2004), foram encontrados cilindros de barro, de aproximadamente 2.800 a.C., em escavações da Antiga Babilônia, nos quais os habitantes do local ferviam gorduras misturadas a cinzas, o que configura essa prática como uma das atividades industriais mais antigas da História. Outra hipótese abordada pelo autor revela que os egípcios já confeccionavam um material semelhante ao sabão, formado por uma combinação de óleo animal e vegetal, que era utilizado para tratamento de doenças de

pele e também para o próprio banho. Finalmente, segundo uma antiga lenda romana, o nome *sabão* teria origem no Monte Sapo, um local onde eram realizados sacrifícios de animais. A água da chuva levava a mistura de sebo animal derretido com cinzas para as margens do rio Tibre, e as mulheres que lavavam roupas nas margens do rio descobriram que com essa mistura as roupas ficavam limpas com maior facilidade (ALBERICI e PONTES, 2004; FARIAS, 2017). Independentemente do local de fabricação, alguns dos inconvenientes na produção do sabão na Antiguidade eram o longo tempo para obtenção do produto final e a baixa qualidade dos sabões, ocasionada pela falta de reagentes adequados que hoje são disponíveis (BALDASSO *et al.*, 2010; BORSATO, 2004).

De acordo com Del Pino e Zago Neto (2011), no século XIII, com a proliferação das indústrias, o sabão passou a ser produzido em grandes quantidades. No início do século XIX, o químico francês Chevreul desvendou a estrutura química da gordura e demonstrou que a fabricação do sabão era um processo químico entre ela e um álcali. Na mesma época, Dormier completou a pesquisa de Chevreul, recuperando a glicerina da mistura da saponificação. O álcali era obtido pela lixiviação de cinzas de madeiras ou pela evaporação das águas alcalinas naturais. Por volta de 1910, surgiram no Brasil as primeiras fábricas de óleos de coco (principalmente o de babaçu), que são matérias-primas de excelente qualidade para a indústria saboeira e que possibilitaram a fabricação dos sabões marmorizados, cariocas, entre outros (BORSATO *et al.*, 2004). Hoje sabemos que as cinzas, em contato com a água, hidrolisam os

sais de sódio e potássio, produzindo hidróxidos que, ao entrarem em contato com a gordura, provocam a reação de saponificação (BALDASSO *et al.*, 2010; BORSATO, 2014), nome relacionado com a lenda romana supracitada.

Para Del Pino e Zago Neto (2011), a cinza, cujo caráter básico se deve à presença de carbonato de potássio (K_2CO_3), era utilizada em substituição à soda cáustica (NaOH) ou ao hidróxido de potássio (KOH). Considerando os vários métodos apresentados, é possível esquematizar o processo de produção de sabão como segue:

substância alcalina + gordura (animal ou vegetal) → sabão (ácido carboxílico)

Os sabões têm um uso amplo e tradicional como produto de limpeza e como veículo para substâncias ativas. Dentre as características favoráveis para sua utilização está a facilidade de enxágue após o uso, uma vez que podem ser completamente removidos mediante lavagem com água.

O sabão passou a ser produzido também na forma de detergente em 1907 e, em suas composições, foram acrescentados os óleos sulfonados obtidos por meio do tratamento de óleos vegetais e por glicerídeos de ácido graxos não saturados com ácido sulfúrico concentrado (BORSATO *et.al.*, 2004). Segundo Del Pino e Zago Neto (2011), após a Segunda Guerra Mundial, em razão da escassez dos óleos e gorduras, os detergentes sintéticos começaram a ser produzidos com derivados de petróleo, ocasionando sérios problemas ao meio ambiente devi-

do ao seu teor de espuma, que era muito alto. Oliveira (2011b) aponta que, com o desenvolvimento dos detergentes sintéticos, houve uma queda na produção do sabão, o que pode ser explicado, conforme Del Pino e Zago Neto (2011), pelo fato de que os detergentes não perdem sua ação tensoativa em presença de água dura (água com altos teores de íons cálcio e magnésio), enquanto que nos sabões essa propriedade se reduz grandemente, o que pode resultar na perda de seu poder de limpeza. Os sais formados pelas reações dos detergentes com os íons cálcio e magnésio, por sua vez, não são completamente insolúveis em água, permitindo sua permanência na solução e sua possibilidade de ação. Em presença de águas ácidas, os detergentes são menos afetados, pois possuem também caráter ácido e, novamente, o produto formado não é completamente insolúvel em água, permanecendo, devido ao equilíbrio das reações químicas, em solução e mantendo sua ação de limpeza.

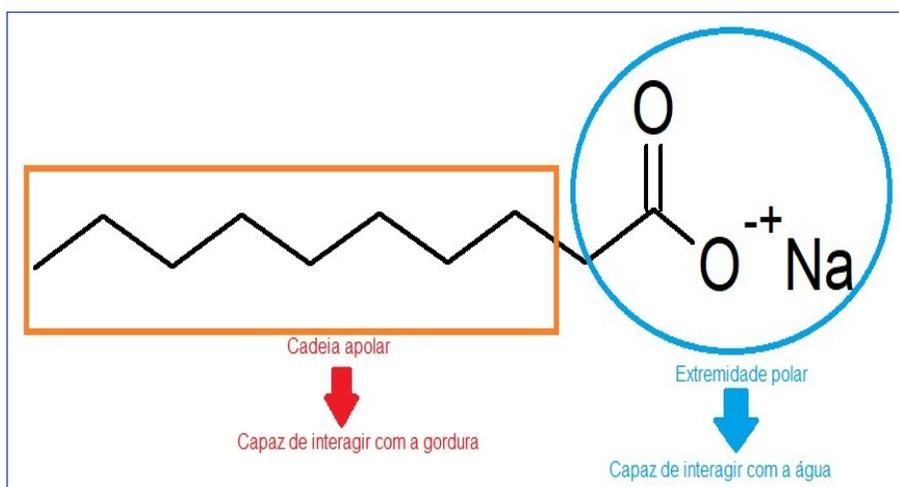
O desempenho do detergente é verificado por certos aspectos, dentre eles: a capacidade do detergente, formação e estabilidade de espuma, suavidade e facilidade de remover a sujeira. A tecnologia de formulação mais empregada atualmente combina tensoativos aniônicos, agindo como detergente, e tensoativos não-iônicos, atuando como estabilizadores de espuma, espessantes e reforçadores (BORSATO *et al.*, 2004).

A seguir, são apresentadas as características moleculares e de usabilidade que caracterizam os sabões. Na sequência, é feita a classificação dos tipos de tensoativos e suas aplicações.

Características físico-químicas do sabão

Conforme Zanin *et al.* (2001), sabões são produtos obtidos a partir da reação química de um álcali com uma matéria graxa, usualmente chamada de reação de saponificação. A parte polar é representada pelo grupo $\text{COO}^{-}\text{Na}^{+}$ e a parte apolar pelo radical **-R**, que é usualmente uma cadeia carbônica linear longa. O grupo polar tem características semelhantes em todos os sabões, de modo que seu radical é o responsável pelas diferenças nas propriedades do produto final. Sendo assim, os melhores sabões são aqueles que apresentam de 12 a 18 átomos de carbono no radical **-R**, sendo suas características tensoativas aproveitadas quando ele está em solução aquosa e temperatura elevada. Pelo fato de ser solúvel, tanto em solventes polares como em solventes apolares, o sabão é classificado como uma molécula anfifílica, sendo representado esquematicamente conforme a Figura 1 (OLIVEIRA, 2011b).

Figura 1: Representação de uma molécula de ácido graxo (sabão)

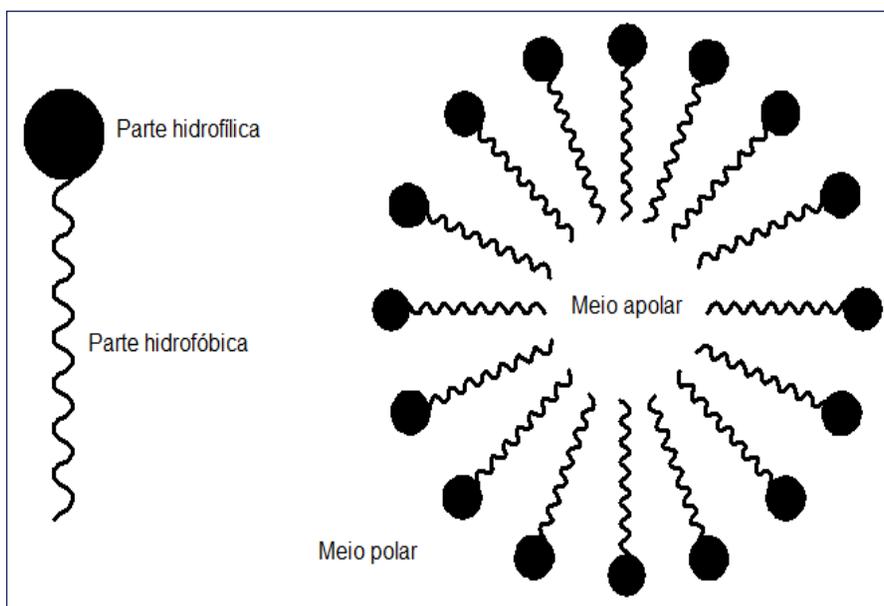


Fonte: autoria própria.

A representação esquemática do tensoativo (Figura 1) destaca a característica anfifílica da molécula do sabão. A parte apolar se agrupa à parte apolar das sujidades por meio de interações *van der Waals*, assim como a parte polar, por meio de ligações de hidrogênio e/ou dipolo-dipolo, liga-se intermolecularmente com a parte polar em meio aquoso, formando uma micela (OLIVEIRA, 2011b).

Conforme a regra “*polar dissolve polar e apolar dissolve apolar*”, ou seja, *semelhante dissolve semelhante*, cada extremidade apolar vai procurar um ambiente apolar, agregando-se umas às outras no interior da micela. Se o meio externo for aquoso, as extremidades polares projetam-se da periferia dos agregados para o interior do solvente polar (a água). Os grupos carboxilato alinham-se à superfície das micelas, rodeados por uma atmosfera iônica constituída pelos cátions do sal. As micelas mantêm-se dispersas devido à repulsão entre as cargas de mesmo sinal das respectivas superfícies, como pode ser representado (Figura 2) na seguinte estrutura micelar (MONARETTO e DALLA COSTA, 2012):

Figura 2: Formação da micela do sabão com caráter polar e apolar



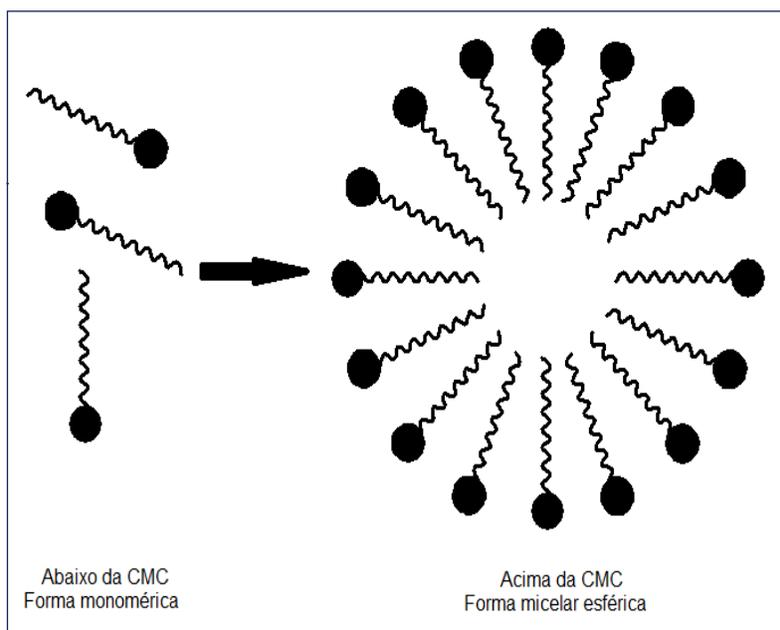
Fonte: autoria própria.

O processo de formação das micelas é denominado emulsificação. O detergente atua como emulsificante, ou seja, apresenta a propriedade de fazer com que o óleo se disperse na água na forma de micelas (PERUZZO e CANTO, 2003).

Segundo Maneasse (2001), no meio aquoso, os tensoativos se agrupam à parte apolar após uma determinada concentração denominada *Concentração Micelar Crítica* (CMC), formando micelas. Abaixo da CMC, o tensoativo está predominantemente na forma de monômeros. Quando a concentração está próxima da CMC, existe um equilíbrio dinâmico entre monômeros e micelas. Em concentrações acima da CMC, as moléculas possuem um diâmetro entre 3 - 6 nm, o que representa de 30 - 200 monômeros. A CMC depende da estrutura do tensoativo, ou seja, do tamanho da cadeia carbônica e das condições experimentais, como as

forças iônicas, contra-íons, temperatura, entre muitos outros fatores. A Figura 3 mostra os monômeros do tensoativo (abaixo da CMC) e a formação de micelas (acima da CMC).

Figura 3: Formação do agregado micelar abaixo da CMC e acima da CMC.

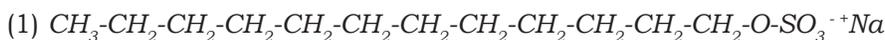


Fonte: autoria própria.

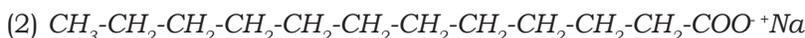
Um composto será considerado tensoativo se reduzir a tensão superficial da água, permitindo a emulsão de óleos e gorduras ao alterar, por consequência, a tensão interfacial de dois líquidos imiscíveis (BARBOSA e SILVA, 1995). Existem vários tipos de tensoativos que promovem a emulsificação. Dentre eles, podemos citar:

Tensoativos Aniônicos: de acordo com o apresentado por Barbosa e Silva (1995), a maior parte dos sabões ou detergentes aniônicos, que são os mais utilizados na limpeza doméstica no Brasil, contém *alquilbenzeno-sulfonatos*

de sódio de cadeia linear. Esses compostos apresentam excelentes propriedades de detergência e poder de espuma, mas apresentam problemas na solubilidade em água na presença de eletrólitos, aumentando o risco de turvação em algumas formulações. Outros tipos de detergentes ou sabões aniônicos, por sua vez, utilizam os *sulfatos de alquila*, como o *sulfato sódico de laurila*. Outro tensoativo aniônico é o *lauril éter sulfato de sódio* ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2(\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2)_n\text{OSO}_3\text{Na}$). As estruturas abaixo representam um *alquilbenzeno-sulfonato de sódio*, de cadeia linear (1), e um *carboxilato de sódio* (2).



Sal de ácido sulfônico (sulfonato) – presente em detergentes



Sal de ácido carboxílico (carboxilato) – presente em sabões

Um tensoativo aniônico causa aumento do teor de espuma, da capacidade de dispersão de sujeira oleosa, da solubilidade das sujidades em água, da tolerância a eletrólitos e da compatibilidade com a pele. São usados em cosméticos devido a seu baixo potencial de irritabilidade da pele, alto poder de espuma e excelente solubilidade.

Tensoativos Catiônicos: segundo Barbosa e Silva (1995), os agentes catiônicos contêm carga positiva (cátion) sendo a parte hidrofílica. São *sais quaternários de amônio* produzidos pela reação de substituição nucleofílica de haleto de alquila por aminas. Os quatro átomos de carbono estão ligados ao nitrogênio por meio de uma ligação covalente, enquanto seus ânions, por ligação iôni-

ca. Por ser uma cadeia carbônica, lipofílica, unida a um grupo básico hidrófilo, a molécula exercerá uma ação sobre a tensão superficial. Não são utilizados nos detergentes domésticos, pois apresentam fraco poder detergente, mas são notáveis umectantes e possuem grande poder de dispersão. Por causa da sua incompatibilidade, são inativados ou precipitados por agentes aniônicos como o sabão (GALÃO *et al.*, 2003).

Formulação de um tensoativo catiônico



Parte lipofílica Parte hidrofílica

Tensoativos Não-Iônicos: não apresentam nenhuma carga em suas moléculas. Possuem uma parte lipofílica e outra hidrofílica que se solubilizam em água, ligando-se por meio da interação de hidrogênio, como pode ser representado na seguinte fórmula do éter *nonilfenol poliglicólico*. São utilizados em xampus e outros cosméticos (GALÃO *et al.*, 2003).

Formulação de um tensoativo não-iônico



(éter nonil fenol poliglicólico).

Tensoativos anfóteros: proporcionam o aumento de viscosidade e estabilização da espuma. Um tensoativo importante nessa categoria é o *coco amido propilbetaína*. Esses tensoativos não são adequados para serem utilizados como tensoativo principal, devido a seu alto custo e baixo desempenho como detergente. São chamados de anfóteros, pois em pH ácido adquirem características catiônicas

e podem reagir com alguns tensoativos aniônicos, ocasionando turvação e/ou precipitação, enquanto que em pH básico atuam como tensoativo aniônico (MERCADANTE e ASSUMPÇÃO, 2010).

A adequação do sabão acabado (produto final) em relação aos diferentes meios de aplicação e o aprimoramento de suas propriedades dependem de propriedades físico-químicas detectadas no processo de controle de qualidade, durante a fabricação do sabão (BORSATO *et al.*, 2004). Dentre essas propriedades, destacam-se:

Alcalinidade e pH: é a capacidade que a massa de sabão dotada de álcali forte tem de reagir com o material graxo e neutralizá-lo até o pH definido. A alcalinidade livre ideal para um bom sabão acabado está na faixa de 0,1% a 0,5% e o pH, em torno de 10. Segundo Oliveira (2008), os compostos alcalinos presentes no sabão promovem a saponificação de sujidades oleosas, porém sua ação é restrita, pois os sabões não atuam em todo tipo de sujeira devido à ausência de um efeito solvente que auxilia na solubilidade de materiais graxos. Além disso, não arrastam sujeiras presentes em águas duras (águas com sais de cálcio e magnésio).

Agente espumante: o sabão, por si só, não retira sujidades. Seu poder de detergência ocorre graças aos agentes umectantes (espumante, molhante e emulgente) presentes em sua composição, que diminuem a tensão superficial dos solventes, permitindo maior contato dessas substâncias com os líquidos que as arrastam, resultando na limpeza. A espuma resulta de uma estrutura regular de moléculas de tensoativo ligadas na interface da molécula de água. Em aplicações normais, principalmente no

campo doméstico, a formação e a estabilidade da espuma é uma característica desejada basicamente por efeito estético (BORSATO *et al.*, 2004).

Agente emulgente: os tensoativos, também chamados de surfactantes ou emulgentes, atuam diminuindo a tensão superficial entre dois líquidos, mantendo a emulsão. Esta ocorre entre dois líquidos imiscíveis e os tensoativos atuam na interface entre os líquidos, diminuindo a tensão superficial entre os dois e permitindo que se misturem, possibilitando a emulsão.

Agente molhante: Souza (2018) exemplifica a ação do sabão como agente molhante da seguinte forma: ao soprar um pouco de pó de enxofre sobre a superfície livre da água pura contida num recipiente, as partículas permanecem na superfície da água, pois esse elemento é menos denso do que ela. Porém, ao juntarmos algumas gotas de uma solução de sabão, as partículas de enxofre são molhadas e descem na água até ao fundo do recipiente. Os átomos de sódio (Na) e oxigênio (O) localizados em sua extremidade são responsáveis pela sua capacidade de reduzir a tensão superficial da água, garantindo, dessa forma, um caráter tensoativo, permitindo à água molhar superfícies.

Agente surfactante: os surfactantes nos sabões e detergentes sintéticos efetuam, na lavagem, a ação de limpeza primária e o espumejamento. São constituídos por parte hidrofílica, geralmente iônica, e parte lipofílica, formada por hidrocarbonetos com oito a dezoito átomos de carbono ligados de forma linear ou ligeiramente ramificados, contendo, na maioria dos produtos, um anel benzoico (GALÃO *et al.*, 2003).

Poder de limpeza do sabão: a molécula que constitui o sabão pertence à função química *sal de ácido carbônico* e possui pelo menos uma ligação com característica tipicamente iônica e, portanto, polar. Essa polaridade, em conjunto com o considerável tamanho da cadeia carbônica apolar, possibilita que o sabão se dissolva em substâncias polares e apolares simultaneamente, atribuindo a ele seu poder de limpeza (PERUZZO e CANTO, 2003). Em contrapartida, quando se coloca apenas água na superfície que contém gorduras, não ocorre interação entre as moléculas de água (polares) e as que constituem a sujeira (geralmente apolares).

Os sabões têm um amplo uso, sendo empregados, além da limpeza doméstica, em medicina e farmácia, como produto de limpeza e como veículo para substâncias ativas. Dentre as características favoráveis para sua utilização em tais campos estão: a grande facilidade de enxágue na utilização, uma vez que podem ser completamente removidos mediante lavagem com água; a facilidade de remoção completa com álcool, quando o uso de água não for possível ou aconselhável; economia na utilização; existência de ação desinfetante própria; tempo de atuação mais curto do que o das pomadas e cremes, em geral; e como estimulante da ação fisiológica da pele. O sabão sólido ou hidratado constitui-se em um sólido cristalino polimórfico, isto é, sua estrutura cristalina pode apresentar-se sob diversas formas, com cristais que têm ponto de fusão perfeitamente definidos (Zanin *et al.*, 2001).

Galão *et al.* (2003) afirmam que o sabão, por natureza, é totalmente biodegradável, não interagindo com a

fauna e a flora aquática, embora os produtos formulados a partir de ingredientes ativos do tipo aniônico, como os sais de *alquilbenzenosulfonados de sódio* lineares, causem o inconveniente de formação acentuada de espumas nos cursos de águas receptores. Os detergentes apresentam em sua composição um fosfato complexo que, na presença de água dura, garante um bom desempenho do agente tensoativo, mas que, por outro lado, causa diversos problemas ecológicos.

Descrição dos métodos de produção de sabões

Neste item, descreveremos brevemente as matérias-primas que podem ser utilizadas na produção de sabões. Em seguida, explicaremos a reação de saponificação.

Matérias-primas empregadas na produção de sabões

De modo geral, a produção de sabões compreende a reação de saponificação que envolverá um composto com características de graxas (rico em óleos ou gordura) e uma base inorgânica solúvel. O principal produto obtido será o sal de ácido graxo correspondente e água.

Óleos e gorduras

Os termos óleos e *gorduras* se referem a substâncias de origem animal ou vegetal, insolúveis em água, que são constituídas principalmente por triglicerídeos. A diferença entre eles, segundo o Conselho Nacional de Normas e Padrões para alimentos, é o estado físico em que se apre-

sentam a uma temperatura abaixo de 20°C: os óleos são líquidos e as gorduras são sólidas ou semissólidas.

Os ácidos graxos correspondem a 95% da composição de óleos e gorduras e sua diversidade estrutural é fundamental para as propriedades, para a determinação da qualidade e para a classificação de óleos e gorduras. Os ácidos graxos são ácidos orgânicos lineares que diferem tanto pelo número de carbonos que constituem sua cadeia quanto pela presença de instaurações. Os triglicérides são ésteres formados pela condensação de ácidos graxos e do triálcool conhecido popularmente por glicerina ou glicerol.

Os óleos são um dos itens mais consumidos na refeição do brasileiro, pois, além da utilização em frituras, eles estão intrinsecamente presentes na composição de leguminosas, carnes e frutas. Esse fato reflete diretamente na questão do lixo, que se tornou um dos problemas mais graves da atualidade. Em função disso, a reciclagem é uma forma muito atrativa de gerenciamento de resíduos, pois transforma o lixo em insumos, com diversas vantagens ambientais.

Soro de leite

O soro lácteo pode ser definido como a fração aquosa do leite que é separada da caseína durante a produção de queijos, correspondendo a cerca de 90% do volume da bebida, dependendo do tipo de queijo processado. É um subproduto de importância relevante, tendo em vista a quantia produzida. Quanto à sua composição nutricional, no soro

encontramos cerca de 50% dos sólidos do leite, sendo 6,6% de sólidos totais, 0,8% de proteínas, 5,0% de lactose, 0,7% de cinzas e 0,1% de gordura (ALMEIDA *et al.*, 2013).

São três os subprodutos gerados pelas indústrias de laticínios sob a forma de resíduos líquidos: o soro, o leite-lho e também o leite ácido. Dentre os citados, o primeiro é de maior importância, tanto pelo volume produzido quanto pelo seu poder poluente, e em decorrência dos problemas enfrentados pelas indústrias para efetuarem o tratamento dele como resíduo industrial.

O potencial de poluição desse subproduto é aproximadamente cem vezes maior que o de um esgoto doméstico. Atualmente, o descarte do soro diretamente nos cursos d'água constitui prática adotada pela maioria das usinas brasileiras. Apesar das tentativas de utilização pela indústria química, a produção desse resíduo do leite é muito alta, pois para cada quilograma de queijo são produzidos nove litros de soro.

Ainda segundo Almeida *et al.* (2013), o soro de leite, quando considerado resíduo líquido industrial, é despejado junto com os demais resíduos líquidos das indústrias de laticínios, o que pode significar a ineficiência do sistema de tratamento. Por apresentar alta concentração de matéria orgânica (DBO entre 25.000 e 80.000 mg.L⁻¹) e deficiência de nitrogênio, sua estabilização por métodos convencionais de tratamento biológico é dificultada. Logo, a identificação de alternativas para um aproveitamento adequado do soro de leite é de extrema importância e, dentre as alternativas, pode ser citada a fabricação do sabão, por ser fácil e econômica.

Hidróxidos

Dentre os grupos de substâncias utilizadas na fabricação de sabões, podemos citar, além das substâncias saponificáveis, como óleos e gorduras vegetais e animais, as substâncias sanificantes (hidróxido de sódio e potássio, aminas e amônia), bem como outras substâncias aditivas que aumentam a detergência ou conferem características específicas ao sabão. São exemplos de sanificantes:

Hidróxido de sódio (NaOH) e Hidróxido de potássio (KOH): mais conhecidos como soda cáustica e potassa, se enquadram como bases metálicas do grupo 1 da classificação periódica dos elementos (metais alcalinos). São bases fortes, e, ao serem empregadas na fabricação do sabão, conferem consistência e dureza ao produto. Podem ser encontradas na forma de pastilha ou escama, ou ainda líquida em uma concentração de 50%. Se exposto ao meio ambiente, transforma-se em um líquido incolor (MERCADANTE e ASSUMPÇÃO, 2010).

Hidróxido de Cálcio (Ca(OH)₂) e Hidróxido de estrôncio (Sr(OH)₂): bases do grupo 2 (metais alcalinos terrosos), usados na produção de sabões moles.

Hidróxido de amônio (NH₄OH): base usada na produção de sabões líquidos.

Conforme mostrado brevemente acima, os sabões podem ser chamados de duros, moles ou líquidos em função do hidróxido empregado em sua composição.

O sabão duro (sólido ou hidratado), obtido com bases alcalinas de sódio e potássio, constitui-se em um sólido cristalino polimórfico, isto é, sua estrutura cristalina

pode se apresentar sob diversas formas, com cristais que têm ponto de fusão perfeitamente definido.

Os sabões moles são fabricados com hidróxido de cálcio ou estrôncio, são viscosos e, em geral de cor verde, castanha ou amarela clara. Podem conter pequenas quantidades, que geralmente não ultrapassam 5%, de produtos tensoativos naturais ou sintéticos (UCHIMURA, 2007).

O sabão líquido tradicional é produzido a partir de óleos, contendo uma grande quantidade de ácido oleico. A estes é adicionado hidróxido de amônio, metodologia que foi posta de lado devido ao odor e ao aspecto final do sabão produzido (escuro e de odor intenso).

Etanol

É o álcool de uso doméstico (54%). Tem função de acelerar a reação de saponificação (como catalisador), conferir transparência ao sabão e aumentar o poder de limpeza do produto.

Aditivos

Consideramos aditivos as substâncias que, diferentemente das citadas, não são essenciais à produção de sabão. As várias finalidades dessas substâncias podem ser relacionadas, geralmente, a questões estéticas e de comercialização. Dentre os aditivos, podemos citar:

Corantes: substâncias naturais ou sintéticas, responsáveis por conferir a cor ao sabão, já que seus compostos químicos têm o poder de mudar a coloração das

substâncias com as quais entram em contato. Os corantes mais indicados são à base de água, pois duram mais, ou os corantes alimentícios, que normalmente não causam nenhum tipo de reação alérgica. É importante também combinar a cor do sabão com a essência. As formas de fixação das moléculas de corante em meio aquoso envolvem basicamente quatro tipos de interações: ligações iônicas, de hidrogênio, de Van der Waals e covalentes (MARCONI e GORAYEB, 2012).

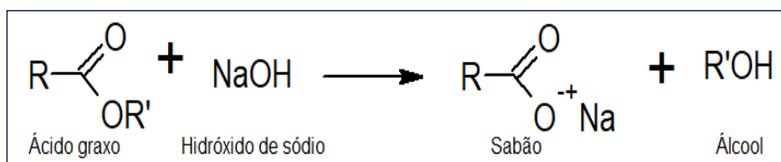
Essências: são utilizadas para odorizar o produto e tornar o seu uso mais agradável, encobrendo o cheiro forte dos tensoativos e da sujeira na água de lavagem. Quanto às suas fórmulas, a maioria delas são naturais, feitas de óleos de flores e ervas, misturadas a substâncias químicas que realçam o odor (MERCADANTE e ASSUMPÇÃO 2010).

Espessantes: se o sabão for aniônico ou catiônico, e não havendo preocupação com ferrugem, pode-se utilizar eletrólitos, tais como cloreto de sódio, sulfato de magnésio, sulfato de sódio ou ureia. Deve-se somente tomar o cuidado de introduzi-los na mistura quando o pH estiver em torno de 6,5 a 7,5, pois, caso contrário, pode ocorrer o turvamento do sabão com possível separação de fases. Se o tensoativo utilizado for não iônico ou se houver problema com ferrugem em sua utilização, sugere-se usar alcanolamidas, carboidratos ou polieletrólitos. Os espessantes têm a capacidade de aumentar a viscosidade das formulações, sendo que maior viscosidade indica maior concentração e, conseqüentemente, maior rendimento (SOUZA JUNIOR, 2011).

Reação de saponificação

A reação de saponificação ficou muito conhecida em virtude de sua grande utilização na indústria de confecção de sabão em barra e sabonetes. Para que essa reação aconteça, é necessária a mistura de um éster e uma base forte com água, e também aquecimento. O produto final é um sal orgânico e álcool. A figura 4 demonstra o processo de obtenção do sabão:

Figura 4: Equação geral para a obtenção de sabão.



Fonte: autoria própria.

Industrialmente, o sabão é produzido por meio da saponificação do sebo, a 60°C, por soda cáustica líquida até a neutralização (pH 6,5 – 7,5). À mistura, é adicionado cloreto de sódio em solução, a fim de flocular o sabão. A pasta é colocada em um agitador mecânico e agitada até o endurecimento e a quebra da molécula do sabão. Essa reação tem como resultado a liberação do glicerol e a formação de sais de ácidos graxos, originados pela incorporação do sódio à molécula do ácido.

As reações de saponificação servem de base para importantes determinações analíticas, as quais têm por objetivo informar sobre o comportamento dos óleos e gorduras em certas aplicações alimentícias, bem como estabelecer o grau de estabilidade e, ainda, verificar possíveis fraudes e adulterações.

A gordura é de extrema importância para o preparo de um sabão, pois uma vez que óleos e gorduras são ésteres, eles sofrem uma reação de hidrólise ácida ou básica. A hidrólise ácida produzirá simplesmente o glicerol e os ácidos graxos constituintes. Já a hidrólise básica produzirá o glicerol e os sais desses ácidos graxos. Assim, aquecendo gordura em presença de uma base, obtém-se uma reação química que produz sabão. Essa reação de hidrólise básica entre um triéster de ácidos graxos e glicerol é chamada de *saponificação* (PERUZZO e CANTO, 2003). O sabão produzido é um sal de ácido carboxílico, possuindo uma cadeia carbônica longa ligada a uma parte polar. A extremidade polar do sabão, solúvel em água, e a cadeia longa apolar, solúvel em óleos, faz com que, quando uma gota de óleo é atingida pelo sabão, ocorra a emulsificação com a água, permitindo o arraste das gorduras (SOUZA JUNIOR, 2011). Essa reação, também chamada de *transesterificação*, ocorre via substituição nucleofílica. As reações de neutralização e de saponificação servem de base para as determinações analíticas, como o índice de saponificação e o índice de acidez (COSTA, 2012).

Segundo Costa (2012), o hidróxido de sódio é a base mais utilizada na reação de saponificação (embora as reações possam ser catalisadas por qualquer base), sendo assim denominada *catálise básica geral*. Quando apenas uma base é eficaz para a neutralização, esta é então conhecida como *catálise básica específica*. Isso acontece porque seu íon OH^- (hidróxido) é um nucleófilo mais reativo que a água. Sendo assim, a reação de hidrólise envolve um ataque nucleofílico por íon OH^- , que acontece a uma taxa

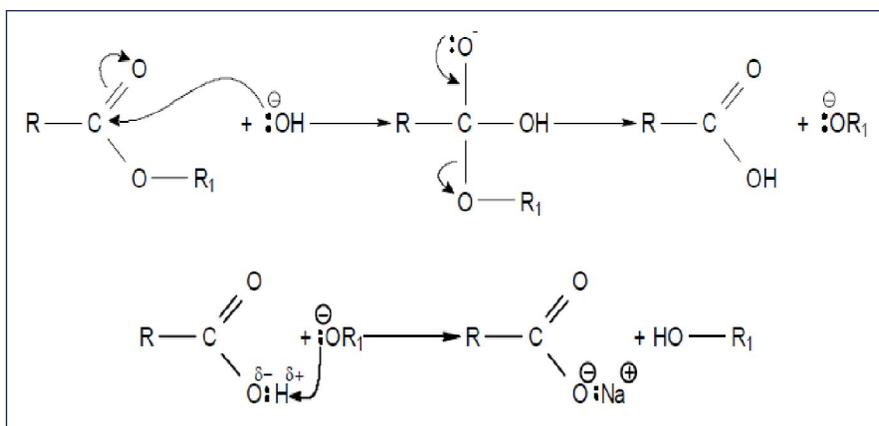
maior que o caminho que envolve o ataque nucleofílico somente pela água.

A reação de hidrólise alcalina ocorre quando o átomo de carbono com hibridização sp^2 da carboxila (forma três ligações sigma (σ) e o quarto elétron de valência permanece em um orbital p do átomo de carbono, formando uma ligação pi (π) pela sobreposição com o orbital p no átomo de oxigênio; os orbitais restantes são ocupados pelos dois pares de elétron do oxigênio não ligantes) é atacado pelo reagente nucleofílico (OH^-). Esse ataque ocorre devido à carboxila de ácidos graxos e triacilglicerídeos apresentar estrutura trigonal plana em torno da ligação dupla, com ângulo de ligação de 120° . A ligação dupla carbono-oxigênio é polarizada em virtude da alta eletronegatividade do oxigênio em relação ao carbono. Os compostos carbonílicos apresentam momentos de dipolo considerável, sendo que o efeito mais importante da polaridade é sobre a reatividade química da ligação dupla $C=O$. Isso acontece em decorrência de o átomo de carbono do grupo carbonila possuir uma carga positiva parcial, comportando-se como um eletrófilo mais conhecido como ácido de Lewis, e reagindo com o nucleófilo, que é uma base de Lewis. Segundo a teoria ácido-base de Lewis, a base doa elétrons e o ácido recebe elétrons. O mecanismo da reação de hidrólise alcalina de ácidos carboxílicos e derivados pode ser explicado pela adição e posterior eliminação, ou acil-substituição, ou ainda mecanismo tetraédrico, como pode ser representado na Figura 5 (SOLOMONS, 2007).

O mecanismo da reação (Figura 5) mostra primeiramente o ataque nucleofílico pela hidroxila da base ao carbo-

no do grupo carbonila (eletrófilo), com a formação de uma estrutura tetraédrica instável com cargas negativas. Nesse tetraedro intermediário, o nucleófilo é o grupo retirante *alcóxido* ($O-R_1$) parcialmente ligado ao átomo de carbono que sofre o ataque. Isso só ocorre pois o carbono central libera um par de elétrons para o oxigênio com a quebra da ligação, podendo, assim, manter o seu octeto (COSTA, 2012).

Figura 5: Mecanismo de reação da hidrólise alcalina de um éster.



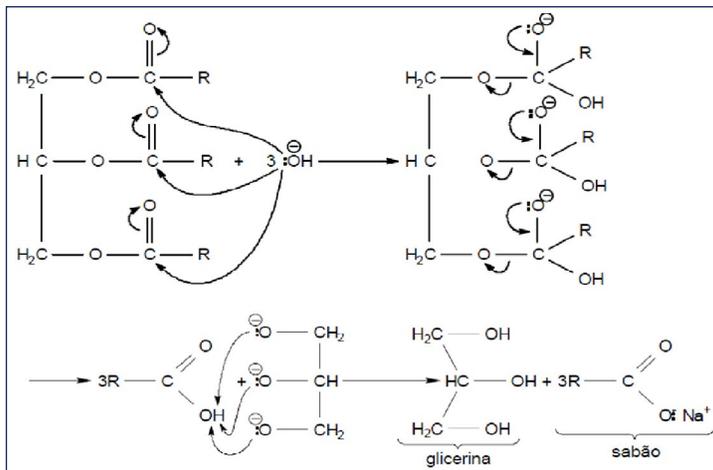
Fonte: autoria própria.

Conforme a reação acontece, a ligação entre a hidroxila e o carbono se fortalece, ocasionando o enfraquecimento da ligação do grupo retirante até que ocorre a quebra heterolítica, formando um ácido graxo pela regeneração da ligação entre o carbono e o oxigênio do íon alcóxido. Na segunda etapa da reação, ocorre a protonação do grupo alcóxi com o hidrogênio da hidroxila do ácido graxo e sua consequente desprotonação, com a formação de álcool e sal metálico de ácido graxo – o sabão propriamente dito. O grupo carboxilato formado pela quebra heterolítica reage com o íon sódio em solução (COSTA, 2012).

A Figura 6 mostra o mecanismo da hidrólise alcalina para o caso de um triglicerídeo em que os produtos são a glicerina e o sabão de ácidos graxos. O sabão formado age como catalisador da reação. No início, a reação de saponificação é lenta, pela presença de pouca quantidade de sabão. Com o aumento da concentração de sabão, a velocidade vai aumentando até que a maior parte do óleo seja consumida. A reação volta a ficar lenta com a baixa concentração do óleo. A velocidade de saponificação aumenta com a elevação da temperatura.

A glicerina é um subproduto do sabão, portanto, toda fábrica de sabão também pode vender glicerina. Ela é adicionada aos cremes de beleza e sabonetes, sendo um bom umectante, ou seja, mantém a pele úmida. Nos alimentos, a glicerina é utilizada para manter a umidade do produto, sendo apresentada nos códigos como “umectante U.I.” (PERRUZO e CANTO, 2003; SOUZA JUNIOR, 2011).

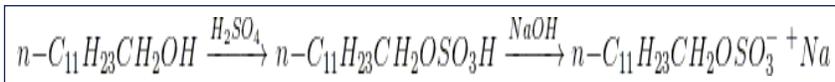
Figura 6: Mecanismo de reação da hidrólise alcalina de triglicerídeo.



Fonte: autoria própria.

O que diferencia os detergentes dos sabões é sua formulação química, sendo que ambos têm uma característica em comum: são anfílicos, isto é, apresentam uma grande parte apolar solúvel em óleo, e outra parte polar solúvel em água, formando micelas. A Figura 7 apresenta a reação de obtenção de um detergente sintético, o *lauril sulfato de sódio*.

Figura 7: Processo de obtenção de um detergente sintético.



Fonte: autoria própria.

Os detergentes são obtidos pela sulfonação dos álcoois com ácido clorídrico, clorossulfônico ou anidro sulfúrico, com a formação de semiésteres sulfúricos que são em seguida neutralizados com uma base forte, o hidróxido de sódio.

No próximo capítulo, apresentaremos as técnicas de controle de qualidade pela determinação de características físico-químicas do sabão.

CAPÍTULO 2

TÉCNICAS DE CONTROLE DE QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DOS SABÕES

A avaliação de qualidade é feita com base nos métodos físico-químicos como medidas de pH, índice de saponificação, alcalinidade livre ou acidez livre, alcalinidade total do material insolúvel em álcool, teor de espuma, cor, teor de voláteis, insolubilidade em água e álcool, ácidos gordurosos totais, gorduras não saponificadas e insaponificáveis e umidade livre. Para classificação dos sabões ecológicos, as análises e valores de referência de tais propriedades precisam seguir um padrão, como a norma 1945 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e as metodologias de Barbosa *et al.*, (2010), Ramos Junior *et al.* (2011) e Nezi *et al.* (2012). Os testes padrão estão descritos a seguir.

Determinação da acidez das gorduras

A acidez das gorduras é indicada pela quantidade de hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH), em miligramas, necessária para neutralizar os ácidos graxos livres existentes em um grama da amostra: os ácidos graxos livres (AGL) participam da constituição dos mono-, di- e triglicerídios, principais constituintes dos óleos e gorduras. Os AGL são ácidos carboxílicos que apresentam uma característica que os diferenciam dos demais constituintes do grupo, por conterem cadeias longas e insaturadas, além do grupo carboxila. Por serem ácidos carboxíli-

cos, contudo, podem ser neutralizados por ação de uma base forte, como o hidróxido de sódio (NaOH) e o hidróxido de potássio (KOH). Segundo a literatura, o teor de ácidos graxos livres ideal é inferior a 3% (expresso em % de ácido oleico), o que corresponde a aproximadamente 6 mg KOH.g⁻¹ (SOUZA, 2018). Para realizar esse procedimento, devem-se utilizar os seguintes reagentes: álcool etílico 96%, éter etílico P.A. (padrão analítico), fenolftaleína 1% e hidróxido de sódio 0,5 mol L⁻¹ e 0,1 mol L⁻¹.

Procedimento: em um erlenmeyer, colocar 2 g da gordura e adicionar cerca de 50 mL de solução de álcool para neutralizar a reação. Deve-se aquecer até dissolver a gordura e titular sob agitação com a solução de hidróxido de sódio, usando três gotas de fenolftaleína. A cor rosa indica o término da titulação. Para se calcular o teor de ácidos graxos livres (AGL) em relação ao ácido oleico, utiliza-se a seguinte fórmula (BORSATO, 2004):

$$AGL(\%) = \frac{V.M.f.Eg.100}{1000.m}$$

Sendo:

- V = volume de hidróxido de sódio
- M = concentração da solução (0,1 mol L⁻¹)
- f = fator de correção da solução empregada
- Eg = equivalente a grama da amostra expresso em ácido oleico (Eg = 282)
- m = massa de gordura

Índice de saponificação

O sebo animal e as demais matérias graxas utilizadas no processo de confecção do sabão podem variar de acordo com sua composição, em virtude da origem das matérias-primas utilizadas. A quantidade de lixívia necessária no processo de fabricação do sabão se altera de acordo com a variação detectada na matéria graxa e deve ser cuidadosamente medida para evitar valores inadequados de pH no sabão e conseqüente desperdício.

O índice de saponificação corresponde à quantidade de hidróxido de potássio (KOH), em miligramas, necessária para saponificar um grama de gordura. Quanto maior o índice de saponificação, mais base será consumida. Esse índice é determinado por completa saponificação do óleo ou gordura com uma quantidade conhecida de hidróxido de potássio, descontando-se o excesso determinado por titulação (SANTOS *et al.*, 2012).

Procedimento: pesar 5 g de amostra em um erlenmeyer de 250 mL. Adicionar 50 mL da solução alcoólica de hidróxido de potássio (KOH) e agitar para se dissolver. Após 30 minutos de aquecimento, adicionar à amostra 1 mL de indicador fenolftaleína 1%. Por fim, titular a amostra com solução de ácido clorídrico (HCl) $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ até o desaparecimento da coloração rósea. Titular um branco com 50 mL solução alcoólica de KOH e fenolftaleína. O cálculo é feito conforme indicado abaixo:

$$I.S. = \frac{(v_2 - v_1).f.N.56,1}{m}$$

Sendo:

- v_2 = volume de HCl gasto no branco
- v_1 = volume de HCl gasto na amostra
- f = fator de correção
- N = normalidade da solução de HCl ($N = 0,5 N$)
- m = massa de amostra

Insolubilidade em álcool

Procedimento: dissolver de 2 a 5 g da amostra em 100 a 200 mL de álcool etílico a 95 °GL previamente neutralizado. Cobrir com um vidro relógio e aquecer em banho-maria, filtrar a quente em um cadinho de Gooch e lavar o resíduo com álcool etílico até remover o sabão. Secar em estufa a 100 - 105°C durante três horas. Resfriar e pesar. Expressar o resultado em porcentagem de insolúvel em álcool. Reservar o resíduo para o procedimento descrito a seguir.

Alcalinidade livre ou ácidos livres

A alcalinidade é a capacidade da massa de sabão dotada de álcali forte de reagir com ácido graxo e neutralizá-lo até um pH definido. A alcalinidade livre ideal para um bom sabão acabado reside na faixa de 0,1 a 0,5% e pH em torno de 10 (SILVA *et al.*, 2010).

Procedimento: aquecer o filtrado obtido na determinação dos insolúveis em álcool do procedimento anterior

até o começo da ebulição. Adicionar duas gotas de fenoltaleína a 1%. Se a solução ficar rósea, titular com ácido clorídrico (HCl) 0,1 mol L⁻¹; se ficar incolor, titular com hidróxido de sódio (NaOH) mol L⁻¹. Determinar a alcalinidade ou ácidos livres conforme a fórmula abaixo:

$$\text{Ácidez livre} = \frac{V.M.f.28,2}{m}$$

$$\text{Alcalinidade livre} = \frac{V.M.f.40}{m}$$

Sendo:

- V = volume de HCl ou NaOH gasto na titulação
- M = concentração da solução de HCl (molL⁻¹)
- f = fator de correção
- m = massa da amostra (item anterior)

Alcalinidade total do material insolúvel em álcool (sais alcalinos)

A alcalinidade é a capacidade que a massa de sabão base contendo um álcali forte tem de reagir com o material graxo e neutralizá-lo até um pH definido. A alcalinidade livre ideal para um bom sabão acabado é na faixa de 0,1 a 0,3% de pH em torno de 10.

Procedimento: o resíduo da determinação da alcalinidade livre ou ácidos livres é extraído com água destilada quente, lavando-se o filtro várias vezes. Titular o filtrado com a solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,05 mol L⁻¹, usando alaranjado de metila como indicador. Expressar o resultado em porcentagem de Na₂O ou de Na₂CO₃. (1 mL de

solução de ácido sulfúrico $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ equivale a $0,0031 \text{ g}$ de Na_2O ou $0,0053 \text{ g}$ de Na_2CO_3).

pH

O pH de um sabão de qualidade, produzido a partir de ácidos graxos e/ou triacilglicerídeos com bases fortes, deve estar em torno de 10 (SILVA *et al.*, 2010). O sabão possui características básicas, pois é derivado da reação de uma base forte (NaOH ou KOH) e um ácido fraco (ácido graxo). Os sabões alcalinos, ou seja, mais básicos, removem melhor a sujeira do que os neutros devido às interações com as moléculas de sujidades. Sua alcalinidade excessiva pode deixar o sabão impróprio para a utilização, tornando sua ação cáustica. O sabão com um pH muito básico ou alcalino é responsável, na maioria das vezes, pela desidratação e irritação de pele (VITORI e FRADE, 2012). De acordo com a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Brasil, 2005^a), os sabões em barra devem possuir um pH menor que 11,5.

O pH normal da pele humana varia desde o nascimento, em que é neutro, até a fase adulta, medindo de 3 a 5, prevalecendo os maiores valores de pH das axilas, região genitoanal e interdigital. O sabão com um pH levemente ácido causa menos interferência cutânea como o sabão bem alcalino, pois o pH é semelhante à pele do adulto. Já os sabões neutros podem ser usados para banho, não tendo ação sobre a pele (VITORI e FRADE, 2012).

Procedimento: em um béquer, pesar $1,0 \text{ g}$ da amostra e adicionar 30 mL de água destilada. Agitar com bastão

de vidro até dissolver toda a amostra. Em seguida, transferir a mistura para um balão volumétrico, ajustando a temperatura a 25°C e completar o volume, homogeneizar e no final medir o pH com pHmetro.

Teor de espuma

A espuma é formada a partir de interações intermoleculares entre os componentes do ar, da água e tensoativos. Os fatores que mais influenciam na quebra de espuma são os solventes polares apróticos, o próprio ar e a gravidade (BITTENCOURT FILHA *et al.*, 1999). Uma alta concentração de tensoativos com boas características espumantes aumenta significativamente o volume e a estabilidade da espuma (MISIRLI, 2012).

A espuma pode ser líquida ou sólida (contendo alvéolos no seu interior). As espumas líquidas são constituídas por bolhas de gás soltas em quantidades pequenas. A fase líquida é constituída por uma mistura de líquidos que contêm surfactantes. As bolhas da espuma têm forma poliédrica e são separadas por finos filmes de líquido. Suas faces são superfícies curvas que se intersectam em linhas mais conhecidas como junções, que se intersectam, por sua vez, em vértices. Nas espumas sólidas, a fase líquida é substituída por um material no estado sólido. Para verificar o teor de espuma, segue-se o procedimento proposto por Nezi *et al.* (2012), que emprega amostras de sabão de diferentes concentrações ou porcentagem (aproximadamente 1 g de cada). A eficácia de limpeza dos sabões depende de sua capacidade

em formar emulsões com matérias solúveis em gorduras. Contudo, a quantidade de espuma produzida num dado sabão não significa necessariamente uma maior ação de limpeza (SILVA *et al.*, 2010).

Procedimento: adicionar, em uma proveta, 10 mL de água, 1 mL de detergente e 10 mL de vinagre, agitando um pouco. Adicionar 10 mL da solução de bicarbonato de sódio. Observar a formação da espuma, o tempo de duração e a altura da espuma na proveta.

Umidade

O teste de umidade consiste em determinar a quantidade de água contida na amostra de sabão por meio de secagem.

Procedimento: filtrar uma mistura de 5 g de sabão em água. Levar à estufa a 105 °C durante 1 hora. Obtém-se o teor de umidade de acordo com a equação abaixo, substituindo-se os valores de massa de cada componente:

$$\text{Umidade (\%)} = \frac{(\text{cápsula} + \text{amostra úmida}) - (\text{cápsula} + \text{amostra seca})}{\text{tara da cápsula}} \cdot 100$$

Insolubilidade em água

Esta técnica visa a determinar a massa de substâncias que não se dissolvem em água após a dissolução.

Procedimento: pesar 5 g da amostra, aquecer até a completa dissolução e filtrar. Em seguida, levar o filtro à estufa, esfriar em dessecador e pesar novamente. As cargas são determinadas por meio da equação a seguir:

$$\text{Insolubilidade (\%)} = \frac{\text{massa}_{\text{cadinho}} + \text{residuo} - \text{tara do cadinho}}{\text{massa}_{\text{amostra}}} \cdot 100$$

Determinação de ácidos graxos e resinosos

Esta técnica é empregada para determinar a massa de substâncias apolares contidas no sabão, que serão dissolvidas pela parafina em virtude da polaridade.

Procedimento: pesar 5 g de amostra e aquecer até a sua completa dissolução. Em seguida, recolher o filtrado e adicionar 20 mL de ácido sulfúrico 0,05 mol L⁻¹ e parafina. Retirar e pesar a camada sólida. A quantidade de cargas presentes na amostra é calculada segundo a equação:

$$\text{Ácidos graxos totais (\%)} = \frac{\text{camada sólida} - \text{massa}_{\text{parafina}}}{\text{massa}_{\text{amostra}}} \cdot 100$$

Determinação de matérias voláteis a 100-105° C

Nesta técnica, determina-se a quantidade de substâncias que volatilizam (passam para o estado gasoso) contidas no sabão.

Procedimento: em uma cápsula de porcelana previamente seca e calcinada, pesar 5 g de sabão. Adicionar 10 mL de álcool absoluto e evaporar em banho-maria, desfazendo os aglomerados. Depois de seco, adicionar mais 10 mL de álcool e evaporar, desfazendo sempre os grumos. Manter em estufa a 100 – 105 °C até peso constante. Resfriar em dessecador e expressar o resultado em porcentagem.

Nos próximos dois capítulos, são descritos os métodos de produção e os resultados da caracterização dos sabões artesanais de soro de leite e de óleo residual, elaborados durante o projeto aqui apresentado.

CAPÍTULO 3

PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SABÃO DE SORO DE LEITE

Neste capítulo, descrevemos a obtenção de sabão artesanal por meio do soro de leite. Inicialmente, detalhamos a composição do soro do leite e, em seguida, apresentamos os materiais e procedimentos para a obtenção de três tipos de sabão e um tipo de sabonete líquido, provenientes desse material. Posteriormente, é apresentada a caracterização físico-química dos sabões produzidos com o material coletado.

Caracterização do soro de leite

O soro de leite é a porção aquosa do leite que se separa do coágulo durante a fabricação convencional de queijos. É um fluido opaco, amarelo-esverdeado, que contém cerca de 55% dos nutrientes do leite. O soro possui vida útil muito curta, pois, quando não tomadas as medidas apropriadas de conservação, sofre uma grande proliferação microbiana. Portanto, deve-se usar refrigeração ou a adição de conservantes. O soro de leite contém, em média, 93% de água, 5% de lactose, 0,9% de proteínas, 0,3% a 0,5% de gordura, 0,2% de ácido láctico e pequenas quantidades de vitaminas. O Quadro 1 apresenta a composição nutricional do soro de leite.

Quadro 1: Composição nutricional do soro doce, em (%)

COMPOSIÇÃO	PERCENTUAL (%)
Água	93
Proteína	0,9
Gordura	0,3 a 0,5
Lactose	5,0
Cinzas	0,6
Sólidos Totais	6,7

Fonte: OLIVEIRA (2011a)

As proteínas do soro de leite lactoalbumina e lactoglobina, também conhecidas como *wheyprotein*®, que são extraídas durante o processo de fabricação de queijo, possuem grande valor nutricional e contêm altos teores de aminoácidos essenciais. Tais proteínas também apresentam aplicabilidade no esporte, devido a seus efeitos sobre a síntese proteica muscular e redução da gordura corporal.

As proteínas solúveis do soro de leite apresentam um excelente perfil de aminoácidos, caracterizando-as como proteínas de alto valor biológico. A legislação brasileira define como alimentos para praticantes de atividade física aqueles especialmente formulados com aminoácidos oriundos da hidrólise de proteínas, quando utilizados em suplementação para alcançar alto valor biológico (BRASIL, 2005a). O Quadro 2 apresenta a composição de aminoácidos do soro de leite.

Quadro 2: Aminoácidos do soro de leite

AMINOÁCIDOS	COMPOSIÇÃO (g por 100g)
Triptofano	3,20
Lisina	10,90
Metionina	2,35
Cristina	3,15
Leucina	14,00
Isoleucina	6,55
Fenilalanina	4,05
Vanilina	6,85
Treonina	6,70

Fonte: OLIVEIRA (2011a)

O soro de leite também possui uma série de vitaminas que são agentes essenciais para a manutenção das funções biológicas (Quadro 3). O organismo humano pode promover a síntese de algumas vitaminas, necessitando, no entanto, do suprimento alimentar das demais.

O soro de leite é considerado um potente efluente residual, podendo acarretar graves problemas ambientais associados ao seu alto teor de matéria orgânica. Assim, o seu reaproveitamento tem sido estudado a fim de melhorar a eficiência econômica dos laticínios e minimizar os impactos ambientais. Cerca de 90 a 95% do volume do leite usado para a fabricação de queijos resultam em soro, o qual contém aproximadamente metade dos sólidos totais do leite, incluindo proteínas solúveis, sais e lactose.

**Quadro 3: Composição do soro em vitaminas
(mg kg⁻¹ de extrato seco)**

VITAMINAS	COMPOSIÇÃO (mg/kg)
Vitamina B1	4,00
Vitamina B2	43,00
Vitamina B6 (Piridoxina)	5,30
Vitamina B12	0,16
Ácido pantotênico	45,00
Ácido fólico	0,03
Biotina	116,00

Fonte: NEVES (2001)

Sob o ponto de vista industrial, há dois tipos principais de soro de leite: o soro de leite doce e o soro de leite ácido, classificados por sua acidez total ou por seu conteúdo em ácido láctico. O soro ácido apresenta pH entre 4,5 e 4,8, e o soro doce, pH de 5,8 a 6,5.

O soro de leite ácido pode ser utilizado nas indústrias alimentícias no intuito de realçar o sabor de molhos cremosos para saladas, ou como retentor de água, emulsificante e fonte de cálcio. O soro doce é muito utilizado em produtos de panificação, sorvetes e salgadinhos. A Tabela 1 apresenta a composição do leite e dos soros de leite doce e ácido para fins comparativos.

A composição e o tipo de soro de leite produzido industrialmente dependem do tipo de queijo fabricado e da tecnologia de processamento empregada na produção. As indústrias produtoras de derivados de leite têm enfrentado grandes problemas com os resíduos gerados nesse processo. Estima-se que, para cada quilograma de queijo produzido, a indústria de laticínios gere nove quilogramas de

subproduto com alta concentração de matéria orgânica. Sabendo-se que o soro de leite não suporta estocagem por períodos prolongados, são necessárias medidas que visem ao aproveitamento desse subproduto, ou ao tratamento e descarte que não venham a impactar o meio ambiente.

Tabela 1: Composição do leite, dos soros doce e ácido

Propriedades	Leite (%)	Soro Doce (%)	Soro Ácido (%)
Sólidos Totais (ST)	13,0	6,7	6,2
Proteínas	3,6	0,9	0,75
Gordura	3,9	0,3 a 0,5	0,04
Lactose	4,6	5,0	4,2
Cinza	0,8	0,6	0,8
Ácido Láctico	-	0,05	0,4

Fonte: OLIVEIRA (2011a)

Considerando-se a competitividade no mercado e a necessidade de reduzir o custo de produção, são poucas as empresas que demonstram preocupação ambiental com relação ao destino correto de seus efluentes. Na maioria dos laticínios, que são de pequeno e médio porte, isso resulta das dificuldades financeiras para se manter pessoas especializadas em trabalhar com inovações tecnológicas.

Na legislação brasileira, por meio da resolução do CONAMA n° 357, de março de 2005 (BRASIL, 2005b), *meio ambiente* é definido como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas. Definido o conceito, é preciso entender as interações da sociedade com o ambiente. A sociedade, há um bom tempo, adotou um estilo de vida em que a prioridade é a rea-

lização pessoal, e as atividades desenvolvidas pelo homem tendem a provocar algum tipo de impacto ao meio.

Esse fato é preocupante, pois a destinação incorreta do soro de leite pode acarretar a poluição das águas e a geração de odor desagradável, bem como o comprometimento da estrutura físico-química do solo, além do descumprimento da lei.

Coleta do soro de leite

O soro de leite utilizado nas diferentes fórmulas de sabões foi coletado em um laticínio localizado no município de São Domingos, Santa Catarina, durante o primeiro e o segundo semestres de 2012. Nesse laticínio, eram produzidos cerca de 20.000 litros de soro diariamente, o que pode render cerca de 8.000 kg de sabão. O soro de leite foi obtido em dois locais de depósito da indústria de laticínio: na lagoa (Figura 8) e nos tanques de armazenamento (Figura 9).

O soro de leite coletado na lagoa (Figura 8) encontrava-se num estado de conservação muito precário, exposto a céu aberto e sob a ação da chuva e do sol, o que implica mudanças tais como odor desagradável e comprometimento do solo. O soro coletado dos tanques de fibra fechados (Figura 9) apresentou características um pouco melhores; entretanto, mesmo assim não estava armazenado corretamente, pois ficava exposto a altas temperaturas, o que acarretou aumento na acidez. Na parte superior deposita-se a gordura e, no fundo do tanque, a fase líquida, diferentemente da lagoa, onde a gordura encontra-se misturada com água e demais aditivos, dificultando a coleta do concentrado (gordura).

Figura 8: Lagoa de soro de leite.



Fonte: arquivo pessoal.

Figura 9: Tanques de soro de leite.



Fonte: arquivo pessoal.

Formulação dos sabões a partir do soro de leite

Para produzir o sabão a partir do soro de leite obtido no laticínio de São Domingos – SC, foram seguidas as metodologias propostas por Borsato (2004). As formulações foram adaptadas, substituindo-se o sebo, normalmente empregado em formulações domésticas, por soro de leite em diferentes percentuais. Para a produção do sabão, foram utilizados materiais convencionais de laboratório. O Quadro 4 relaciona os reagentes utilizados para a produção dos sabões e sua função na formulação.

Quadro 4: Reagentes utilizados na produção dos sabões e detergente e sua função na formulação

Reagentes	Descrição
Soro de leite	Matéria-prima com alta concentração de gordura utilizada para saponificação.
Álcool	Utilizado para obter a transparência no produto final.
Hidróxido de Sódio	Inicia o processo de saponificação do soro de leite ou a gordura.
Essência	Empregado para obter um odor agradável no produto final.
Água	É utilizada para dissolver o hidróxido de sódio (soda cáustica, NaOH).

Fonte: autoria própria.

a) Sabão em barra à base de soro de leite I

A formulação em barra à base de soro de leite I foi preparada a partir da utilização do soro de leite obtido dos tanques de armazenamento.

Procedimento: transferir 200 mL do soro de leite para um bêquer, submetendo-o ao aquecimento até que

atinja a temperatura de 100 °C. Aguardar por alguns minutos, até a temperatura baixar para 60 °C, para então acrescentar a soda cáustica (NaOH) dissolvida em água. Haverá um aumento súbito de temperatura. Aguardar a temperatura baixar novamente para um patamar entre 50°C e 60 °C e então adicionar o álcool etílico 96%. Homogeneizar por 2 ou 3 minutos e, posteriormente, colocar o sabão em um molde e reservar por 24 horas. O Quadro 5 apresenta a quantidade de reagentes necessários para aproximadamente 430 g de sabão.

Quadro 5: Reagentes necessários para a produção de sabão base de soro de leite I

FÓRMULA I	QUANTIDADE
Soro de leite (obtido dos tanques de armazenamento)	100 g
Álcool	166 mL
Hidróxido de Sódio	34 g
Água	30 mL

Fonte: autoria própria.

b) Sabão em barra base de soro de leite II

O sabão em barra II foi formulado com o soro de leite obtido do depósito.

Procedimento: Aquecer o soro de leite até atingir a temperatura de 100 °C. Adicionar a soda cáustica no momento em que o soro entrar em ebulição e homogeneizar até a temperatura de 40 °C. Adicionar álcool sob agitação constante. Colocar nos moldes e observar o resultado após 24 horas. O Quadro 6 apresenta a quantidade de reagentes necessários para aproximadamente 400 g de sabão.

Quadro 6: Reagentes necessários para a produção de sabão à base de soro de leite II

FÓRMULA II	QUANTIDADE
Soro de leite (obtido da lagoa)	200 g
Álcool	166 mL
Hidróxido de Sódio	34 g

Fonte: autoria própria.

c) Sabão em barra à base de soro de leite III

O sabão em barra III foi formulado com o soro de leite obtido do depósito.

Procedimento: Aquecer o soro de leite com o sebo até atingir a temperatura de 100 °C. Adicionar a soda cáustica no momento que o soro entrar em ebulição. Homogeneizar até a temperatura de 40 °C. Adicionar álcool sob agitação constante. Colocar nos moldes e observar o resultado após 24 horas. O Quadro 7 apresenta a quantidade de reagentes necessários para aproximadamente 420 g de sabão.

Quadro 7: Reagentes necessários para a produção de sabão à base de soro de leite III

FÓRMULA III	QUANTIDADE
Soro de leite / sebo	100 g / 100 g
Álcool	185 mL
Hidróxido de Sódio	34 g

Fonte: autoria própria.

d) Sabonete líquido

A formulação mostrada no Quadro 8 rendeu 50 litros, mas adaptações, tais como diminuir as quantidades, foram realizadas para se produzir apenas 500 mL.

Quadro 8: Formulação do detergente líquido

Reagentes	QUANTIDADE (50 L)	QUANTIDADE (500 mL)
Ácido sulfônico	4,8 kg	0,5 g
Hidróxido de sódio	1,6 kg	7,3 g
Amida	1,0 kg	6,25 g
Tripolifosfato	1,2 kg	6,25 g
Ureia	1,2 kg	0,2 g
Formol	40 g	0,1 g
Corante	Algumas gotas	2,5 g
Essência	20 g	17,5 g
Água	40 L	400 mL
Soro de leite	---	50 mL

Fonte: autoria própria.

Procedimento: Aquecer 500 mL de soro. Diluir em água o ácido sulfônico, hidróxido de sódio, amida, ureia e o formol, antes de misturar com os demais ingredientes. Em seguida, agitar o sabonete por alguns minutos até a completa mistura. Deixou-se repousar durante 24 horas.

Acidez do soro de leite e do sebo

A acidez livre da gordura decorre da hidrólise parcial dos glicerídeos, razão pela qual é intimamente relacionada com a natureza e a qualidade da matéria-prima, o grau de pureza da gordura, bem como o processamento e as condições de conservação dela. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para a acidez do soro de leite.

Tabela 2: Teor de acidez da matéria-prima empregada na produção do sabão à base de soro de leite (%)

MATÉRIA-PRIMA	ACIDEZ	LITERATURA*
Soro de leite	3,5	2,5
Sebo	2,12	2,5

Fonte: autoria própria.

*Fonte: SANTOS *et al.* (2012)

O índice de acidez indica a massa, em miligramas, de hidróxido de sódio ou potássio necessária para neutralizar os ácidos graxos livres em um grama de gordura. Portanto, observa-se que o **índice de acidez do sebo** está conforme o recomendado por Moraes (2005): 2,12% de ácido oleico.

Já o **índice de acidez do soro de leite** está um pouco acima do percentual indicado na literatura: 3,5%. Isso pode ter ocorrido devido ao fato de o soro de leite não suportar a estocagem por períodos prolongados, pois é perecível, ocasionando a formação de ácido láctico. Para o aproveitamento do soro de leite na fabricação de sabões, ele deve ser acondicionado em materiais adequados e que confirmam sua proteção, a fim de que não mude seu estado físico, como odor, acidez, aparência etc.

Segundo Angelucci *et al.* (1987), o alto teor de acidez eleva a perda da neutralização, sendo também indicador de baixas qualidades, manuseio e armazenamento impróprios ou processamento insatisfatório.

Índice de saponificação do soro de leite

A reação de saponificação pode estabelecer o grau de deterioração e também a estabilidade do soro de leite, indicar se as propriedades da matéria graxa estão de acor-

do com as especificações, identificar possíveis fraudes ou adulterações e ainda indicar a quantidade de NaOH ou KOH necessários para a reação de saponificação.

A matéria gorda dos produtos lácteos e/ou de base láctea deve corresponder à seguinte exigência: apresentar o índice de saponificação de 218 a 235 mg KOH g⁻¹ de gordura. O índice de saponificação demonstra a presença de óleos e gorduras dotados de alta proporção de ácidos graxos de baixo peso molecular. Quanto menor o peso molecular do ácido graxo, maior será o índice de saponificação.

O sabão I, produzido com 100% de soro obtido da lagoa, e o sabão III, produzido a partir de 50% de soro e 50% de sebo, apresentaram o mesmo índice de saponificação (98,17). Já o sabão II, fabricado com soro de leite dos tanques, apresentou um valor um pouco mais elevado (105,18). Isso pode ter ocorrido devido à gordura dos tanques estar em melhores condições de conservação e conter um teor maior de gorduras saponificáveis.

A alta acidez e o baixo índice de saponificação desses resultados, quando comparados à legislação, indicam que o soro de leite se encontrava em péssimo estado de conservação, e que provavelmente, a partir de reações de hidrólise e/ou oxidação, apresentará baixas concentrações de ácidos graxos de baixo peso molecular.

Outro fator que pode ter contribuído com os baixos índices de saponificação está relacionado ao tipo de gordura e até mesmo à má conservação, pois a reação apresentou dificuldade para a sua operação. Isso pode ser explicado a partir da velocidade de uma reação, que difere para os distintos ésteres e ácidos graxos, sendo a zona de contato

entre o álcali e a matéria a ser saponificada um fator determinante. Como o soro de leite é uma mistura complexa de sais minerais, proteínas, vitaminas e aminoácidos, além da presença de subprodutos das reações de hidrólise e oxidação, a superfície de contato entre o álcali a matéria graxa pode ter sido diminuída.

A Tabela 3 mostra os índices de saponificação relacionados à formulação dos sabões propostos, e também cálculos que demonstram o uso de excesso de hidróxido de sódio.

Tabela 3: Índice de saponificação e excesso de hidróxido utilizado nas formulações

PROPRIEDADES	SABÃO I	SABÃO II	SABÃO III
Soro de leite utilizado nas formulações	200 g	120 g + 80 g	200 g
NaOH usado na formulação	34 g	34 g	34 g
Soda cáustica utilizada em miligrama por grama de soro de leite	170 mg	170 mg	170 mg
Índice de saponificação das amostras	98,17 mg	98,17 mg	105,18 mg
Excesso de NaOH (em miligrama) por grama de soro de leite	14 mg	34 mg	64,82 mg
Excesso de NaOH em gramas na formulação	2,8 g	6,8 g	12,96 g
Quantidade de NaOH que reagiu	31,2 g	27,2 g	21,34 g

Fonte: autoria própria.

A fórmula proposta por Borsato (2004) recomenda o uso de 34 gramas de hidróxido de sódio para 200 gramas de gordura. A partir do cálculo do índice de saponificação, pode-se observar que houve utilização de um excesso de base para essa formulação (0,014 a 0,064 g). Esse uso pode ser evitado quando o cálculo do índice de saponificação é feito antes do emprego da matéria graxa na formulação. É importante destacar que, toda vez que

se empregam diferentes matérias graxas para a formulação de um sabão, o cálculo do índice de saponificação é essencial para otimização da fórmula e quantificação da base alcalina a ser usada.

Outras propriedades físico-químicas

A norma EB-56 (ABNT, 1954) fornece as especificações para sabão permitidas no Brasil. A norma especifica as seguintes condições gerais para sabões:

1. Devem apresentar consistência firme e aspecto homogêneo próprio do seu tipo;
2. Não devem apresentar cheiro desagradável, mesmo na espuma, que deve ser branca;
3. Devem espumar mesmo em água fria.

Dentre os sabões da classe meia fervura, de fervura ou refinados, existem os tipos 20, 30, 40, 45, 50, 55 e 60, que estão relacionados com o teor de ácidos gordurosos resinosos. A partir desses dados, para fins comparativos, apresentamos os resultados obtidos na avaliação do sabão à base de soro de leite (Tabela 4).

Pode-se observar que os sabões produzidos a meia fervura não estão de acordo com a legislação; o álcali cáustico livre, por exemplo, apresentou valores acima do máximo permitido (0,2 a 0,3%), provavelmente devido ao excesso de uso de NaOH nas formulações. A alcalinidade presente no sabão saponifica sujidades oleosas, porém sua ação é restrita, já que os sabões não atuam em todo tipo de sujeira devido à ausência de um efeito solvente que auxilie na solubilidade de matérias graxas (OLIVEIRA, 2008).

Tabela 4: Propriedades físico-químicas do sabão à base de soro de leite

PROPRIEDADES	SABÃO I	SABÃO II	SABÃO III	LITERATURA*
Teor de espuma	Sim	Sim	Sim	Sim
Ácidos livres calculado em ácido oleico	2,2% ± 0,14	2,5% ± 0,17	2,6% ± 0,23	Até 1%
pH	9,5 ± 0	9,5 ± 0	9,5 ± 0	10
Álcali cáustico livre calculado em NaOH (máx.)	1,53% ± 0,06	1,31% ± 0,07	1,84% ± 0	0,2 a 0,3 %
Umidade	1,20% ± 0	1,08% ± 0,01	0,97% ± 0,017	4% a 6%, não podendo ser acima de 10%
Insolúveis na água (máx.)	1,48% ± 0	0,92% ± 0	1,39% ± 0	0,5 a 2%
Matérias voláteis a 100 - 105° C (máx.)	3,07	3,5	4,95	32 a 60%
Ácidos gordurosos e resinosos (mín.)	40	30	40	20 a 60 %

Fonte: autoria própria.

*Fonte: SANTOS *et al.* (2012)

Os sabões também mostram variações no teor de ácidos livres calculado em ácido oleico, acima de 1%. Os ácidos graxos são constituídos por óleos e gorduras na forma de mono, di e triglicerídeos. Uma grande quantidade de ácidos graxos livres indica que o produto está em acelerado grau de deterioração. A principal consequência disso é que o produto se torna mais ácido. Um elevado índice de acidez indica, portanto, que o óleo ou gordura empregado na formulação está sofrendo quebra em sua cadeia, liberando seus constituintes principais: os ácidos graxos, elementos indesejáveis que causam, dependendo de sua origem, cheiros e sabores indesejáveis.

Outro fator a ser considerado, que não se apresentou de acordo com as normas EB-56, foi o mau cheiro dos

sabões. Para trabalhos futuros, sugerem-se estudos para neutralização das substâncias presentes no soro que atribuíram o mau odor às formulações.

O pH alcalino dos sabões é o responsável, em grande parte, pelo potencial de desidratação e irritação da pele humana. De acordo com a resolução da ANVISA (BRASIL, 2005a), os sabões em barra devem possuir valores de pH menores que 11,5. Os três sabões obtiveram o mesmo pH 9,5.

A umidade encontra-se abaixo dos padrões estabelecidos, pois o resultado obtido foi em torno de 1%. O percentual de umidade deve situar-se entre 4% e 6%, e não deve exceder o percentual de 6%. Provavelmente, esses sabões apresentaram um alto nível de desidratação em função do excesso de base em sua formulação.

Em relação à insolubilidade em água, os resultados apresentaram-se dentro dos padrões considerados, entre 1 e 2%. A insolubilidade é uma característica do óleo vegetal quando em contato com a água. No entanto, o óleo é solúvel em solventes orgânicos. Nos corpos hídricos, em função da imiscibilidade do óleo com a água e sua densidade menor, há tendência de formação de películas oleosas na superfície, o que dificulta a troca de água com a atmosfera.

Os ácidos gordurosos encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela ABNT (1954). A seleção de matérias graxas é o início do processo e uma das fases mais importantes, pois determina o tipo e a qualidade do sabão que será fabricado. Visando a características fundamentais, como dureza, solubilidade em água, detergência e capacidade de remoção de sujeiras, as ma-

térias graxas devem ser escolhidas para uma obtenção favorável desses aspectos.

Segundo as normas da ABNT (1954), a porcentagem para as matérias voláteis varia de 32% a 60%. Os sabões apresentaram voláteis muito abaixo dos valores estabelecidos.

Considerações sobre o sabão de soro de leite

Um dos grandes problemas das indústrias de laticínios é o resíduo do soro de leite. Assim, a proposta da sua utilização em processos de saponificação otimizados apresenta-se como alternativa para a solução desse problema, além de diminuir o impacto ambiental e ainda proporcionar economia para a própria empresa, que pode utilizar o produto para remoção de sujidades ou como fonte de renda comercial.

Em relação aos sabões produzidos, observamos que as propriedades físico-químicas se apresentaram dentro dos padrões adequados nos seguintes aspectos: índice de acidez, pH, umidade e ácidos gordurosos.

Pudemos perceber, também, que o resíduo do soro de leite tem o potencial de se tornar fonte alternativa para a produção de sabão e receber um destino correto. Para isso, basta apenas aprimorar essa matéria-prima bruta e dar a ela um destino final, proporcionando a produção de novos produtos e colaborando com o meio ambiente.

No capítulo seguinte, seguimos com a proposta de sabões a partir de matérias-primas alternativas, descrevendo o sabão obtido com o óleo de fritura.

CAPÍTULO 4

PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SABÃO DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA

Neste capítulo, descrevemos procedimentos para a produção de sabão artesanal com óleo de fritura. Na primeira parte, apresentamos o processo de coleta do óleo residual. Em seguida, o processo de fabricação de dois tipos de sabão. Por fim, trazemos discussões sobre as propriedades físico-químicas dos sabões produzidos.

Coleta do óleo residual de fritura

O óleo residual de frituras para produção de sabão foi obtido das seguintes formas:

a) coleta em lanchonetes do município de Abelardo Luz, em Santa Catarina: esse óleo era utilizado para frituras de lanches e salgados e parte dele era descartada de forma inadequada no lixo doméstico, em ralos de pias, causando mau cheiro e problemas no tratamento do esgoto. O óleo reutilizável foi coletado em garrafas descartáveis e levado até o Instituto Federal do Paraná, *Campus Palmas*, para produção de sabões ecológicos;

b) doações da prefeitura municipal de Palmas, Paraná.

Formulação dos sabões a partir do óleo de fritura

Por meio de pesquisas, desenvolveram-se formulações de sabões comuns, conforme propostas por Borsa-

to (2004) e Trindade (1997), com posteriores adaptações, produzindo-se sabões ecológicos à base de óleo residual de cozinha tanto em barra quanto líquido.

Sabão em barra ecológico

Procedimento: aquecer o sebo em fogo lento para que a temperatura permaneça aproximadamente entre 65 °C e 70 °C. Retirar da chama e acrescentar o óleo de soja, agitando bem até a homogeneização. Reduzir a temperatura a 60 °C, acrescentar o hidróxido de sódio e continuar agitando até que forme uma pasta. Deixar descansar por algum tempo, em que ocorrerá o término da saponificação. Em seguida, acrescentar o álcool. Juntar o corante e a essência como desejar. Deixar solidificar e cortar os pedaços. A Tabela 5 apresenta a formulação do sabão em barra ecológico.

Baseando-se na formulação apresentada na Tabela 5, foram produzidos diferentes sabões à base de óleo residual de frituras a partir da introdução de sebo nas proporções de 50%, 40%, 30%, 20%, 10% e 0%, com o objetivo de verificar a melhor proporção óleo/sebo para obtenção de um sabão de qualidade.

Tabela 5: sabão em barra ecológico

MATÉRIA-PRIMA	QUANTIDADES
Água	4 L
Hidróxido de sódio	1 kg
Álcool	5 L
Sebo + óleo	3 kg de sebo e 3 kg de óleo
Essências	q.s.p*
Corantes	q.s.p*

*q.s.p.: quantidade suficiente para o efeito desejado.

Fonte: TRINDADE, 1997.

Sabão líquido ecológico

Para a produção do sabão líquido ecológico, foi desenvolvida a formulação para o sabão em barra com posterior diluição com água em ebulição.

Procedimento: Em um recipiente, colocar 2 L de óleo e 1 L de álcool e agitar até se homogeneizarem (aprox. 15 minutos). Em outro recipiente, dissolver 0,5 kg de hidróxido de sódio (NaOH) em 1 L de água fria e adicionar a solução alcalina à mistura álcool/óleo, preparada na primeira etapa. Homogeneizar a mistura até que comece a ocorrer a saponificação. Ao formar um líquido viscoso, adicionar 19 L de água fervente e agitar bem (aprox. 5 minutos). Adicionar corante e essência. O produto deve ficar em repouso por 24 horas para obtenção de um líquido viscoso. Após esse período, o sabão pode ser acondicionado em frascos descartáveis de amaciantes ou garrafas de refrigerante, por exemplo. A Tabela 6 apresenta a matéria-prima e a quantidade necessária para a produção de sabão líquido ecológico a partir de óleo residual de cozinha.

Tabela 6: Formulação de sabão líquido ecológico a partir de óleo residual de cozinha

MATÉRIA-PRIMA	QUANTIDADES
Água fria	1 L
Hidróxido de sódio	0,5 kg
Etanol	1 L
Óleo	2 L
Água quente	19 L de água (fervente)
Corante	q.s.p.*
Essência	q.s.p.*

*q.s.p.: quantidade suficiente para o efeito desejado.

Fonte: BORSATO *et al.* (2004), com adaptações.

Acidez do óleo residual de fritura e do sebo

O índice de acidez da gordura corresponde à quantidade, em miligramas, de hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH) necessária para determinar os ácidos graxos livres presentes em um grama da amostra de óleo ou gordura, sendo que este é representado em porcentagem. Segundo Ferrari *et al.* (2005), o teor ideal de ácidos graxos livres deve ser inferior a 3% expresso em % de ácido oleico (o que corresponde a aproximadamente 6 mg KOH g⁻¹ de óleo ou gordura). A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos para acidez do sebo e do óleo residual de frituras.

Tabela 7: teor de acidez da matéria-prima empregada na produção de sabão

MATÉRIA-PRIMA	ACIDEZ	LITERATURA*
Óleo residual de fritura	3,52%	< 3%
Sebo	2,12%	< 3%

Fonte: autoria própria.

*Fonte: SANTOS *et al.* (2012).

O sebo está de acordo com o recomendado: 2,12% de ácido oleico. Já o óleo residual de frituras está um pouco acima do ideal: 3,52%. Isso acontece porque o óleo foi utilizado várias vezes para fritar alimentos, fazendo com que ele passe por um processo de decomposição por meio das reações de hidrólise ou por conta da oxidação. A oxidação ocorre devido ao contato direto com o ar. A hidrólise ocorre devido ao contato com a água liberada pelo próprio alimento submetido à alta temperatura no processo de fritura (RAMOS JUNIOR *et al.*, 2011).

Conforme Oliveira *et al.* (2006), os óleos que são constituídos por ácidos graxos livres com uma ou mais dupla(s) ligação(ões) em suas cadeias hidrocarbônicas podem sofrer oxidação pelo oxigênio atmosférico ou auto-oxidação.

Para fins didáticos, esse resultado ainda pode ser interpretado da seguinte forma: dos 23 gramas de hidróxido de sódio gastos da formulação do sabão à base de óleo, 3,52%, o que corresponde a aproximadamente 0,8 gramas, foram consumidos pelos ácidos graxos livres no processo de saponificação.

Índice de saponificação

A saponificação ocorre a partir de uma reação de hidrólise com uma base alcalina, na qual um éster ou um ácido graxo se converte em um sal básico (sabão), tendo como subproduto um álcool. Conforme o tipo de gordura, a reação de saponificação encontra dificuldade para sua operação. A velocidade da reação difere para os distintos ésteres e ácidos graxos e um fator determinante é a zona de contato entre o álcali a matéria a ser saponificada.

Tabela 8: Valores típicos do índice de saponificação de acordo com a matéria-prima

ORIGEM DA GORDURA/ÓLEO	ÍNDICE DE SAPONIFICAÇÃO TÍPICO mg KOH/g de gordura
Óleo de rícino (mamona)	180
Óleo de algodão	196
Óleo de amendoim	190
Óleo de milho	190
Óleo de coco de babaçu	247
Óleo de palma (azeite de dendê)	247
Óleo de soja	136 - 142
Sebo bovino	138-143

Fonte: UCHIMURA (2007).

A quantidade de hidróxido de sódio necessária para a reação de saponificação depende da origem da matéria graxa. Para não ocorrer desperdício da matéria alcalina destinada à confecção do sabão, deve-se levar em conta a reação de saponificação e a composição química dos diferentes tipos de óleo e gordura, como se pode analisar na Tabela 8, que apresenta alguns índices de saponificação para diferentes óleos, e na Tabela 9, que contém os dados da caracterização do sabão de óleo de fritura.

Tabela 9: Índice de saponificação dos sabões pela mistura de diferentes proporções de óleo residual de frituras e de sebo

PROPRIEDADE	1 50/50	2 60/40	3 70/30	4 80/20	5 90/10	6 100
Índice de saponificação	139	119 ±6,90	119	112 ±6,91	101,68 ±6,79	98 ±5,27

Fonte: autoria própria.

Os resultados obtidos no índice de saponificação para as misturas de óleo e sebo estão de acordo com a legislação apenas na mistura de 50% de sebo e 50% de óleo (I.S. 139). Conforme o teor de óleo foi sendo aumentado nas misturas (óleo/sebo), o índice de saponificação foi diminuindo. Isso pode ter ocorrido devido à oxidação do óleo de fritura no processo de superaquecimento e reaquecimento contínuo e sob ação do oxigênio atmosférico, acelerando muito seu mecanismo de deterioração.

Segundo Costa (2012), no processo de rancificação temos reações complexas de hidrólise, oxidação e termo-oxidação que geram ácidos graxos rançosos e subprodutos insaponificáveis. Esses processos são provocados por mi-

cro-organismos e pelo oxigênio do ar, acarretando a quebra da cadeia dos óleos (glicerídeos).

Matérias graxas não saponificadas são aquelas decorrentes da ausência de uma reação completa entre os ácidos graxos (triglicerídeos originais) e os álcalis utilizados. Esses materiais são solúveis nos solventes usuais para óleo e gorduras. Como exemplo de materiais insaponificáveis temos os esteróis, álcoois alifáticos de alto peso molecular, pigmento de hidrocarbonetos, entre outros (SILVA *et al.*, 2010).

Na produção do sabão em barra ecológico, optou-se por seguir as formulações propostas por Borsato *et al.* (2004) e Trindade (1997), utilizando exatamente a soda cáustica (NaOH) indicada para elas. Após a determinação do índice de saponificação, observou-se que foi usado um pequeno excesso de hidróxido de sódio (Tabela 10).

Tabela 10: O índice de saponificação e o excesso de hidróxido utilizado nas formulações

PROPRIEDADE	1 50/50	2 60/40	3 70/30	4 80/20	5 90/10	6 100
Índice de saponificação das amostras	139 mg ± 0	119 mg ±6,90	119 mg ± 0	112 mg ±6,91	101,68 mg ±6,79	98 mg ±5,27
NaOH utilizado em miligrama por grama de gordura de óleo e sebo	153 mg	153 mg	153 mg	153 mg	153 mg	153 mg
Excesso de NaOH em miligrama por grama de gordura	14 mg	34mg	34 mg	41 mg	51,32 mg	55 mg
Excesso de NaOH em grama na formulação	2,1 g	5,1 g	5,1 g	6,15 g	7,698 g	8,25 g
Quantidade de NaOH que reagiu	20,9 g	17,9 g	17,9 g	16,85 g	15,30 g	14,75 g

Fonte: autoria própria.

A fórmula proposta por Borsato (2004) recomenda o uso de 0,167 grama de hidróxido de sódio por 1 grama de gordura. A partir do cálculo do índice de saponificação, pode-se observar que houve utilização de um excesso de base para esta formulação (entre 2,1 e 8,25 gramas), totalizando na formulação global um excesso que variou de 168 gramas a 414 gramas de NaOH que não reagiu. Esse excesso poderia ter sido evitado se a fórmula tivesse sido readequada com o cálculo do índice de saponificação dos ácidos graxos utilizados nas formulações; pois, toda vez que se empregam diferentes matérias graxas para formulação de um sabão, o cálculo do índice de saponificação é essencial para a otimização da fórmula e quantificação de base alcalina a ser usada.

Ainda podemos observar que houve um excesso maior da base na formulação de sabão produzido com 100% de óleo residual (414 g), devido à perda de matéria graxa saponificável no processo de fritura.

Outras propriedades físico-químicas

As demais propriedades físico-químicas estão apresentadas na Tabela 11. A partir dela, podemos observar que a maioria dos sabões estão de acordo com a legislação (para sabões de fervura do tipo 20, 30 e 45). Há pequenas variações, provavelmente por ter sido usada uma matéria graxa com teores baixos de graxas saponificáveis (óleo residual de frituras). Isso é observado principalmente no sabão 6 (sabão sólido com 100% de óleo residual), com teor de ácidos graxos gordurosos e resinosos de 10%, e no

sabão líquido 15%, abaixo do indicado para um sabão de qualidade, que estaria entre 20 e 60%. A alcalinidade livre em NaOH (hidróxido de sódio) e o teor de matéria volátil ficou abaixo do que determinam as normas da ABNT (1954) em todas as formulações propostas, provavelmente pela decomposição da matéria volátil no processo de frituras. Todos os sabões com as proporções óleo/sebo sólidos apresentaram consistência firme e aspecto homogêneo próprio do seu tipo. Quanto ao cheiro, nenhum apresentou cheiro desagradável, mesmo na espuma, que se mostrou branca. Todos os sabões apresentaram alto poder de limpeza sobre superfícies gordurosas e com sujeiras pesadas.

Considerações sobre o sabão de óleo de fritura

A coleta seletiva do óleo residual e a reutilização dele na produção de sabões poderá contribuir para a economia dos recursos naturais, ou ainda para uma utilização mais racional das fontes naturais, minimizando o impacto do descarte incorreto desses óleos e gorduras no meio ambiente, trazendo qualidade de vida para a comunidade e estimulando a conscientização do reaproveitamento da matéria-prima.

Os sabões produzidos nesse trabalho e testados a partir de análises físico-químicas apresentaram-se com boa aparência, sem odor desagradável e ficaram em sua maioria classificados, de acordo com a legislação, como sabões dos tipos 20, 30 e 45, estando dentro dos parâmetros da ANVISA (BRASIL, 2005a) e ABNT, normas que os fabricantes de sabões seguem, com exceção do sabão

líquido e do sabão 6, produzidos exclusivamente com óleo de fritura, sem a mistura de sebo.

No próximo capítulo, descrevemos as aplicações dos sabões desenvolvidos em projetos didáticos.

Tabela 11: Propriedades físico-químicas do sabão ecológico em barra e líquido

PROPRIEDADE	1 50/50	2 60/40	3 70/30	4 80/20	5 90/10	6 100	SABÃO LÍQUIDO	*LEG.
Cor	Amarelo claro	Amarelo claro	Amarelo queimado	Amarelo escuro	Amarelo escuro	Amarelo Escuro	Amarelo escuro	Qualquer cor
Ácidos livres	0,35%	0,35%	0,56%	0,56%	0,50%	0,94%	0,70%	até 1%
Alcalinidade livre	0,05%	0,05%	0,08%	0,08%	0,07%	0,13%	0,1%	0,2 a 0,3 %
Alcalinidade total do material Insolúvel em álcool	0,66%	0,80%	0,84%	0,91%	0,83%	0,17%	0,17%	0,1 a 0,5%
pH	11	10	10	10	10	9,1	9	10
Teor de espuma	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Fazer espuma em diversas condições
Teor de Umidade	2.35% ±0,70	5.84% ±0,48	2.8% ±3.53	0.68% ±0.52	7.39% ±0,63	4.94% ±0.6	4.98% ±0.6	0,2 a 6% não podendo ser acima de 10%
Materiais voláteis a 100-105° C	4.27%	4.27%	4.85%	6.61%	2.25%	2.1%	1.1%	32 a 60%
Insolubilidade em água	0.76%	0.76%	0.66%	0.76%	0.70%	0.65%	0,4%	0,5 a 2%
Ácidos gordurosos e resinosos (min)	30	30	45	20	20	10	15	20 a 60%
TIPO	30	30	45	20	20	--	--	20 a 60%

Fonte: autoria própria.

* Legislação (Fonte): ABNT (1954).

CAPÍTULO 5

APLICAÇÕES DIDÁTICAS NO ENSINO

Neste capítulo, fazemos um breve estudo da abordagem do tema “Sabões” no ensino de Ciências e, em seguida, descrevemos as aplicações didáticas desenvolvidas pelo grupo nesse contexto.

O tema “Sabões” no ensino de Ciências

De acordo com o investigado por Bishoff (2008), temas relacionados a sabões e detergentes estavam presentes em todos os livros de Ensino Médio investigados. A autora verificou que tais temas estavam vinculados à seção de Química Orgânica (normalmente trabalhada na terceira série) e ao tema de interações intermoleculares em compostos orgânicos, podendo ser relacionados a questões sociais e ambientais ou apenas de maneira propedêutica.

Vários trabalhos podem ser encontrados apresentando propostas para a abordagem do tema envolvendo sabões e detergentes, com o intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem de Química (VERANI *et al.*, 2000; GALÃO *et al.*, 2003; OLIVEIRA, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2010; TESSARO, 2015; ARAÚJO e MONTEIRO JÚNIOR, 2015; SANTOS *et al.*, 2016).

Santos *et al.* (2016) salientam a importância da contextualização no ensino de Química por meio de Sequências de Ensino Investigativas. Nesse tipo de atividade, um problema é colocado para que os alunos, por meio de questionamentos, pesquisas e experimentos, proponham uma

solução. Os autores salientam o potencial dessas sequências para a investigação de conhecimentos prévios sobre temas cotidianos, como o uso de sabões. Por meio dos resultados obtidos, os autores perceberam que, mesmo tendo contato com esse tipo de conteúdo, os alunos que não participaram das práticas não retiveram tais informações em aulas tradicionais.

Tessaro (2015) descreve a aplicação de um projeto de fabricação de sabões para pessoas da terceira idade com formações, idades e vivências distintas. Em virtude das características do grupo, a autora preferiu propor atividades que privilegiassem a discussão das vivências que tiveram com o uso e a fabricação de sabões, a fim de que servissem de base para questionamentos; estes, após as pesquisas e experimentos, seriam estudados à luz do conhecimento científico em aulas teóricas.

Segundo Araújo e Monteiro Júnior (2015), a abordagem de temas envolvendo sabões e detergentes permite desenvolver uma aplicação experimental relativamente simples e de elevado significado para os alunos, podendo ser aproveitada para a contextualização de vários assuntos programáticos, convencionalmente abordados de maneira abstrata e desmotivadora. Os autores, diferentemente dos demais, iniciaram a proposta didática com a aula experimental, que motivou a discussão de questões acerca do uso do sabão. Em seguida, por meio de videoaulas, palavras-cruzadas e um *webquest*, trabalharam os conteúdos científicos relativos ao tema.

Ribeiro *et al.* (2010) apontam para a contextualização de temas sociais e ambientais que pode ser promovi-

da pelo emprego de tema gerador, englobando sabões e detergentes. Salientando que o contexto e a vivência dos alunos se apresentam como um campo rico em conceitos que podem ser utilizados como ponto de partida para os professores, os autores utilizaram um problema local para estimular a busca por uma solução. Assim, desenvolveram aulas expositivas, atividades de investigação, pesquisas bibliográficas e aula experimental, além de trabalharem os conceitos químicos relacionados ao tema. Como pontos positivos da prática, os autores descrevem a motivação e participação dos estudantes, mesmo após a aplicação do projeto, em aulas sobre outros temas. Em contrapartida, como ponto negativo, indicam o tempo excessivo despendido na execução completa do processo, que fora alvo de questionamento de pais e direção.

Oliveira (2005) propôs a elaboração de uma unidade didática sobre o tema sabão, para o ensino contextualizado de Química, e verificou que, apesar de os alunos reconhecerem a importância da Química como ciência e como disciplina escolar, muitos dos que participaram da pesquisa não conseguiam relacioná-la com o cotidiano; e, ainda, parte dos que citaram a ocorrência da Química em seu dia a dia não soube explicar os fenômenos por meio de conceitos científicos.

Sendo assim, a fim de motivar a participação dos alunos na construção de conceitos sobre o tema, o pesquisador propôs uma série de atividades que envolveram leitura de textos científicos, aulas expositivas e experimentais e uma visita técnica para explorar tópicos como: identificação dos grupos funcionais, reações de saponifi-

cação e esterificação, velocidade e fatores que alteram a velocidade de reações químicas, polaridade das moléculas e forças intermoleculares, tensão superficial, solubilidade, água mole e água dura, sabão mole e sabão duro, emulsificantes e surfactantes. Nessa proposta, também diferente das demais, foi realizada uma sequência de aulas teóricas e experimentais que demandavam de forma crescente os conceitos abordados.

Galão *et al.* (2003) propuseram uma série de atividades tendo como tema motivador os detergentes, como aulas expositivas, discussão em grupo, pesquisas bibliográficas e aula experimentais para a produção de sabão. Segundo os autores, o tema gerador permite a elaboração de questionamentos pelos alunos sobre as vivências que tiveram em relação aos detergentes e sabões, suscitando conteúdos científicos explorados no Ensino Médio, tais como: tensão superficial, interações de hidrogênio, interações de van der Waals e disposição dos átomos nas cadeias carbônicas. Por meio desses conceitos é possível explicar outros mais aprofundados, relacionados ao funcionamento de agentes surfactantes, como solubilidade em água, formação de micelas, poder detergente, biodegradabilidade, poder espumante e interações químicas.

Verani *et al.* (2000) apontaram para as dificuldades na realização de aulas práticas em escolas, dentre elas a falta de recursos materiais e humanos e a ideia de que aulas experimentais são utilizadas para “matar tempo”, como momentos de descontração das aulas teóricas em sala de aula. Para romper com a última ideia, os autores propuseram uma sequência didática cujo tema organiza-

dor era “sabões e detergentes” e atentava para os processos de saponificação e ações de tensoativos. Além do desenvolvimento de conhecimentos específicos da Química, os autores apontaram o desenvolvimento de competências e habilidades genéricas, tais como: motivação da comunicação professor-aluno e aluno-aluno, auto-organização dos alunos para o estudo, aprendizado cooperativo, uso de pesquisa bibliográfica, redação de monografia e apresentação de seminários.

É interessante salientar que, mesmo em contextos distintos e com propostas didáticas diferenciadas, os autores concordam com o fato de que a abordagem de temas englobando sabões e detergentes tem se mostrado frutífera em relação aos objetivos elencados para o ensino de Química, superando as expectativas. Isso se deve ao fato de estar intimamente ligada ao cotidiano e a abordar diversos assuntos que podem ser entendidos de maneira clara por estudantes do Ensino Médio.

Com o aumento populacional, há um grande acréscimo de resíduos no ar, água e solo que causam diversos problemas ambientais, tornando-se motivo de preocupação e levando a comunidade científica e a sociedade a buscarem soluções e alternativas que visem à preservação e à recuperação do meio. A reciclagem representa uma possibilidade importante no gerenciamento dos resíduos, pois transforma alguns deles, que seriam descartados de forma indevida, em insumos com diversas vantagens ambientais.

Dentre os resíduos de grande impacto ambiental destaca-se o óleo de cozinha, utilizado em diversas frituras, que pode ser empregado na produção de sabões e tam-

bém biodiesel. Segundo Cavalcante (2014), o óleo de cozinha descartado de forma inadequada gera grande impacto ambiental, afetando o solo, lençóis freáticos, rios, lagos, fauna e flora e, quando jogado diretamente na pia, acarreta entupimento da rede de esgoto. Além de gerar graves problemas de higiene e mau cheiro, a presença de óleos e gorduras na rede de esgoto causa o seu entupimento, bem como o mau funcionamento das estações de tratamento, o que encarece o tratamento do esgoto doméstico. Quando o óleo residual é descartado diretamente nas redes fluviais, fica na superfície, por ser menos denso que a água, criando uma barreira que dificulta a entrada de luz nela e a sua oxigenação, o que compromete a base da cadeia alimentar aquática.

Uma alternativa para minimizar o impacto causado pelo óleo residual de frituras é a reutilização deste para produção de sabões ecológicos. O sabão é produzido por meio da reação de hidrólise alcalina de um éster. Os triacilglicerídeos são o tipo de gordura mais abundante na natureza, e podem ser provenientes do sebo de origem animal, dos óleos vegetais ou da mistura de ambos. Estes sofrem hidrólise básica a quente, produzindo sais de álcalis de ácidos carboxílicos de cadeia longa, chamados de sabão (SILVA *et al.*, 2010b).

A proposta de utilizar óleo de frituras para produção de sabão vem ao encontro de diversos métodos de sensibilização, como a Educação Ambiental. De acordo com Lopes e Baldin (2009), a Educação Ambiental está se tornando essencial para a população à medida que reivindica e prepara os cidadãos para exigir justiça social, cidadania

nacional e planetária, autogestão e ética nas relações sociais e com a natureza.

A Educação Ambiental se expressa como um desafio na prática educativa, tendo em vista a necessidade de desenvolvimento de atividades extracurriculares voltadas para questões ambientais e que envolvam toda a comunidade escolar. Segundo Freire (2000), é importante repensar as atitudes voltadas às nossas práticas educativas, pois formar é muito mais que puramente treinar o educando no desempenho de habilidades: é educar para uma cidadania mais responsável.

No Ensino de Química, a Educação Ambiental torna-se uma prática acessível que pode ser contínua, visto que vários conteúdos possibilitam abordagens de questões ambientais. Nesse sentido, essa prática só tem a contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, uma vez que colabora com a formação de cidadãos responsáveis para tomadas de decisões futuras.

Aplicações didáticas envolvendo a produção de sabões ecológicos

Os alunos de Química do Instituto Federal do Paraná (*Campus Palmas*) buscaram introduzir a Educação Ambiental no Ensino de Química, no âmbito do projeto Fábrica Escola de Detergentes, por meio da produção de sabão ecológico em escolas estaduais situadas no município de Palmas – PR. O projeto desenvolvido teve como objetivos:

a) promover a Educação Ambiental no Ensino de Química por meio da produção de sabão ecológico;

b) possibilitar que os educandos pudessem identificar a importância da Educação Ambiental como um processo motivador para o ensino;

c) possibilitar que os educandos identificassem a problemática do descarte incorreto do óleo de cozinha, bem como os meios de reciclagem e reaproveitamento.

As atividades aqui descritas foram aplicadas em escolas públicas na cidade de Palmas – PR e também para a comunidade local, no Projeto Mulheres Mil, e durante o projeto Rondon entre os anos de 2012 e 2017, além de atividades pontuais com escolas até o ano de 2018.

A Fábrica Escola de Detergentes teve a participação de acadêmicos estagiários, bolsistas do Programa de Inclusão Social (PIBS) e do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid) do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Paraná, *Campus* Palmas, acompanhados das professoras de Estágio Supervisionado de Química Orgânica e de Química Tecnológica Orgânica.

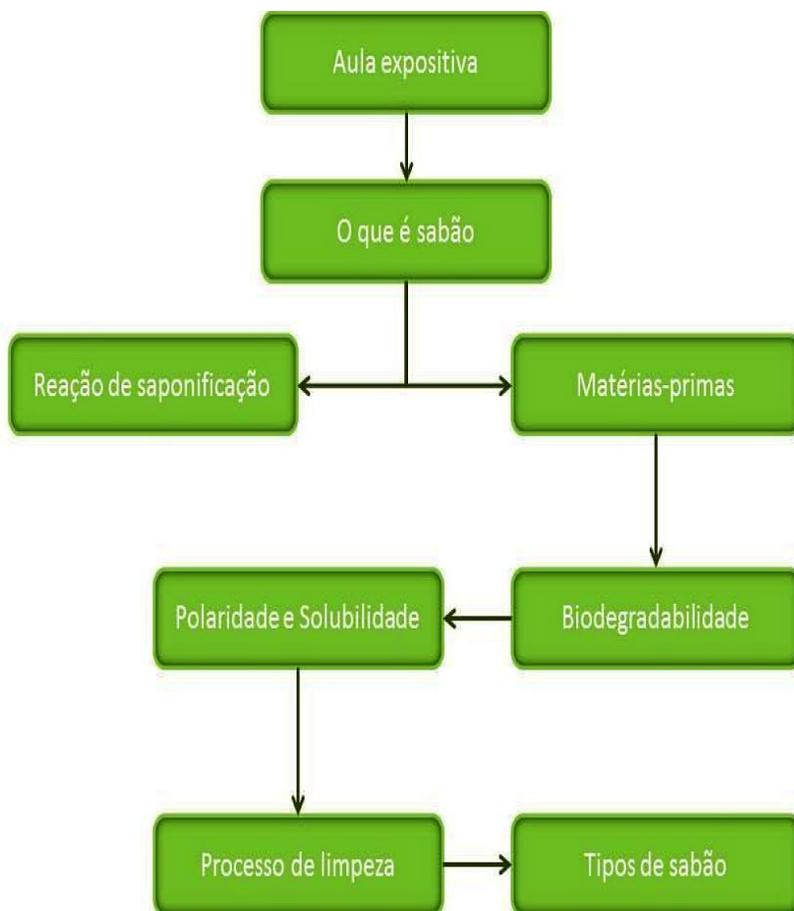
O projeto foi realizado em **várias etapas e por diferentes grupos**, com o propósito de contar com a participação e envolvimento de toda a comunidade escolar, conforme se apresenta a seguir.

Estágio Supervisionado

Os acadêmicos estagiários do sétimo período de licenciatura em Química do IFPR desenvolveram aulas experimentais, expositivas e dialogadas com formulações de produtos saneantes de limpeza. As aulas experimentais foram integradas com o ensino de alguns conceitos básicos

da Química: funções orgânicas e inorgânicas, nomenclatura, reações de neutralização, substituição nucleofílica (saponificação), hidrólise salina, pH, solubilidade, forças intermoleculares e Educação Ambiental. Foram empregadas diversas abordagens, fazendo com que o aluno interagisse com o professor, colegas e equipe do projeto. A Figura 10 apresenta um fluxograma sobre o desenvolvimento da aula expositiva.

Figura 10: Demonstração da aplicação e o encaminhamento das atividades feitas.



Fonte: autoria própria.

Aulas Experimentais

Durante as aulas, mostramos para os alunos que a produção de sabão é uma alternativa para a reutilização do óleo de cozinha, já que este serve de matéria-prima para o desenvolvimento de sabão líquido e sabão em barras. Foram explorados os seguintes temas:

- Importância da reutilização do óleo residual;
- Papel de cada reagente empregado;
- Explicação da reação de saponificação;
- Formulações e procedimentos;
- Poder de limpeza.

Protocolos experimentais

As atividades experimentais propostas visaram à integração do projeto Fábrica Escola de Detergentes com o Ensino de Química, a partir da produção de sabão ecológico em barra e líquido utilizando óleo residual de fritura.

Procedimentos metodológicos

1) Sabão em barra ecológico

Materiais e reagentes: gordura residual, sebo, etanol, soda cáustica 99%, água, chapa aquecedora ou fonte de aquecimento, recipiente para aquecimento, recipientes plásticos para mistura de reagentes (baldes e bacias), caixas de leite vazias ou copos de plástico, colher de pau, béqueres e bastões de vidro.

Primeira parte: aquecer o sebo em fogo lento para que a temperatura de fusão permaneça aproximadamente

entre 65 °C e 70 °C. Retirar do calor e acrescentar o óleo de soja. Agitar bem até a homogeneização.

Segunda parte: reduzir a temperatura a 60 °C. Após chegar a essa temperatura, acrescentar o hidróxido de sódio (soda cáustica) e continuar agitando até que forme uma pasta. Deixar descansar por algum tempo, em que ocorrerá o término da saponificação.

Terceira parte: acrescentar o álcool. Juntar o corante e a essência como desejar. Deixar solidificar e cortar os pedaços.

2) Produção de sabão ecológico líquido

Materiais e reagentes: gordura residual, sebo, etanol, soda cáustica 99%, água, chapa aquecedora ou fonte de aquecimento, recipiente para aquecimento, recipientes plásticos para mistura de reagentes (baldes e bacias), caixas de leite vazias ou copos de plástico, colher de pau, béqueres e bastões de vidro.

Para a produção do sabão ecológico líquido, desenvolve-se a formulação para o sabão em barras, com posterior diluição com água em ebulição:

Primeira parte: em um recipiente, colocar 2 L de óleo com 1 L de álcool e agitar até ambos se homogeneizarem (aprox. 15 minutos).

Segunda parte: em outro recipiente, dissolver 0,5 kg hidróxido de sódio (NaOH) em 1 L de água fria. Adicionar a solução alcalina à mistura álcool/óleo preparada na primeira etapa. Homogeneizar a mistura até que comece a ocorrer a saponificação. Ao formar um líquido viscoso,

adicionar 18 L de água fervente e agitar bem (aprox. 5 minutos). Adicionar corante e essência como desejar.

Terceira parte: o produto deve ficar em repouso por 24 horas para obtenção de um líquido viscoso. Após esse período, o sabão pode ser acondicionado em frascos descartáveis de amaciantes ou garrafas de refrigerante, por exemplo.

3) Produção de detergente líquido sintético

Durante o projeto, também foi desenvolvido um detergente sintético, com o objetivo de mostrar para os alunos a diferença das reações e dos reagentes empregados nesse tipo de detergente em relação aos sabões vistos anteriormente, bem como a função de cada um dos componentes na formulação, entre outros apontamentos. O Quadro 9 mostra a formulação do detergente.

Quadro 9: Formulação do detergente líquido

REAGENTE	QUANTIDADE
Ácido sulfônico	55 g
Soda líquida	7,3 g
Amida (elevação e controle de pH)	6,25 g
Ureia (elevação e controle de pH)	6,25 g
Cloreto de magnésio	2,5 g
Espessante	17,7 g
Formol (ação conservante)	Algumas gotas
Essência	Algumas gotas

Fonte: autoria própria.

Materiais: béquer de 500 mL, balança, vidro relógio, proveta, espátulas, bastão de vidro e frasco para armazenar o detergente.

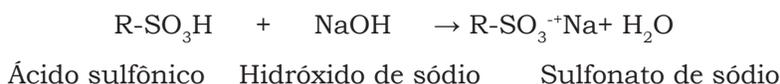
Procedimento: adicionar em um béquer de 500 mL de água: 55 g de ácido sulfônico, 6,25 g de amida, 6,25 g de ureia, 2,5 g de cloreto de magnésio, 17,7 g de espessante e 7,3 g de soda. Diluir todos os ingredientes em água até 1L. Em seguida, acrescentar algumas gotas de formol, essência e corante. Agitar até a completa diluição e deixar em repouso por algumas horas. A Figura 11 mostra uma foto do produto obtido:

Figura 11: Detergente sintético.



Fonte: arquivo pessoal.

A reação abaixo apresenta a formação do detergente laurel sulfato de sódio:



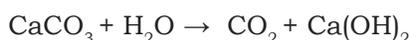
4) Produção de desinfetante com cinzas

Um desinfetante é uma solução aquosa com finalidade de desinfecção de ambientes, superfícies e objetos inanimados, cujo ativo é o hipoclorito de sódio ou de cálcio, com teor de cloro ativo entre 2,0 e 2,5%, podendo conter corantes. Segundo a ANVISA (BRASIL, 2008), o pH máximo do produto puro deve ser de 13,5.

Foi mostrado para os alunos que as cinzas obtidas da queima de madeira podem ser empregadas para a produção de um desinfetante alternativo (pois possuem óxidos e sais de sódio, potássio e cálcio) por meio da exploração dos seguintes conceitos:

- Extração de óxidos e sais de carbonatos (cinza);
- pH;
- Hidrólise salina.

Por exemplo, o carbonato de cálcio, também conhecido como calcita, é um mineral inorgânico quimicamente inerte, com características alcalinas, que resulta de reações do óxido de cálcio com dióxido de carbono. Sua fórmula química é CaCO_3 . Em solução aquosa, o sal sofre hidrólise salina, produzindo uma substância básica, conforme mostra a reação:



Materiais: balde, mexedor de madeira e um pano para filtração.

Procedimento: colocar água fria no balde até a metade e adicionar a cinza aos poucos. Mexer constantemente com uma colher de madeira até completar o balde com cinza. Deixar descansar durante 9 dias, mexer um pouco a cada dia. Ao final dos nove dias, coar com um pano de prato e engarrafar. Está pronto para usar na limpeza da casa, para alvejar pano de prato. A cinza coada pode ser usada como adubo orgânico na horta, afinal, tudo é aproveitável. A Figura 12 mostra o alvejante de cinzas, preparado no laboratório, antes da filtração.

Figura 12: alvejante com cinza.



Fonte: arquivo pessoal.

5) Propriedades dos sabões e detergentes

Foram desenvolvidos alguns experimentos mostrando a formação de espuma e conceitos relacionados à solubilidade de óleos e gorduras no sabão, a partir da polaridade da água, polaridade das gorduras e do sabão e formação de emulsão.

Formação de espuma

Adicionar em uma proveta 10 mL de água e 10 mL de vinagre, agitando um pouco. Adicionar 10 mL de solução de bicarbonato de sódio. Observar a formação da espuma, o tempo de duração e a altura da espuma na proveta.

Tensão superficial da água

Preencher um béquer com água e adicionar um pouco de giz em pó sobre a superfície da água. O pó permanecerá na superfície, devido à tensão superficial, ou atração de moléculas na superfície da água. Na sequência, adicionar uma gota de detergente na água e observar. As moléculas de água atraem o detergente, que rompe com a tensão superficial. É possível tentar a mesma experiência com uma agulha que flutua na superfície da água e, em seguida, adicionar uma gota de detergente.

Água mole, água dura e detergentes

A água destilada nesta experiência é a água mole, porque não possui minerais adicionados. Adicionar pó de giz à água destilada para transformá-la em água dura

(presença de íons cálcio). Preencher dois copos de béquer com água destilada até a metade e dissolver uma espátula de pó de giz em um deles. Adicionar 3 gotas de detergente líquido em cada béquer, homogeneizar. Observar qual garrafa apresenta mais espuma e considerar o que isso pode mostrar, ou seja, as diferenças entre a água dura e a mole.

Poder de limpeza dos detergentes e sabões

Cortar um tecido em várias tiras e fazer uma mancha idêntica em cada peça. Use um detergente diferente para cada mancha, deixando uma sem detergente. Lave à mão cada peça de tecido, por tempo idêntico, utilizando o mesmo processo para cada um. Quando terminar, compare a mancha restante em cada pano para ver qual detergente mais a removeu.

Objetivou-se articular o projeto Fábrica Escola de Detergentes com o ensino de Química e disseminar a produção de sabões ecológicos com matéria-prima alternativa, como o óleo residual de frituras, evitando o possível descarte inadequado em lixo, solo e esgoto. Os efeitos indesejáveis, devido ao impacto negativo causado ao ambiente, possibilitaram ao futuro professor de Química praticar a docência de forma contextualizada e ampliar os conhecimentos técnicos, mostrando que é possível desenvolver certos conteúdos a partir de temas geradores e/ou até mesmo de projetos integrados ao conteúdo da disciplina e, ainda, de forma relacionada ao cotidiano.

Além do trabalho de conscientização, também foi possível mostrar aos estudantes da Educação Básica a im-

portância do trabalho com segurança durante os processos de fabricação de sabões em casa, pois, por mais simples que possa parecer, este é um procedimento que envolve reagentes e reações químicas. A partir dessa prática de ensino, estudantes podem disseminar seu aprendizado nas famílias para produção caseira de sabões, empregando o produto para uso geral, reduzido despesas com produtos comerciais e, ao mesmo tempo, diminuindo o descarte de óleos em esgotos domésticos.

O Quadro 10 mostra, resumidamente, os temas explorados durante o desenvolvimento das ações pelos licenciandos de Química na Educação Básica.

Quadro 10: Resumo dos temas explorados no Ensino de Química

<p>Poluição ambiental por descarte de óleo residual de frituras (leitura de textos)</p>	<p>Grandes concentrações de lipídios resultam na formação de uma camada de gordura nas lagoas de tratamento, o que impede as transferências de oxigênio, dos substratos e dos produtos, prejudicando, assim, o tratamento biológico aeróbio de degradação da matéria orgânica, podendo levar à morte dos microrganismos. Além disso, altas concentrações de lipídeos podem levar a um aumento da quantidade de microrganismos filamentosos, resultando na formação de lodos com diferentes características físicas (diminuição da densidade) e reduzidas atividades hidrolíticas (CAMMAROTA e FREIRE, 2006). Este fenômeno pode interferir negativamente nos sistemas de tratamento de efluentes devido à flotação da biomassa, ao aumento do tempo de retenção hidráulica dos efluentes nas lagoas de estabilização, à redução da capacidade de aeradores e à alta demanda de produtos floclantes (CAMMAROTA e FREIRE, 2006; MENDES <i>et al.</i>, 2005). No tratamento biológico anaeróbio de efluentes com excesso de óleos e graxas, a degradação de lipídeos é uma etapa limitante, pois os lipídeos possuem pouca biodegradabilidade, devido à sua baixa disponibilidade. No Brasil, o valor máximo de óleo e gorduras em águas fluviais é de 50 mg/L (BRASIL, 2005b).</p>
<p>Produção de sabão e estudo da reação de saponificação</p>	<p>A produção de sabão ecológico proporcionou o estudo da reação de saponificação (Figuras 15, 16 e 17), estudo das teorias ácido-base de Lewis, de Bronsted-Lowry, reações de adição nucleofílica acíclica e propriedades dos compostos orgânicos (ALLINGER, 1994; McMURRY, 1997; SOLOMONS, 2007).</p>

Continua

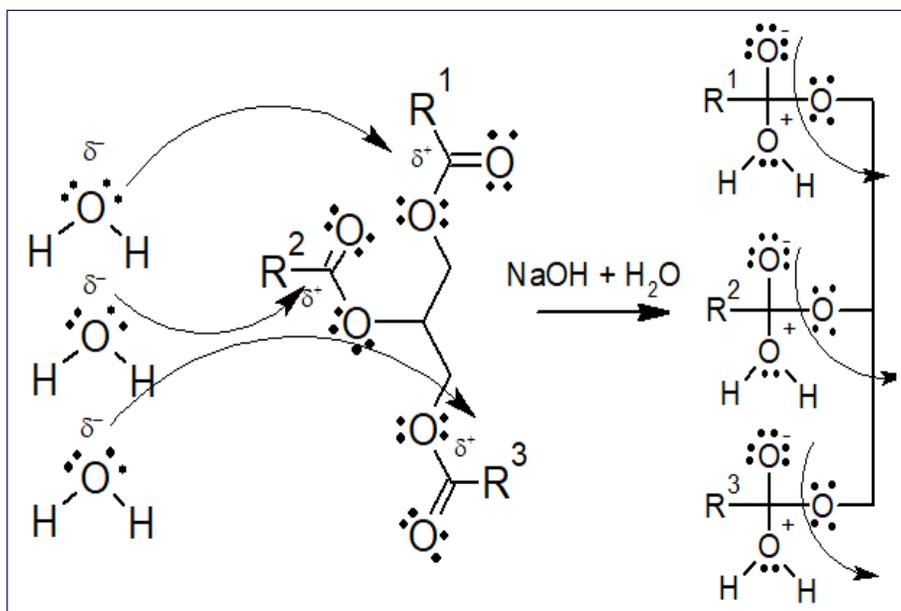
Polaridade da molécula	Sabões são sais derivados de ácidos carboxílicos e possuem ligação com caráter tipicamente iônico, devido aos átomos ligantes, com acentuada diferença de eletronegatividade, o que dá origem a uma forte polarização, formando um dipolo elétrico. Desta forma, dizemos que os sabões, por serem sais, apresentam pelo menos um ponto de forte polarização em sua molécula (DEL PINO e ZAGO NETO, 2011).
Agente tensoativo e tensão superficial	Sabões são moléculas que contêm uma parte polar (hidrofílica) e uma parte apolar (hidrofóbica), por isso são considerados agentes tensoativos e é em função destas características que o sabão possui alto poder de limpeza. A parte apolar de um tensoativo é proveniente de uma cadeia carbônica e a parte polar é formada por alguns átomos que apresentam concentração de carga, com a formação de um polo positivo e um polo negativo. Importante destacar que a parte polar da molécula do sabão tem o poder de diminuir a tensão superficial da água, permitindo, assim, que os óleos e as gorduras possam ser emulsionados.
Formação de Micelas	De acordo com Barbosa e Silva (1995), quando a molécula de sabão entra em contato com a água, forma-se um sistema coloidal contendo agregados de moléculas anfífilas que são chamados de micelas. Em uma micela, as cadeias de carbono ficam voltadas para o centro e as partes com carga permanecem em contato com a água. A micelização (formação das micelas) ocorre devido à ocorrência de mudanças nas propriedades físico-químicas dos tensoativos, a partir da adição de uma determinada concentração específica deste, chamada Concentração Micelar Crítica (CMC), abaixo da CMC, as moléculas de tensoativos estão presentes na forma de monômeros dispersos e acima estão na forma de agregados/micelas.
Reação de sabão com água dura	O sabão é formado por um sal comum de sódio, solúvel em água ocasionando a formação de micelas. Barbosa e Silva (1995) explicam que, ao contrário dos sais de sódio, os sais de Ca^{2+} , Mg^{2+} ou Fe^{3+} são insolúveis em água, sendo assim, um sabão não é eficiente quando entra em contato com esses ions (água dura). Os sais insolúveis acabam precipitando e aderem ao tecido que está sendo lavado.

Além das questões ambientais, conforme apresentado na Tabela 7, também se pode explorar a reação de saponificação (Figuras 13, 14 e 15):

1ª etapa – moléculas de água na presença de hidróxido de sódio comportam-se como bases de Lewis (reagentes nucleofílicos), atacando os triacilglicerídeos (grupamentos carbonílicos que atuam como reagentes

eletrofilicos, recebendo elétrons, atuando como ácidos de Lewis), formando um íon intermediário, tetraédrico instável. No composto intermediário, os pares de elétrons π do oxigênio voltam a se acomodar, recuperando a ligação dupla carbono-oxigênio, eliminando o grupamento trialcóxido, produzindo três mols de ácidos carboxílicos protonados para cada mol de triacilglicerídeo.

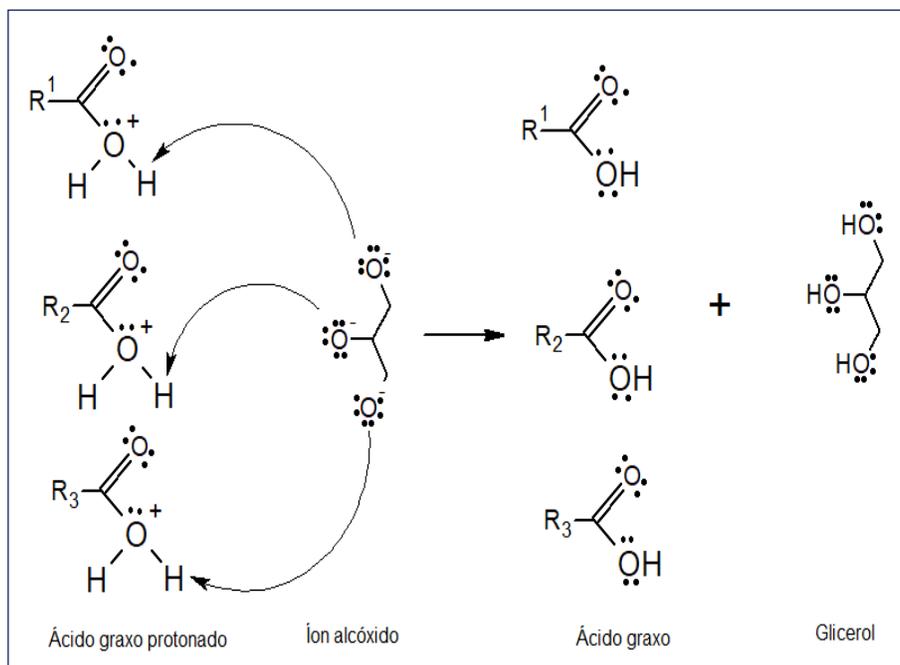
Figura 13: primeira etapa do mecanismo de saponificação dos triacilglicerídeos.



Fonte: autoria própria.

2ª etapa – o grupamento trialcóxido atua como base de Lewis, removendo o próton dos ácidos carboxílicos produzidos, em uma reação ácido-base de Lewis ou Bronsted-Lowry (ácidos de Bronsted-Lowry doam prótons em reações e bases de Bronsted-Lowry recebem prótons), conforme apresentado na Figura 14.

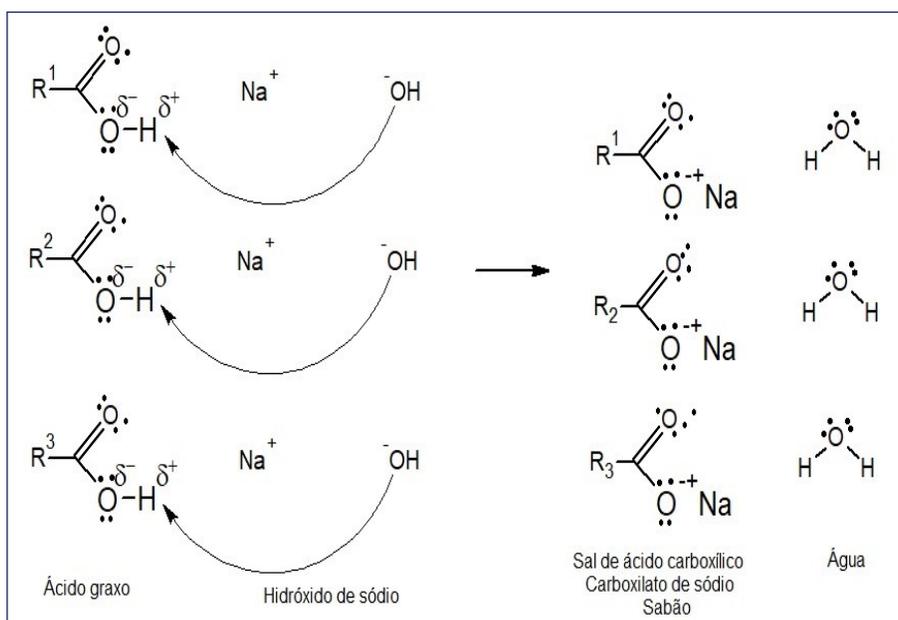
Figura 14: segunda etapa do mecanismo de saponificação.



Fonte: autoria própria.

Na terceira etapa, ocorre uma reação de neutralização entre os ácidos graxos produzidos na etapa anterior com hidróxido de sódio, com formação de carboxilato de sódio (sabão), conforme a Figura 15.

Figura 15: terceira etapa do mecanismo de saponificação.



Fonte: autoria própria.

Segundo Souza Júnior (2011), o estágio é desenvolvido de tal forma a proporcionar ao estudante a complementação do processo de ensino e aprendizagem e de possibilitar a experiência do cotidiano da profissão, que só é adquirida com a prática. Nesse caso, a Química pode ser um instrumento de formação humana que amplia os horizontes e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios para interpretar o mundo e intervir na realidade, bem como se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade (GOUVEIA *et al.*, 2010).

Pibid

Durante o projeto no âmbito do Pibid, foram realizadas diversas atividades relacionadas à coleta de óleo residual e à oferta de oficinas, conforme descrito abaixo:

1º etapa – promovemos uma campanha de coleta do óleo residual, que contou com a participação e envolvimento de toda a comunidade escolar. Foram confeccionados folhetos informativos, os quais foram afixados nos murais da escola com informações referentes à coleta de óleo.

2º etapa – os bolsistas realizaram oficinas, com encontros semanais durante quatro semanas, que contaram com a participação de 20 alunos do Ensino Médio. As atividades propostas ocorreram nos seguintes momentos:

- **Primeiro momento** – aplicamos um seminário para orientar os alunos sobre o projeto proposto, a partir de uma abordagem contextualizada, em que foi apresentada a situação-problema do descarte inadequado do óleo de cozinha, bem como a importância da Educação Ambiental como um processo motivador.
- **Segundo momento** – produção de sabão ecológico com os estudantes, utilizando o óleo residual coletado na campanha. Os bolsistas Pibid atuaram como mediadores, auxiliando os alunos a interpretar os dados das formulações de sabão e a utilizarem equipamentos e vidrarias necessários na produção.
- **Terceiro momento** – os alunos Pibid revisaram o estudo de reações orgânicas, dando ênfase à rea-

ção de saponificação e à contextualização das práticas experimentais com as funções químicas de ésteres, álcoois, ácidos carboxílicos e sais carboxílicos presentes nos compostos utilizados.

O estudo também permitiu a abordagem das propriedades físicas desses compostos, tais como temperaturas de fusão e ebulição, polaridade de moléculas, forças intermoleculares e influência do sabão sobre a limpeza de uma superfície com rejeitos gordurosos.

No encerramento das oficinas, os estudantes cortaram o sabão em barras e cada aluno que participou das aulas experimentais pôde ficar com uma amostra de sabão; o restante foi destinado ao uso da escola.

Todas as etapas propostas foram envolvidas com o processo de ensino e proporcionaram a disseminação dos princípios da Educação Ambiental no ensino de Química, de forma contextualizada, contribuindo com mudanças de atitudes na comunidade escolar e dos futuros professores de Química, fazendo com que repensassem hábitos de seu cotidiano.

Projeto MOCUCA (Mostra Cultural do Colégio Estadual Alto da Glória)

Os estudantes do projeto MOCUCA, junto aos licenciandos de Química do IFPR, realizaram oficinas para familiares e comunidade local, nas quais desenvolveram sabão em barras e sabão líquido. Durante a ação, os acadêmicos participantes do projeto apenas mediaram conhecimentos, motivando a participação dos alunos de

Ensino Médio, promovendo o interesse e o entusiasmo pelo objeto de estudo.

Projeto Mulheres Mil, oficinas com a comunidade e Projeto RONDON

Os licenciandos em Química puderam fazer o repasse das formulações, vistas em minicursos, em formato de oficinas para a comunidade local de Palmas, para as mulheres que faziam parte do Programa Mulheres Mil, do Governo Federal, e para comunidades de áreas carentes do Brasil pelo Projeto Rondon, como uma alternativa de empreendedorismo e também de economia doméstica.

Destacamos que a produção de sabão ecológico como proposta de ensino de Química permitiu abordar diversos conceitos da disciplina e, ainda, desenvolver um trabalho ambientalmente responsável. Assim, acreditamos que essas práticas podem contribuir para a formação de cidadãos críticos, conscientes e preocupados com a sustentabilidade do planeta. Trata-se, sim, de promover a construção de uma “cidadania planetária”, conforme nos apontam Santos *et al.*, (2015, p. 131).

Associação dos Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE)

Na APAE, as práticas pedagógicas visam à habilitação profissional em diversas áreas, voltadas às aptidões dos alunos, a fim de desenvolver suas atividades sociais de maneira integrada ao atendimento educacional especializado ao estudante com deficiência intelectual e múltipla.

Sendo assim, as atividades desenvolvidas no âmbito do projeto de extensão almejaram capacitar os aprendizes e seus familiares para a elaboração de produtos de limpeza de baixo custo na escola e em suas próprias residências.

Em razão disso, as acadêmicas do curso de licenciatura, coautoras deste material, atuaram em oficinas direcionadas aos alunos da APAE em dois momentos. O primeiro deles ocorreu na sede da APAE e contou com a participação de doze alunos selecionados pela instituição para participar de uma oficina, cujo intuito era explicar como os detergentes limpam, ou seja, sua ação tensoativa. A oficina consistiu em colocar pequenos objetos sobre a água a fim de que não afundassem e, em seguida, os participantes adicionaram detergente à água e os materiais afundaram. As alunas explicaram sobre tensão superficial e a ação detergente, sendo que foi possível perceber que alguns alunos, além da professora que os acompanhava, conseguiram compreender os fenômenos observados.

Em um segundo momento, os alunos da APAE foram recepcionados no laboratório de Química Orgânica do IFPR – *Campus Palmas* – para a produção de sabão líquido de amaciante. Durante as práticas, houve preocupação extra com a segurança nos produtos químicos e com as medidas. No momento da prática, cada aluno foi acompanhado por um professor ou por alunas de Licenciatura em Química para auxiliá-los. Segundo a professora da APAE que ficou responsável pelos alunos, eles relataram que gostaram bastante da prática e aprenderam como fazer as formulações. Futuramente, pretendemos realizar oficinas com as famílias dos alunos da APAE, a fim de auxiliá-las na economia doméstica.

Em suma, a Fábrica Escola de Detergentes foi um instrumento de formação humana que ampliou os horizontes e a autonomia no exercício da cidadania, por meio de ações ambientalmente responsáveis. O conhecimento químico foi empregado como um dos meios para interpretar o mundo e intervir na realidade. A Química foi apresentada como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e ambiental e aos muitos aspectos da vida em sociedade.

Acredita-se que o projeto Fábrica Escola de Detergentes, integrado ao Ensino de Química, desperte o interesse do aluno e estimule-o a repensar as relações da Química com o ambiente, empregando meios para a otimização do processo de produção, formulação e controle de qualidade de produtos produzidos com matéria-prima alternativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria saboeira surgiu de forma artesanal e associada a atividades agropastoris, sendo que os sabões eram fabricados em fazendas a partir de sebo e banha de porco. As primeiras fábricas de sabões, por sua vez, estavam associadas à fabricação de óleos vegetais, utilizando os subprodutos dessas indústrias como matéria-prima. A partir do sebo e da borra de algodão, foram fabricados produtos de limpeza que apresentavam, contudo, qualidade inferior. Essa foi a primeira etapa da industrialização de sabão no Brasil, conforme mencionado por Borsato (2004).

Ainda segundo o autor, as principais indústrias de sabões e sabonetes empregam, hoje, modernos processos contínuos, muito diferentes das manufaturas de outrora, embora se estime que o Brasil possua muitas fábricas de pequeno porte que ainda trabalham de forma artesanal.

A maior parte (75%) do mercado brasileiro de sabões é atendida por aproximadamente dez indústrias, e, no caso de sabonetes, cinco empresas atendem 90% da produção nacional. Devido a esse cenário, apresentamos essa proposta de aplicação de atividades práticas no Ensino de Química que incentivam a produção caseira de domissanitários, visando à formação de cidadãos mais conscientes e preocupados com o meio ambiente e, até mesmo, futuros empreendedores.

A relação entre a produção de sabões e o meio ambiente reside na possibilidade de reutilização do óleo residual de fritura como matéria-prima desse produto de limpeza. Tal aspecto é interessante, pois o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de soja e apresenta grandes perspectivas para a produção de outras sementes, como o amendoim, girassol, milho, entre várias outras, e o óleo de cozinha é produzido a partir dessas sementes. No preparo de alimentos, o óleo é submetido a altas temperaturas e, com isso, começa a sofrer um processo de degradação, tendo que ser descartado, o que muitas vezes é realizado em locais inadequados.

Diferentes tipos de óleos, quando lançados diretamente na rede coletora de esgoto, chegam a encarecer o tratamento de efluentes em até 45%, podendo, ainda, entupir encanamentos, interferir na passagem de luz na

água, retardar o crescimento vegetal e interferir no fluxo de água. Um litro de óleo de cozinha que chega ao corpo hídrico contamina cerca de um milhão de litros de água, equivalente ao consumo de uma pessoa em 14 anos.

Marconi e Gorayeb (2012) afirmam que uma das alternativas para a reutilização do óleo de cozinha é aproveitá-lo como matéria-prima na fabricação de sabão. A fabricação de sabão ecológico, então, apresenta uma boa viabilidade econômica, pois o preço de sua fabricação é basicamente igual ao custo da coleta.

Além disso, nos dias atuais, a procura por combustíveis renováveis tem aumentado muito. Dessa forma, o biodiesel surge como alternativa em relação ao petróleo e seus derivados, já que sua produção é relativamente barata e a emissão de poluentes diminui bastante. Também se observa que a procura por produtos biodegradáveis tem contribuído para a destinação correta dos resíduos. Quanto ao óleo de fritura usado, pode-se acondicioná-lo em garrafa plástica ou recipiente de vidro, até a devida coleta e destinação final.

O sabão ecológico apresenta várias vantagens ambientais, pois, além de a sua produção reduzir a disposição de óleo de fritura no meio ambiente, também diminui a poluição de corpos hídricos e do solo. Alguns resíduos podem ser transformados em matérias-primas de outras linhas de produção por meio da reciclagem e do reaproveitamento, pois isso permite que a matéria possa ser reprocessada e mantenha suas características, levando à redução do volume de resíduos, à conservação dos recursos naturais, à economia de energia e à diminuição da poluição do ar, da água e do solo.

Segundo Lopes e Baldin (2009), a água é o bem mais precioso que temos, porém se torna um recurso finito, pois há muitos efluentes sendo lançados nos corpos hídricos, aumentando sua poluição. O óleo é um desses resíduos que, por ser menos denso que a água, acaba formando uma película sobre ela que provoca a retenção de sólidos, entupimentos e problemas de drenagem quando lançado nas redes coletoras de esgoto. Nos rios, o óleo forma uma película que dificulta a troca de gases entre a água e a atmosfera, causando a morte de peixes e outros seres vivos que necessitam de oxigênio. Tais pontos justificam ações que visem à reutilização deste material de maneira sustentável.

Com esta obra, pretendemos, principalmente, mostrar a importância da proposição de projetos que promovam a articulação entre pesquisa, ensino e extensão, uma vez que tais atividades possibilitam o desenvolvimento dos estudantes acadêmica e socialmente ao atuarem em laboratório e em atividades com a comunidade.

No decorrer dos capítulos desta obra, pode-se perceber que a Química foi um instrumento de formação humana que ampliou os horizontes e a autonomia no exercício da cidadania. O conhecimento químico foi promovido como um dos meios para interpretar o mundo e intervir na realidade, foi apresentado como ciência (com seus conceitos, métodos e linguagens próprios) e como construção histórica (relacionado ao desenvolvimento tecnológico e ambiental e aos muitos aspectos da vida em sociedade).

Acreditamos que trabalhos práticos em educação valorizam o processo de aprendizagem, enfatizando a in-

tegração de disciplinas e a contextualização do ensino, envolvendo conceitos científicos relacionados à Química de forma aplicada. Assim, o projeto “Fábrica Escola de Detergentes” e o ensino da Química foram desenvolvidos de tal forma a proporcionar ao acadêmico a vivência de uma pequena etapa imersa no processo de ensino e aprendizagem, bem como a experiência do cotidiano da profissão, que só é adquirida com a prática no ambiente escolar.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **EB – 56**. 1954.
- ALBERICI, R. M.; PONTES, F. F. F. Reciclagem de óleo comestível usado através da fabricação de sabão. **Eng. ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v.1, n.1, p. 73-76, jan./dez., 2004.
- ALLINGER, N. **Química Orgânica**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois. S.A., 1994.
- ALMEIDA, C. C. *et al.* Proteína do Soro do Leite: Composição e suas Propriedades Funcionais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.16, 2013.
- ARAÚJO, A. T.; MONTEIRO JÚNIOR, J. M. A. Relatos de Experiência de Produção de Sabão Ecológico para o Ensino de Química. In: Congresso Nacional de Educação, 2, **Anais...**, Campina Grande, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução Nº 270**, de 22 de setembro de 2005a.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005b.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos**. 2ª edição. Brasília: Anvisa, 2008.
- BALDASSO, D. *et al.* **Reaproveitamento do Óleo de Fritura na Fabricação de Sabão**. **Eng. ambient.**, Espírito Santo do Pinhal, v.7, n.1, p. 216-228, jan./mar., 2010.
- BARBOSA, A. B.; SILVA, R. R. Xampus e Sabões. **Química Nova na Escola**, v. 2, p. 3-6, 1995.
- BARBOSA, A. S. *et al.* Utilização do Soro como Substrato para Produção de Aguardente: Estudo Cinético da Produção de Etanol. **Revista verde**. v.5, n.1, p.07–25. Mossoró. janeiro/março de 2010.
- BARROS, M. J. **Fabricação de Produtos de limpeza**. Guia prático. Ed. Independência, 2009.
- BISCHOFF, V. L. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: Análise dessa Vertente de Ensino nos Livros Didáticos de Química**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química). 57 f. Centro Universitário La Salle. Canoas, 2008.

BITTENCOURT FILHA, A. M. B, *et al.* Avaliação da qualidade de detergentes a partir do volume de espuma formado. **Química Nova na Escola**. n° 9, maio de 1999.

BORSATO, D *et al.* **Detergente Naturais e Sintéticos**: um guia técnico. 2ª ed. Londrina: Edual, 2004.

CAMMAROTA, M. C; FREIRE D. M. G. A review on hydrolytic enzymes in the treatment of wastewater with high oil and grease content. **Bio-resource Technology**, 97 (17), 2195-2210, 2006.

CAVALCANTE, F. C. S. *et al.* Educação Ambiental: Produção de Sabão Ecológico na Escola Nossa Senhora Aparecida em Campina Grande - PB. **Revista Acadêmico-científica**, out. 2014.

COSTA, D. S. **Uso de Óleos Vegetais Amazônicos na Flotação de Minérios Fosfáticos**. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas). 191 f. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

DEL PINO, J. C.; ZAGO NETO, O. G. **Trabalhando a química dos sabões e detergentes**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Instituto de Química, 2011.

FARIAS, T. M. **Fabricação de sabões e materiais de limpeza utilizando óleos de plantas nativas e gorduras recicladas**. Oficina. V **Congresso Brasileiro de Agroecologia**, Guarapari, 2007.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. Biodiesel de Soja – Taxa de Conversão em Ésteres Etilícos, Caracterização Físico-Química e Consumo em Gerador de Energia. **Química Nova**. v. 28, n° 1, p. 19-23, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da Indignação**: cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: UNESP, 2000.

GALÃO, O. *et al.* A Química do Ensino Médio tendo o Detergente como Tema Motivador. **Semina**: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 24, p. 85-92, dez. 2003.

GOUVEIA, L. P., *et al.* **Reutilização de óleos comestíveis na confecção de sabões, uma alternativa de reciclagem**. 2010.

LEINDECKER, G. C. **Separação das proteínas do soro de leite in natura por ultrafiltração**. Trabalho de Conclusão de Curso [Bacharel em Engenharia Química]. 48 f. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LOPES, R. C.; BALDIN, N. Educação Ambiental para a Reutilização do Óleo de Cozinha na Produção de Sabão. Projeto “ECOLIMPO”. In: Congresso Nacional de Educação, 9, **Anais...** Curitiba, 2009.

MANEASSE, N. Ambientes micelares em química analítica. **Química Nova**. v. 24, nº1, p. 87-93. 2001.

MANECHINE, S. R. S., *et al.* A inserção de conceitos científicos no cotidiano escolar. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 08, nº 1, jul., 2006.

MARCONI, P. N. C.; GORAYEB, T. C. C. **Análise de aceitação do sabão ecológico artesanal ralado ECO-CLEAN**. 2012. Disponível em: <http://www.fatecriopreto.edu.br/Direcao/TCC/EcoClean.pdf>. Acesso em: 05 de março de 2018.

McMURRY, J. **Química Orgânica**. v. 2. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

MENDES, A. A. *et al.* Aplicação de lípases no tratamento de águas residuárias com elevados teores de lipídios. **Química Nova**, 28, 296-305, 2005.

MERCADANTE, R.; ASSUMPÇÃO, L. **Sabonetes líquidos sintéticos e naturais**. 2010. Disponível em: <http://projetos.unioeste.br/projetos/gerart/apostilas/apostila8.pdf>. Acesso em: 23 de abril de 2018.

MISIRLI, G. M. **Formulando detergente lavalouça**. 2012. disponível em: http://www.freedom.inf.br/artigos_tecnicos/20020919/20020919.asp. Acesso em: 26 de março de 2018.

MONARETTO, T.; DALLA COSTA, A. **Química da limpeza: projeto temático como recurso didático para aprendizagem significativa no ensino médio**. 2012. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2012.

NEVES, B. S. Aproveito de Subprodutos de Indústrias de Laticínios. In: Embrapa. **Sustentabilidade da Pecuária de Leite no Brasil: qualidade e segurança alimentar**. p. 97-108, 2001.

NEZI, S. M. *et al.* **Implementação do Projeto “Reciclagem de Óleos e Gorduras Usados em Frituras Através da Fabricação de Sabão” na UTFPR**. In: Encontro de Produção Científica e Tecnológica, 6, **Anais...** Campo Mourão, 2012.

OLIVEIRA, A. M. C. **A Química no Ensino Médio e a Contextualização: a fabricação do sabão como tema gerador de ensino aprendizagem**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). 120 f. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2005.

OLIVEIRA, J. A. *et al.* Grau de Saponificação de Óleos Vegetais na Flotação Seletiva de Apatita de Minério Carbonatítico. **R. Esc. Minas**, Ouro Preto, v. 59, n° 4, p. 385-390, out/dez. 2006.

OLIVEIRA, F. C. C.; SUARES, A. Z.; SANTOS, W. L. P. Biodiesel: possibilidades e desafios. **Química Nova na Escola**. n° 28, maio de 2008.

OLIVEIRA, F. A. **Desenvolvimento de bebida láctea não fermentada com soro de leite ácido**. 2011. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2011a.

OLIVEIRA, T. M. S. **Investigando as condições de produção de sabão a partir de óleo usado em uma associação de mulheres da expansão do Setor “O” da Ceilândia**. 2011. 38 f. Monografia (Licenciatura em Química) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011b.

PERREIRA, C. S. S. *et al.* Ação Social e Ambiental na Comunidade de Engenheiro Gutierrez – Irati-PR com o uso de materiais recicláveis. **Publicação**. v. 3, n° 1, 2010.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano**. São Paulo: Moderna, 2003.

RAMOS JUNIOR, A. *et al.* **Acidez em Óleos e Gorduras Vegetais Utilizados na Fritura**. In: Encontro de Divulgação Científica e Tecnológica, 3, **Anais...** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Toledo, 2011.

RIBEIRO, E. M. F. *et al.* As Questões Ambientais e a Química dos Sabões e Detergentes. **Química Nova na Escola**. v. 32, n° 3, agosto de 2010.

SANTOS, A.V, *et al.* Experimentando a produção de sabão sustentável através da oficina realizada no IFBA. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 7, **Anais...** Tocantins, 2012.

SANTOS, L. P. S. *et al.* O Enfoque CTS e a Educação Ambiental: possibilidades de “ambientalização” da sala de aula de ciências. In: SANTOS, W. L. P. dos; MALDANDER, O. A. **Ensino de Química em Foco**. 1ª ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2015.

SANTOS, R. C. *et al.* **A Química do Sabão: uma proposta de SEI com enfoque CTS para formação cidadã dos discentes a partir do óleo vegetal**. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 18, **Anais...**, Florianópolis, 2016.

SHEREVE, R. N. & BRINK, J. A. **Indústria de processos químicos**. Tradução por Horácio Macedo. RJ: Ed Guanabara, 1980.

SILVA, K. S. L. *et.al.* **Efeito da Alcalinidade nas Propriedades Físicas de um Sabão Acabado**. 2011. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 5, **Anais...** Instituto Federal de Alagoas, Maceió, 2010.

SOLOMONS, G. **Química Orgânica**. v. 1 e 2. 7ª ed. LTC, 2007.

SOUZA JUNIOR, M. A. **Análise Das Características Físico-Químicas, Organolépticas E Recicláveis Dos Óleos e Gorduras Residuais e Seu Gerenciamento no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Aplicáveis à Bioenergia) - Faculdade de Tecnologia e Ciências de Salvador, Salvador, 2011.

SOUZA, M. H., *et al.* **Elaboração de sabonete líquido para as mãos no contexto de um projeto de extensão, da formulação à caracterização físico química**. Disponível em: <www.unieuro.edu.br/sitenovo/revistas/downloads/farmacia/cenarium_02_05.pdf> Acesso em: 9 maio 2018.

TESSARO, E. S. *et al.* O Ensino de Química para Jovens e Adultos: Didática e sua Importância para a Formação Docente. In: Congresso Natural de Educação, **Anais...**, Curitiba, 2015.

TRINDADE, D. E. **Como Fabricar Produto de Limpeza**. São Paulo: Ícone, 1997.

UCHIMURA, M. S. **Dossiê Técnico – Sabão**. Instituto de Tecnologia do Paraná, maio de 2017.

VERANI, C. N. *et al.* Sabões e Detergentes como Tema Organizador de Aprendizagens no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**. nº 12, nov. de 2000.

VITORI, T. R. S; FRADE, R. I. **Análise de Ingredientes e Processo de Produção de Sabão a Partir do Óleo de Cozinha Usado**. 2012. Disponível em: <<http://ldoih.files.wordpress.com/2012/08/tcc-tc3a1s-sia-26-de-junho-final.pdf>> Acesso em: 09 de maio de 2018.

ZANIN, Sandra Maria W et al. Desenvolvimento de sabão base transparente. **Revista Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 2, nº 1, p. 19-22, 2001.

APÊNDICE

FORMULAÇÕES OTIMIZADAS DE DOMISSANITÁRIOS E OUTRO PRODUTOS DE LIMPEZA

SABÃO LÍQUIDO

Material	Quantidade (1)	Quantidade (1)
Água para dissolver o hidróxido (passo 3)	2 L	40 mL
Hidróxido de sódio	1 kg	20 g
Álcool etílico	3 L	60 mL
Óleo	3 L	60 mL
Água	25 L	500 mL
Corante	Até efeito desejado	Até efeito desejado
Essência	Até efeito desejado	Até efeito desejado
Água fria	q.s.p 50 L	q.s.p 2 L

(1) Rendimento: 50 L

(2) Rendimento: 2 L

Procedimento:

1. Aquecer a água.
2. Colocar o óleo e o álcool em um recipiente de plástico (balde). Mexer até homogeneizar (misture bem).
3. Em outro recipiente de plástico, colocar água com a soda cáustica (hidróxido de sódio) até a homogeneização (cuidado com os vapores).
4. Misturar as duas soluções (2 e 3, acrescentando a soda cáustica diluída sobre o óleo e álcool) e mexer até fazer fio e escurecer.
5. Colocar a água quente (fervente), mexendo sempre até misturar bem.

- 6.** Colocar a água fria, mexendo até ficar no ponto de gel.
- 7.** Tampar e deixar em repouso até o dia seguinte.
- 8.** Mexer bem novamente e adicionar água fria até completar a quantidade de 50 litros.

SABÃO EM BARRA ECOLÓGICO

Material	Quantidade (1)	Quantidade (2)
Água	4 L	500 mL
Hidróxido de sódio	1 kg	175 g
Álcool etílico	5 L	625 mL
Sebo	3 kg	375 g
Óleo	3 kg	375 mL
Essências	Até efeito desejado	Até efeito desejado
Corantes	Até efeito desejado	Até efeito desejado

Rendimento: 15 kg aproximadamente.

Rendimento: 2 kg

Procedimento:

1. Aquecer o sebo em fogo lento para que a temperatura permaneça aproximadamente entre 65 °C e 70 °C. O mesmo deve ser feito com o óleo. Retirar do calor. Acrescentar o óleo de fritura juntamente com o sebo, mexer bem até a homogeneização.

2. Em um outro recipiente, dissolver a soda cáustica (hidróxido de sódio) em 4 litros de água. Reservar (cuidado com os vapores).

3. Na mistura homogeneizada de óleo de fritura com o sebo, acrescentar a solução de hidróxido de sódio, mexer até escurecer.

4. Em seguida, acrescentar o álcool, mexendo por alguns instantes. Deixar repousar por 24 horas e cortar os pedaços.

AMACIANTE

Material	Quantidade
Base de amaciante quaternário (preapagen)	30 mL
Álcool etílico	6 mL
Água	1 L
Essência	2 mL
Corante	Até efeito desejado

Procedimento:

1. Esquentar a água.
2. Dissolver a preapagen.
3. Adicionar o álcool, o corante e a essência e homogeneizar.

SABÃO EM PÓ

Material	Quantidade
Sulfato de sódio anidro	250 g
Barrilha leve	250 g
Essência	3 mL
Corante	Até efeito desejado

Rendimento: 500g

Procedimento:

1. Em um béquer, pesar o sulfato de sódio anidro.
2. Em outro béquer, pesar a barrilha leve.
3. Misturar os dois sólidos até eliminar os grumos.
4. Dissolver um pouco de corante azul em água, misturando bem.
5. Juntar a solução do corante azul com a mistura de sulfato de sódio e barrilha leve, mexer bem até a mistura total.
6. Após esfriar a mistura, adicionar a essência.

DETERGENTE

Material	Quantidade
Ácido sulfônico	55 g
Soda líquida	7,3 g
Amida (elevação e controle de pH)	6,25 g
Ureia (elevação e controle de pH)	6,25 g
Cloreto de magnésio	2,5 g
Espessante	17,7 g
Formol (ação conservante)	Algumas gotas
Essência	Algumas gotas
Água (passo 1)	500 mL
Água (final)	q.s.p. 1 L

Rendimento: 1 L

Procedimento:

1. Adicionar em um bêquer com 500 mL de água: 55 g de ácido sulfônico, 6,25 g de amida, 6,25 g de ureia, 2,5 g de cloreto de magnésio, 17,7 g de espessante e 7,3 g de soda e diluir todos em água, até 1 L. Em seguida, acrescentar algumas gotas de formol, essência e corante.

2. Agitar até a completa diluição e deixar em repouso por algumas horas.

3. Em seguida, acrescentar algumas gotas de formol, essência e corante.

ALVEJANTE DE CINZAS

Material	Quantidade
Água	1 L
Cinzas	1 kg

Procedimento:

1. Colocar água fria em um balde até a metade e adicionar a cinza aos poucos, mexendo constantemente com uma colher de madeira até completar o balde com cinza.

2. Deixar descansar durante 9 dias, mexendo um pouco a cada dia.

3. Ao final dos nove dias, coar com um pano de prato e engarrafar.

LIMPA PNEU

Material	Quantidade
Álcool etílico	50 mL
Glicerina	7 mL
Essência	3 mL
Corante	Até efeito desejado
Água	q.s.p 60 mL

Rendimento: 60 mL

Procedimento:

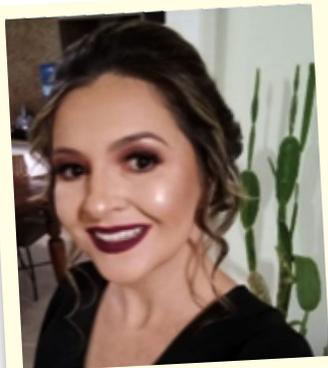
1. Em um béquer, colocar álcool e glicerina, dissolvendo bem.
2. Acrescentar a essência e mexer até que se misture por completo.
3. Colocar a água.
4. Adicionar o corante preto.

SOBRE OS AUTORES



Edneia Durli Giusti

Possui graduação em Ciências com Habilitação Química pelo Centro Pastoral Educacional e Assistência Dom Carlos (2004) e Mestrado em Química pela Universidade Federal do Paraná (2007). Experiência docente na Educação Básica e Superior. Professora titular do Instituto Federal do Paraná desde 2012. Coordenadora do projeto de extensão Fábrica Escola de Detergentes. Vice-coordenadora do projeto de extensão Laboratório Dinâmico Interdisciplinar para o Ensino de Ciências (LADIEC).



Sandra Inês Adams Angnes Gomes

Licenciatura em Ciências com Habilitação em Química pelas Faculdades Integradas Católica de Palmas (1999). Especialização em Ciências - Química pelas Faculdades Integradas Católica de Palmas (2001). Mestrado em Química pela Fundação Universidade Regional de Blumenau (2005). Experiência docente na Educação Básica e no Ensino Superior. Professora do Instituto Federal do Paraná - Campus Palmas desde 2011. Coordenadora do projeto de extensão Laboratório Dinâmico Interdisciplinar para o Ensino de Ciências (LADIEC). Vice-coordenadora do projeto de extensão Fábrica Escola de Detergentes. Coordenadora do projeto de Pesquisa e de Ensino e Aprendizagem: Avaliação da Verdura Química dos Experimentos de Química Orgânica.



João Paulo Stadler

Bacharel em Química Tecnológica e Licenciado em Química pela UTFPR (2013). Especialista em Educação Especial e Inclusiva (Uninter, 2015) e em Materiais Didáticos no Ensino de Ciência e Matemática (PUC-PR, 2016). Mestre em Ensino de Ciências no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica na UTFPR, área de Formação de Professores e Aspectos Sociocientíficos no Ensino de Química (2015). Atuou, de 2011 a 2017, na Educação Básica (Ensino Médio) como professor contratado e efetivo na Secretaria de Estado de Educação do Paraná. Atualmente atua como professor do Colegiado de Química no IFPR - Campus Palmas, atendendo turmas de Ensino Médio Técnico Integrado e do curso de Licenciatura em Química.



Samara Geremia

Licenciada em Química pelo IFPR, Campus Palmas. Colaboradora do projeto de Extensão Fábrica Escola de Detergentes.



Fabiana Kuiava Signor

Licenciada em Química pelo IFPR, Campus Palmas. Colaboradora do projeto de Extensão Fábrica Escola de Detergentes.



Viviane Aparecida de Souza dos Santos

Acadêmica do Curso de Licenciatura em Química do IFPR, Campus Palmas. Colaboradora do Projeto de Extensão Fábrica Escola de Detergentes.



Grazielle Del Sent da Silva

Acadêmica do Curso de Licenciatura em Química do IFPR, Campus Palmas. Colaboradora do Projeto de Extensão Fábrica Escola de Detergentes.



Realização:



**EDITORA
IFPR**

Parceria:



**EDITORA
IFAC**
