

1.06.990 - Química

ANÁLISE ESPECTROMÉTRICA POR INFRA-VERMELHO E DO TEOR DE CINZAS DO SABÃO DE POSTOS DE LAVA A JATO DO MUNICÍPIO DE SANTA LUZIA DO PARUÁ, MA: UM ESTUDO DE CASO

Adrielle Silva Lima^{1*}, Deyrane Gama Barbalho¹, Ester Kawanne Brito Rodrigues¹, Wyllhaneyrhon Lima da Silva¹, Frank dos Santos da Silva², Francisco J. T. Aquino², José Domingos Fabris²

¹Centro de Ensino Professor Cleobeto de Oliveira Mesquita (CEPCOM), 65272-000 Santa Luzia do Paruá, Maranhão.

²Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia, *campus* Santa Mônica, 38400-902 Uberlândia, Minas Gerais.

Resumo

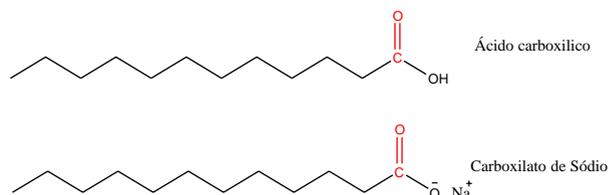
A composição química essencial do sabão rotineiramente usado em postos de lava a jato foi monitorada por espectroscopia no infravermelho, com transformada de Fourier (FTIR), e pelo teor de cinzas, para amostras coletadas da emulsão em água, antes e após o uso na operação de lavagem de veículos, no município de Santa Luzia do Paruá, MA. Os espectros FTIR foram obtidos com um equipamento Spectrometer Frontier FTIR, de fabricação da Perkin Elmer, no Laboratório de Fotoquímica e Ciência de Materiais (LAFOT), da Universidade Federal de Uberlândia. O teor de cinza total foi determinado pelo produto da queima das amostras, a 500 °C, em mufla Quimis, por 4 h, em triplicata. O padrão espectroscópico FTIR das amostras do sabão, antes da lavagem, apresentou a banda larga entre 1610-1385 cm⁻¹, característica de carboxilato de sódio. Esperava-se uma banda no espectro em 1745 cm⁻¹ referente à carbonila do grupo carboxílico. Entretanto, a deslocização deu-se pela substituição do próton carboxílico pelo cátion sódio. O padrão correspondente do sabão após o uso na lavagem do automóvel não apresentou banda correspondente ao carboxiliato de sódio. O desaparecimento completo da banda de absorção próxima a 1385 cm⁻¹ no espectro da amostra, após a lavagem, indica que existe ressonância completa nas duas ligações C-O e C=O do grupo carboxílico da molécula de sabão. A amostra do sabão antes da lavagem tem teor de cinza total 13,62% maior do que a da composição da amostra após o uso na lavagem. A amostra após a lavagem passa a conter 0,084% menor proporção de cinzas totais, em relação ao material orgânico do sabão original. Esse fato é elucidado em razão da dominância da parte apolar da molécula do sabão, em relação ao sabão antes do uso, o que leva ao aumento da proporção de interações moleculares mais fracas, com a parte apolar (lipofílica) do sabão, em relação ao antes do uso. Adicionalmente, o levantamento realizado dos produtos químicos desidratantes e esfoliantes utilizados na lavagem dos automóveis ressalta ainda mais quanto ao risco da manipulação, sem proteção da pele. No seu propósito educacional, o presente trabalho possibilitou aos estudantes do ensino fundamental (co-autores deste trabalho) um contato direto com uma temática da prática cotidiana, com implicações sociais na saúde do trabalhador, e ambientais, pelo descarte das águas residuais do lava a jato, contendo resíduos de sabão.

Palavras-chave: lavagem; carboxilato de sódio e águas residuais.

Introdução

O sabão é um produto que faz parte do cotidiano das pessoas, sobretudo nas tarefas do dia-a-dia, como lavagens de roupas, louças, tanto na escala doméstica quanto na comercial ou industrial. É um produto particularmente importante em estabelecimentos de lava a jato (na lavagem de automóveis), visto que a sua fórmula química é composta por carboxilatos de ácidos graxos, como apresentada na **Figura 1**.

Figura 1: Estrutura química dos sabões



O sabão Metasil® (JatoPlus, São Paulo, SP) é quimicamente anfifílico, e pode ocasionar danos importantes à saúde, como aumento da taxa de metemoglobina e o saturismo (RODRIGUES, 2010), por contato direto com a emulsão, durante a lavagem. São reações que ocorrem através da inalação ou por manuseio sem equipamentos individuais de segurança, pelo manuseio. Os sintomas incluem asfixia, tontura e mal estar. Outros fatores que também podem ser gerados em consequência do manuseio inapropriado, são a geração de efluentes líquidos, da atividade de limpeza comercial de automóveis, que podem conter

quantidades significativas de óleos e graxas, sólidos em suspensão, metais pesados, e surfactantes orgânicos (FILHO, 2018).

Em todo o Brasil existem diversos postos de lava a jato irregulares que não cumprem as normas regulamentadoras obrigatórias, segundo Portaria SEMA Nº 1, de 16 de janeiro de 2018. No Município de Santa Luzia do Paruá-MA também ocorrem situações irregulares, em relação a postos de lava a jato inadequadamente situados, que tendem a contaminar a água potável distribuída à população. Na cidade há diversos poços artesanais nas proximidades, incluindo riachos e afluentes de rios da região, que são assim afetados. Apesar da lei municipal de Normas de Conduta e Postura do Município, aprovada pela Câmara dos Vereadores de Santa Luzia do Paruá, sob nº 317/2011, e sancionada pelo executivo municipal, os postos de lava a jato irregulares ainda continuam funcionando.

Observa-se que há poucos estudos relacionados à caracterização química do sabão utilizados em estabelecimentos de lava a jato. A espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) foi empregada no estudo do sabão da marca Metasil®, na busca de se compreender as mudanças da composição do sabão pelo uso na lavagem de automóveis. As funções orgânicas presentes na sua estrutura, como as carboxilas dos ácidos orgânicos, podem ser monitoradas pelo espectro de FTIR, pelas bandas diagnósticas da espectroscopia molecular. Além disso, o teor de matéria mineral no sabão, antes e após a lavagem, pode ser determinado pelo teor de cinzas.

O presente estudo teve o propósito de elucidar à comunidade sobre as potenciais consequências do manuseio de produtos químicos sem o equipamento de proteção individual (EPI) pelo trabalhador, o descarte descuidado da água dos postos de lava a jato, e apresenta também um estudo de caso com objetivos didáticos, para o ensino da temática ambiental, envolvendo conceitos químicos fundamentais a estudantes do ensino fundamental de Santa Luzia do Paruá, MA, pela análise das emulsões contendo o sabão, antes e após a lavagem, por meio da análise por espectroscopia no infravermelho (IV) e seu teor de cinzas.

Metodologia

As amostras das emulsões do sabão foram coletadas em postos de lava a jato no município de Santa Luzia do Paruá, MA, localizado na região do Alto Turi, BR 316, cuja população é de 25.254 habitantes (IBGE, 2010). Dos seis postos de lava a jato existentes na cidade observou-se que todos os estabelecimentos utilizam do mesmo sabão da marca Metasil®, na lavagem dos automóveis. Além disso, foi realizado um levantamento dos produtos químicos e suas aplicações no uso diário do trabalho. As informações acerca do processo foram obtidas por meio de três visitas realizadas no mês de dezembro de 2019, com acompanhamento dos proprietários, onde foi observado todo o processo de lavagem dos veículos. As **Figuras 2 a 5**, indicam a localização dos postos na cidade, identificadas pelas siglas nas imagem em vermelho LJAA11, LJAA12, LJAA13, LJAA14, LJAA15 e LJAA16.

Figura 2: Localização dos LJAA11, LJAA12, LJAA13



Figura 3: Localização do LJAA15.



Figura 4: Localização do LJAA14



Figura 5: Localização do LJAA16.



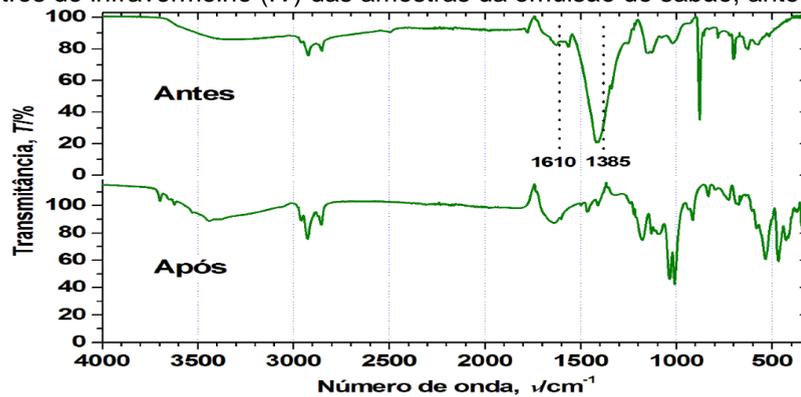
As amostras de sabão foram coletadas e levadas para a Universidade Federal de Uberlândia, para análises no Laboratório de Fotoquímica e Ciência de Materiais (LAFOT/UFU). As amostras das emulsões de sabão foram submetidas à análise espectroscópica na região do infravermelho, com o equipamento Perkin Elmer modelo 2016 – FTIR. O teor de cinzas total foi determinado, utilizando-se uma mufla da marca Quimis, para queima das amostras a 500 °C, por 4 h, em triplicata.

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos através do padrão espectroscópico do infravermelho (IV) do sabão (**Figura 6**) antes da lavagem, o espectro apresentou banda larga característica de carboxilato de sódio, aproximadamente entre 1610-1385 cm^{-1} , e banda correspondente as vibrações das ligações CH_2 (1350-1200 cm^{-1}) da cadeia carbônica linear. Duas bandas ocorrem a cerca de 890 cm^{-1} e 920 cm^{-1} nos espectros de IR de todos os sabões. O estiramento C-H do grupo CH_3 e alongamento C-C terminal nas vibrações são a origem mais provável para elas, embora alguma interação do alongamento C-C com vibrações do grupo metileno (CH_2) sejam observadas também Garcia et. al., (1994). Esperava-se uma banda no espectro em 1745 cm^{-1} da carbonila, entretanto, a deslocalização para campo baixo se deu pela presença do cátion sódio, esta mesma mudança de absorção na região do IV foi relatada no estudo abordado por Brito (2015), o qual cita a presença Na^+ com uma banda referente às vibrações do estiramento assimétrico e simétrico, entre 1610 cm^{-1} e 1385 cm^{-1} , do grupo carboxilato. Também se observam duas bandas em 690 e 540 cm^{-1} , correspondentes as vibrações de deformação do grupo carboxilato, bem como bandas entre 1000-1050 cm^{-1} , que podem ser atribuídas a vibração e torção de $-\text{COO}^-$, respectivamente.

Já no espectro de IV do sabão após uso observa-se o desaparecimento completo das bandas de absorção referente aos grupos carboxilatos. O desaparecimento em 1610 cm^{-1} e 1385 cm^{-1} indica ressonância entre as duas ligações C-O e C=O do grupo carboxila da molécula de sabão, assim com consta em trabalhos abordados por Mehrotra et al. (1983) e Garcia et al., (1994), discutindo as bandas de absorção referentes ao estudo sobre sabões de berílio e de potássio, por transformada de Fourier.

Figura 6: Espectros do infravermelho (IV) das amostras da emulsão do sabão, antes e após lavagem.



A análise de cinzas foi feita para se determinar a proporção de minerais no sabão, antes e depois da lavagem. As cinzas foram obtidas por carbonização. Para o cálculo da proporção de cinzas, usou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Cinzas (\%)} = \left(\frac{p_i - p_f}{p_i} \right) \times 100$$

Em que: p_i = peso inicial, antes, e p_f = peso final (após a queima).

Tabela 1: Valores do teor de cinzas totais contido no sabão, antes e após lavagem

Amostra	Cinzas%
Sabão antes da lavagem	13,62
Sabão após lavagem	0,08

Em relação ao teor de cinzas, observou-se que a partir de 8,36 g para ambas as amostras o sabão antes da lavagem tem maior teor de cinzas (13,62%), como mostrado na **Tabela 1**. Estes dados podem ser explicados pela composição química do sabão Metasil® coletado na forma concentrada, e por conter menor massa de água na amostra. Em contra partida, o sabão após a lavagem contém menor teor de cinzas, com 0,08%, mas uma maior massa de água na amostra que se dispersa no meio, no momento da carbonização. Além disso, temos a dominância da parte apolar da molécula do sabão utilizado (hidrocarbonetos), em relação ao sabão antes do uso (devido a descarboxilacao) que eleva as interações moleculares mais fracas (a parte apolar, lipofílica) do sabão. Na literatura não consta trabalhos referentes os resultados para teor de cinzas apresentados no trabalho.

Quanto ao levamento dos produtos químicos utilizados em postos, observou-se que a maioria utilizava o sabão Metasil®, soda cáustica, óleo diesel, limpador pneu e sabão em pó como produtos de limpeza de automóveis. A seguir, são apresentadas algumas características dos produtos mais utilizados nos lavas a jato: **Sabão (Metasil®):** é uma substância que diminui a tensão superficial dos líquidos, um composto tensoativo (SILVA et. al 2011). O produto também conhecido como “limpa baú” é frequentemente utilizado em postos de serviço, para limpeza de peças feitas em alumínio, como motores e rodas de alumínio. Sendo uma substância corrosiva, pode afetar a saúde do trabalhador, por ocasionar tosse ao respirar, irritação nos olhos e garganta, e outros riscos. **Soda cáustica:** é corrosiva, causando graves queimaduras na pele. A ingestão do composto, na

forma líquida ou sólida, pode causar vômito, dor abdominal e dificuldade para engolir, e etc. Segundo pesquisa feita por (CETESB, 2013), relacionada a ficha de informação toxicológica FIT.

Óleo diesel: utilizado no polimento da pintura de automóveis em geral; é um produto inflamável. com nível médio de toxicidade, pouco volátil, sem material em suspensão, límpido, com cheiro forte e característico. Sua composição apresenta basicamente hidrocarbonetos (compostos orgânicos que contém átomos de carbono e hidrogênio) sua aplicação é evitar ferrugens nos veículos, conforme (CNT, 2012). *Sabão em pó*: é, em geral, usado para a lavagem superficial do veículo; tem ação detergente, facilitando assim a limpeza, (BARBOSA et. al., 1995): é uma substância tensoativa. Embora seja um produto eficiente na limpeza; os rejeitos prejudicam o meio ambiente, além de ocasionar diversos problemas como a perca da gordura natural da pele, ressecamento, reações alérgicas, e outros. *Limpa Pneu*: importante na lavagem de automóveis. É um produto utilizado para limpar principalmente pneu, mas também se aplica a pára-choques, laterais de portas, retrovisores, tapetes e borrachas em geral, (ORBI QUÍMICA, 2014).

Conclusões

O trabalho possibilitou aos alunos do ensino fundamental um contato com uma temática multifacetada que aborda desde uma questão social que são os lava a jato da cidade que atendem a sociedade, passando por questões ambientais relacionadas ao descarte dessas águas residuais de sabão e o contato com a química do cotidiano .

Referências bibliográficas

BARBOSA et. al. Disponível em:<<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc02/quimsoc.pdf>>: Acesso em jan. 2020.

BRITO, C. C. S. M. **Preparação, caracterização, avaliação sequestrante de radicais livres e antimicrobiana dos flufenamatos de Na(I), Mg(II), Ca(II), Sr(II) e Ba(II)**. 2015, p. 52. Disponível em: http://ri.ufmt.br/bitstream/1/1583/1/DISS_2015_Camila%20Cintia%20Sousa%20Melo%20Brito.pdf: Acesso em 03 fev. 2020.

CETESB. **Hidróxido de sódio**. Disponível em:< <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Hidroxido-de-Sodio.pdf>>: Acesso em dez. 2019.

CÓDIGO DE POSTURA. Disponível

em:<http://cmsantaluziadoparua.ma.gov.br/upload/lei_organica/50794.pdf>: Acessado em nov. 2019.

CNT. **Os impactos da má qualidade do óleo diesel brasileiro**. Disponível em:< <http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/Site%202015/Pesquisas%20PDF/Os%20impactos%20da%20m%C3%A1%20qualidade%20do%20%C3%B3leo%20diesel%20brasileiro.pdf>>: Acesso em dez. 2019.

FILHO, S. D.P. **Reutilização de Água Residual no Processo de Gestão de Lava Jato: Um Estudo Multicaso**. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6382>> Acesso em 03 fev. 2018.

GARCIA, M.V. REDONDO, M.I. CHEDA J.A.R. **Temperature dependence of the vibrational spectra of potassium soaps: Fourier transform infrared study**. 1994. *Vibrational Spectroscopy* 6, 301-308. [https://doi.org/10.1016/0924-2031\(93\)E0062-7](https://doi.org/10.1016/0924-2031(93)E0062-7)

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**: Santa Luzia do Paruá – MA. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/santa-luzia-do-parua/panorama>>: Acessado em nov. 2019.

MEHROTRA, K.N. KACHHWAHA, R. M., SINGH. **Studies on beryllium soaps. Infrared absorption spectra and thermogravimetric analysis**. Elsevier Scientific Publishing Company, 1983. 179- 185. [https://doi.org/10.1016/0040-6031\(83\)85036-9](https://doi.org/10.1016/0040-6031(83)85036-9)

PORTARIA, **SEMA Nº 1 DE 16/01/2018** Disponível em:< <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=356011>>: Acesso em nov. 2019

RODRIGUES, J. **Impactos ambientais dos lava a jato**. Disponível em:< <https://www.ecodebate.com.br/2010/09/20/impactos-ambientais-dos-lava-a-jato-artigo-de-roberto-naime/>>: Acesso em nov. 2019.

SILVA, et.al. **Avaliação da biodegradabilidade de detergentes comercial**. Disponível em:< <https://www.uniube.br/eventos/entec/2011/arquivos/quimica2.pdf>>: Acesso em jan. 2020.

UFU, Universidade Federal de Uberlândia - Laboratório de Fotoquímica e Ciência de Materiais LAFOT. *Spectrometer frontier*, 2016.