ISSN: 2594-6153

Diferenças na Composição de Diferentes Marcas de Fluidos de Freio Automotivo Analisadas pela Espectroscopia Raman

João Vitor Santa Rosa Gino[1], João Batista Cyrino Florence[1], Landulfo Silveira Jr.[1,2]

[1] Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos-SP, Brasil
[2] Universidade Anhembi Morumbi (UAM), São Paulo-SP, Brasil

E-mail: jg235710@alunos.unisanta.br

Resumo: Fluidos de freio possuem aditivos como etilenoglicol e propilenoglicol, que possuem características para atender as especificações dos sistemas de freio automotivos. A caracterização e identificação via espectroscopia Raman é uma peça-chave na análise das propriedades e qualidades de diversas substâncias. Nesse estudo foram analisadas quatro marcas distintas de fluidos de freio automotivo nas classificações DOT3 e DOT4 por espectroscopia Raman, com o objetivo de compará-las entre si e verificar possíveis semelhanças/distinções entre elas. Foi verificado que, em duas marcas, há semelhança entre os espectros tanto DOT3 quanto DOT4, sugerindo composição semelhante, e as outras duas marcas diferenciam-se tanto entre si quanto comparativamente às demais.

Palavras-chave: fluidos de freio; etilenoglicol; propilenoglicol; espectroscopia Raman.

Differences in the Composition of Various Brands of Automotive Brake Fluid Analyzed by Raman Spectroscopy

Abstract: Brake fluids contain additives such as ethylene glycol and propylene glycol, which possess characteristics to meet brake system specifications. Characterization and identification via Raman spectroscopy are crucial for analyzing the properties and qualities of various substances. In this study, four different brands of brake fluids classified as DOT3 and DOT4 were analyzed using Raman spectroscopy to compare them and identify potential similarities or distinctions. It was found that in two brands, there is a similarity between the DOT3 and DOT4 spectra, suggesting a similar composition, while the other two brands differ both from each other and compared to the former ones.

Keywords: brake fluids; ethylene glycol; propylene glycol; Raman spectroscopy.

Introdução

O sistema de frenagem de um automóvel é um dos seus principais e mais importantes componentes que garante sua integridade, bom desempenho e bom funcionamento, pois é incumbido de efetuar a redução ou a parada do movimento do mesmo, permitindo controle de velocidade e propiciando uma direção melhor e mais segura. Sistemas de frenagem hidráulicos são caracteristicamente arranjos de mecanismos de frenagem que utilizam fluidos de freio a fim de transferir pressão do mecanismo de controle para o mecanismo de freio [1,2]. Estes fluidos são um tipo específico de fluido hidráulico usados em freios hidráulicos, com aplicação em

ISSN: 2594-6153

diversos tipos de equipamentos, entre eles o automóvel. Possuem características específicas para este fim, como baixíssima compressibilidade e altíssimo ponto de ebulição.

Para proporcionar um melhor nível de performance capaz de assegurar o desempenho desejado para o sistema de frenagem de um automóvel, são introduzidos aditivos ao fluido hidráulico, que são compostos químicos designados para aprimorar o rendimento de suas propriedades [3]. No caso de fluidos de freio, os aditivos podem funcionar aumentando o ponto de ebulição da água, ou atuarem como anticongelantes, por exemplo, nesse caso reduzindo o ponto de fusão. Apresentam em sua composição a presença de glicóis, como éter de glicol, éter glicol borato e inibidores. Dentre os glicóis destacam-se o etilenoglicol e o propilenoglicol. O etilenoglicol (ou monoetilenoglicol, nome IUPAC: etano-1,2-diol) é um álcool com dois grupos hidroxila (diol), um composto químico amplamente utilizado na composição de anticongelantes [4,5]. O propilenoglicol (nome IUPAC: propano-1,2-diol) é também um álcool diol, também utilizado como um anticongelante não tóxico [6,7]. O polietilenoglicol é uma cadeia polimérica formada pela junção de diversos monômeros de etilenoglicol.

A espectroscopia Raman é uma técnica analítica que utiliza o espalhamento inelástico da luz para identificar e caracterizar materiais, fornecendo uma “impressão digital” única para cada substância [8]. Esta técnica não requer preparação de amostras e pode analisar materiais diretamente por meio de embalagens. No controle de qualidade e validação de ingredientes, a espectroscopia Raman é utilizada para identificar matérias-primas e verificar a pureza dos produtos acabados, detectando possíveis adulterações ou contaminantes de forma rápida e precisa. Sua capacidade de análise quantitativa e qualitativa, aliada à portabilidade dos dispositivos Raman modernos, permite a implementação eficiente em ambientes de produção e laboratório, assegurando a conformidade com padrões regulatórios [8].

Objetivos

O presente estudo teve por objetivo comparar quatro marcas diferentes de fluidos de freio, em duas classificações distintas, e avaliar as diferenças na composição utilizando a espectroscopia Raman, com o intuito de analisar e verificar possíveis semelhanças/diferenças.

Material e Métodos

Foram adquiridas oito amostras de fluidos de freio hidráulico, sendo dois tipos distintos de classificação, DOT3 e DOT4, para quatro tipos diferentes de marcas (amostras R3, R4, V3, V4, H3, H4, B3, B4) em uma loja de autopeças. As amostras foram submetidas a um

ISSN: 2594-6153

espectrômetro Raman dispersivo (modelo CORA 5200, Anton Paar Brasil Ltda., São Paulo, SP), com comprimento de onda de excitação de 785 nm. Os espectros foram coletados na faixa espectral entre 400 cm^{-1} e 1800 cm^{-1}. Para a coleta, as amostras foram posicionadas em um receptáculo de alumínio com furos de 400 μL de volume. Após a coleta, os espectros foram pré-processados e foram realizadas plotagens no software Excel para realizar a comparação entre os tipos DOT3 e DOT4.

Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta os espectros dos fluidos de freio DOT 3 e DOT 4 das marcas analisadas. São observados picos em posições características de alguns dos seus constituintes, os glicóis EG, PEG e PPG, conforme padrões da literatura plotados na Figura 2. Os espectros do EG e do PEG são muito parecidos, o que dificulta a identificação destes picos nas amostras.

A comparação das marcas em termos da mesma classificação DOT mostrou que as marcas B e V apresentaram espectros muito semelhantes entre si, e ambas são líderes de mercado em fluidos de freio automotivos. A marca R apresentou espectro diferentemente das três outras marcas em ambas as classificações, porém com diferenças significativas entre as duas classificações (espectro DOT3 diferente do DOT4).

As marcas H e R apresentaram semelhança espectral entre as duas classificações DOT, com mínimas particularidades distintas entre si. Isto sugere semelhante formulação para DOT3 e DOT4, com indicativo de concentração semelhante de cada um dos seus constituintes na composição do produto. As marcas B e V apresentaram diferenças mais expressivas nos espectros entre as classificações DOT3 e DOT4, sugerindo que os fabricantes utilizam concentrações diferentes dos glicóis em sua formulação.

ISSN: 2594-6153

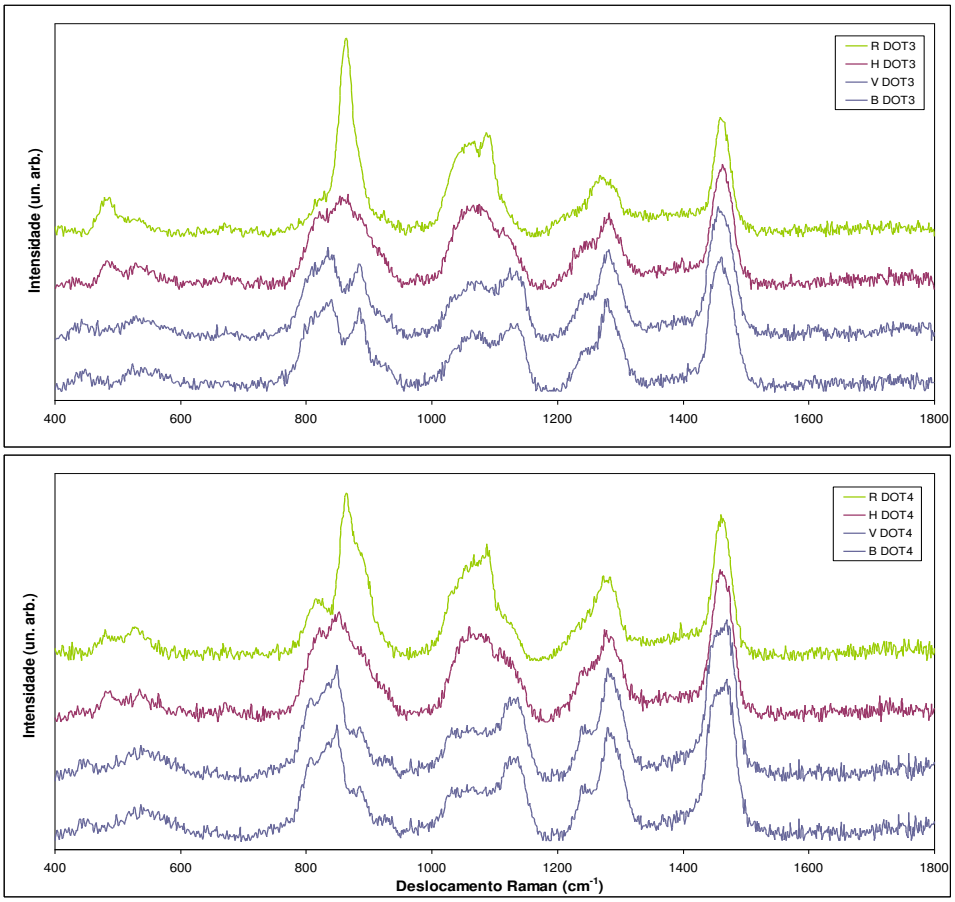

Figura 1. Espectros Raman das marcas estudadas de fluido de freios para classificação DOT3 e DOT4.

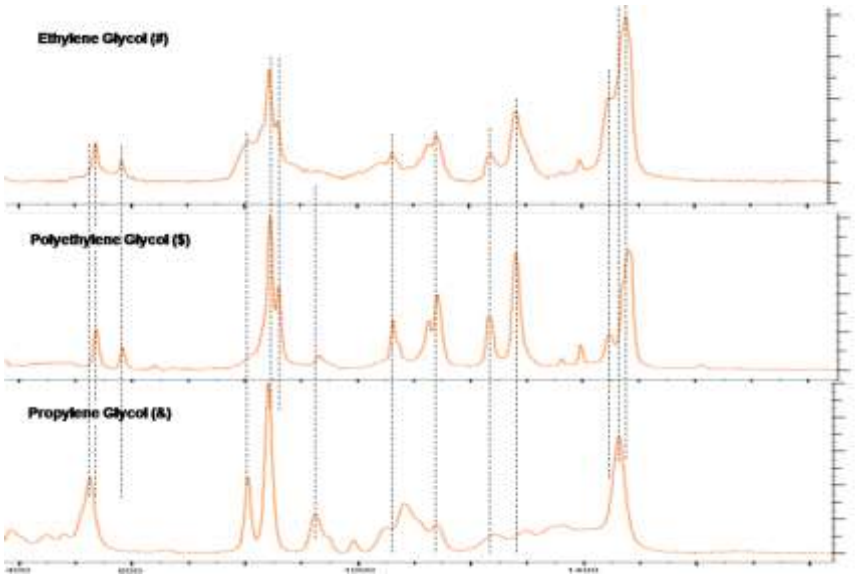

Figura 2. Espectros Raman dos constituintes EG, PEG e PPG.

Fonte: adaptado de Polysciences, Inc., Warrington, PA, EUA. https://www.polysciences.com/

Os glicóis da Figura 2 apresentam picos em posições semelhantes aos presentes nos espectros dos fluidos de freio, portanto é sugestivo que estejam presentes na formulação

ISSN: 2594-6153

principalmente nas marcas R e H. Porém, como apresentam picos semelhantes entre si, principalmente o EG e PEG, a correta identificação da composição passa pela obtenção de amostras padrões destes compostos e obtenção dos espectros no mesmo equipamento Raman.

Conclusões

A espectroscopia Raman foi capaz de identificar os picos dos compostos presentes nos fluidos de freio das marcas analisadas, particularmente os glicóis (EG, PEG e PPG). Estes compostos apresentaram picos característicos que puderam ser identificados nas amostras tanto nos tipos DOT3 e DOT4 das marcas H e R. As marcas B e V apresentaram espectros semelhantes entre nas duas formulações dos tipos DOT3 e DOT4, porém diferentes entre as formulações. As marcas H e R diferenciaram-se das outras e entre si. Os resultados obtidos mostram que a espectroscopia Raman pode ser uma ferramenta útil no controle de qualidade de fluidos de freio automotivos.

Referências

1. Bhandari, V.B. Design of machine elements. New Delhi: Mcgraw-Hill Education; 2017.
2. Yang, I.; Lee, W.; Hwang I. A model-based design analysis of hydraulic braking system. SAE Trans. 2003; 112:231-236.
3. Halderman, J.D. Automotive brake systems. Boston: Pearson; 2017.
4. Rebsdat, S.; Mayer, D. Ethylene glycol. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim: Wiley-VCH Verlag; 2000.
5. Yue, H. et al. Ethylene glycol: properties, synthesis, and applications. Chem. Soc. Rev. 2012; 41(11):4218-4244.
6. Elvestad, K. et al. Health effects of selected chemicals. Copenhague: Nordic Council of Ministers; 1993.
7. Jacob, S.E.; Scheman, A.; McGowan, M.A. Propylene glycol. Dermatitis 2018; 29(1):3-5.
8. Carron, K.; Besli, M.M. Introduction to Raman spectroscopy. Herisau: Metrohm & University of Wyoming; 2020.