

Pré-processamento de um Nariz Eletrônico empregando o ambiente de Software Livre *RStudio*

Virgínia Meneguzzi¹, Andy Blanco-Rodríguez¹, Henrique de Melo Lisboa¹,
Fernando Campo García², Alejandro García Ramírez², Alejandro Duran³

¹Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (ENS), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), CEP: 88040-900, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

²Centro em Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar (CTTMar), Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), CEP: 88302-202, Itajaí, Santa Catarina, Brasil

³Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales (IMRE), Universidad de la Habana (UH), CP: 10400, La Habana, Cuba

vimeneguzzi@hotmail.com, anblancof@gmail.com,
h.lisboa@ufsc.br, fcampog88@edu.univali.br,
garcia.ramirez@gmail.com, duran@imre.uh.cu

Abstract. *The aim of this paper is to evaluate the use of the free software RStudio as useful tool to preprocessing data of an electronic nose prototype. This stage is essential for the successful operation of this kind of instrument. Regarding to proprietary software, the use of RStudio provides some advantages like low cost, flexibility and easy reproducibility for software code.*

1. Introdução

Nas últimas décadas, os avanços tecnológicos têm mostrado um crescimento considerável em diversos setores – industrial, empresarial, doméstico e na pesquisa científica. De forma semelhante, essa tendência também se evidencia no desenvolvimento e na utilização de *softwares* para inúmeras funções. Nesse âmbito, algumas empresas atuantes na área de tecnologia passaram estrategicamente a restringir suas criações através de licenças para o emprego de programas computacionais, os chamados *softwares* proprietários. Esses fornecem aos usuários variadas aplicações, geralmente com alto desempenho, porém com elevado custo na compra da licença e, usualmente, necessitam de atualizações, bem como da utilização de *softwares* complementares (MEYER et al., 2000).

Contrapondo-se à aplicação de *softwares* proprietários e como alternativa viável para algumas aplicações, há os *softwares* livres, os quais, além de vantagens econômicas, apresentam independência tecnológica e alto nível de segurança. Além disso, estas ferramentas de programação livre favorecem o desenvolvimento do conhecimento local, possibilitando seu emprego sem restrições. Sendo assim, percebe-se cada vez mais o aproveitamento desse tipo de *software* em múltiplas áreas, o que se deve, principalmente, ao maior custo-benefício propiciado (FERRAZ, 2002). No entanto, o emprego de *softwares* livres nos chamados narizes eletrônicos para análise de amostras gasosas, por exemplo, ainda é reduzido. Estes instrumentos são formados por um arranjo de sensores não-específicos e ferramentas de reconhecimento de padrões (GARDNER; BARTLETT, 1994). Neste contexto de desenvolvimento tecnológico, o ambiente de *software* livre para computação estatística e gráfica, *RStudio*, torna-se uma opção eficiente para implementar o pré-processamento da informação nos narizes eletrônicos, etapa imprescindíveis no funcionamento do instrumento.

O arranjo de sensores de gases nos narizes eletrônicos fornece um padrão de resposta pouco

discriminativo e redundante, além de apresentar ruídos, erros e desvios. Por essa causa, antes de processar a informação com algum algoritmo de reconhecimento de padrões ou técnica de regressão, é imprescindível pré-processar os dados adquiridos. Basicamente, este procedimento envolve o filtrado dos sinais adquiridos (pulsos odorantes), tratamento da linha base, normalização, e extração e seleção de características. Na primeira fase, as respostas dos sensores são filtradas para eliminar ruídos (alisamento das respostas) provocados por variações aleatórias. Após, é aplicado o tratamento da linha base, que permite adequar a resposta de cada sensor em relação ao seu valor de linha base ou branco, para eliminar a ocorrência de erros aditivos e multiplicativos. Através da normalização eliminam-se as diferenças de escala entre os dados. Finalmente, é realizada a extração e seleção de características dos perfis odorantes com o intuito de determinar os parâmetros mais representativos e discriminativos do instrumento (MARCO; GUTIÉR-REZ-GÁLVEZ, 2012).

A partir da demanda no pré-processamento dos narizes eletrônicos e das características do *RStudio* como plataforma de *software* livre, salienta-se a possibilidade do uso desta ferramenta de programação nos narizes eletrônicos. O *RStudio*, entretanto, favorece a obtenção de um sistema com baixo custo, assim como códigos abertos, adaptáveis e reproduzíveis. Além disso, para esta plataforma, encontra-se gratuitamente disponível um considerável volume de informação, o que acrescenta as possibilidades de programação.

2. Solução Proposta

No atual trabalho apresenta-se os resultados a partir do uso da plataforma de *software* livre *RStudio* para o pré-processamento de dados de um protótipo de nariz eletrônico. O funcionamento do instrumento baseia-se em um arranjo de três sensores de gases de óxido-metálico (MOS) – TGS826, TGS2610 e TGS2602 – e uma linha de transporte de fluidos. Nos experimentos foram preparadas amostras gás de amônia (NH_3) em sacos *Tedlar* com as seguintes concentrações: 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 ppm. Assim, foram medidos com o protótipo 12 pulsos odorantes por cada concentração, sendo 96 pulsos no total (CAMPO, 2016; GUIMARÃES et al., 2016). A seleção desse composto deve-se ao impacto negativo acarretado ao meio ambiente, pois a NH_3 é altamente nociva em elevadas concentrações (MICHEL, 2000).

Fazendo uso do *RStudio*, foram armazenadas matricialmente as respostas dos sensores – pulsos odorantes – de tensão elétrica vs tempo. Na sequência, os dados foram organizados de acordo com o pulso e a concentração correspondente. Além disso, cada pulso odorante é dividido em quatro fases – linha base (passagem do gás branco), transitório de subida (passagem de NH_3), estado estacionário (NH_3 preso) e transitório de descida (passagem do gás branco novamente). No pré-processamento dos dados com *RStudio*, efetuou-se a média móvel para alisamento de sinais e o tratamento diferencial com relação à linha base (branco de medição). Em seguida, a extração e a seleção de características, realizadas através do cálculo dos valores absolutos e da inclinação da descida de cada pulso. Na Figura 1 apresenta-se um pulso odorante correspondente à concentração de 60 ppm de NH_3 , antes de aplicar correções com o *RStudio* (Figura 1a) e após o uso desse *software* (Figura 1b). Por fim, estes resultados foram comparados com um pré-processamento semelhante desenvolvido no *software* proprietário *Matlab*, obtendo-se resultados igualmente satisfatórios (CAMPO, 2016).

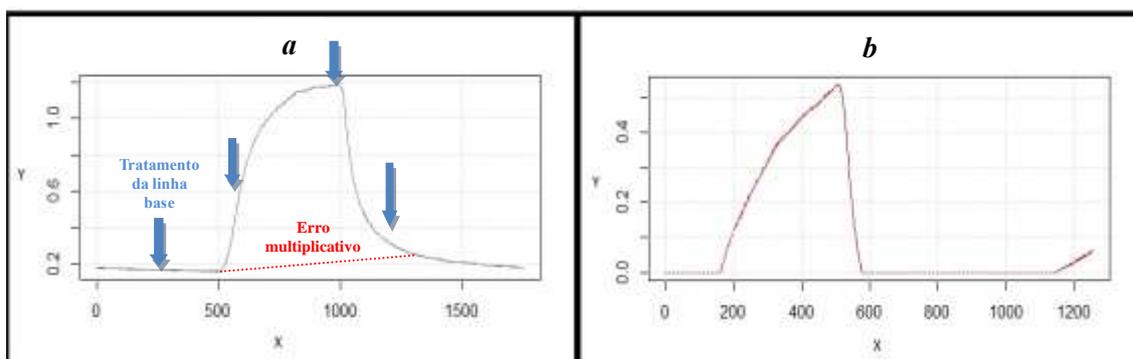


Figura 1. Gráfico de um pulso gerado no *RStudio* antes e após realizadas as correções.

3. Considerações Finais

Os resultados na etapa de pré-processamento de um nariz eletrônico utilizando o *RStudio*, um *software* de programação livre, demonstram a eficácia deste à atual aplicação, tendo em vista a qualidade, o baixo custo – por não exigir licenças – e a segurança, mostrando-se uma alternativa válida à utilização de *softwares* proprietários.

4. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Projeto CAPES-MES 139/11 “Desenvolvimento de narizes eletrônicos para a detecção de substâncias gasosas no meio ambiente: Contribuição para a avaliação do impacto de odorantes” e ao Programa Estudantes-Convênio de Pós-Graduação (PEC-PG) da CAPES/CNPq – Brasil.

5. Referências

CAMPO, F. G. *Avaliação de técnicas de pré-processamento para um nariz eletrônico baseado em sensores MOS*. 2016. 105 p. (Dissertação de Mestrado). Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.

FERRAZ, Nelson Corrêa de Toledo. *Vantagens estratégicas do software livre para o ambiente corporativo*. 2002. 114 p. (Monografia em Master Business Information Systems). Centro de Ciências Exatas e Econômicas, Pontifícia Universidade Católica, São Paulo.

GARDNER, Julian W.; BARLETT, Philip N. A brief history of electronic noses. *Sensors & Actuators: B. Chemical*, v.18, n. 1, p.210-211, 1994.

GUIMARÃES, Vitor Santos et al. Calibração de protótipo de nariz eletrônico para análise de gás amônia. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, 2016, Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

MARCO, S.; GUTIÉRREZ-GÁLVEZ, A. Signal and data processing for machine olfaction and chemical sensing: a review. *Sensors Journal, IEEE*, v. 12, n. 11, p. 3189-3214, 2012.

MEYER, M.; BABER, R.; PFAFFENBERGER, B. *Nosso futuro e o computador*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

MICHLE, O. R. *Toxicologia Ocupacional*. Rio de Janeiro, Revinter, 2000. 302p.