



Aplicação de Internet das Coisas na Cadeia do Frio de Fármacos: uma abordagem estatística

Matheus de C. Quirino*, Giset Montoya M., Orlando F. Lima Jr.

Resumo

A dificuldade em interpretar o comportamento de situações influenciadas por múltiplos parâmetros é, justamente, o que se observa quando se busca descrever o efeito de variáveis como a temperatura, a umidade e a luminosidade sobre a qualidade dos medicamentos. Dentro desse contexto, a pesquisa apresenta como objetivo avaliar como a aplicação da Estatística Multivariada, integrada aos sistemas IoT, pode ser um instrumento para o controle das condições dos produtos na Cadeia do Frio dos Fármacos. Para isso, primeiramente, realiza-se a Análise de Clusters para um conjunto de medicamentos, agrupando-os em função das variáveis temperatura, umidade, luminosidade, validade e preço. Na sequência, com base em um sistema IoT de monitoramento desses atributos, aplica-se a Análise dos Componentes Principais (PCA) para identificar como os parâmetros mensurados se correlacionam, o que permite simplificar o controle dos fármacos durante a distribuição e, com isso, facilitar a tomada de decisão em caso de necessidade.

Palavras-chave:

Cadeia do Frio dos Fármacos, Análise Multivariada, Internet das Coisas.

Introdução

Continuamente, novas exigências surgem à Cadeia Farmacêutica, dentre as quais a necessidade de controle na distribuição de produtos sensíveis à temperatura, à umidade e à luminosidade. Nesse contexto, os modelos multivariados junto à tecnologia IoT, são alternativas para gerar um ambiente inteligente de monitoramento, dinamizar a troca de informações e agilizar a tomada de decisão. Para estudar esses aspectos, o trabalho busca apresentar aplicações de métodos multivariados que, adequados às situações influenciadas por múltiplos parâmetros, podem auxiliar no planejamento das atividades e na adoção das medidas corretivas, propósitos que se atrelam, respectivamente, à análise de clusters e ao modelo de roteirização avaliados no estudo.

Resultados e Discussão

Para a análise de clusters, desenvolvida em “R”, selecionaram-se 77 medicamentos com sensibilidade à temperatura diversas. Avaliaram-se, ainda, a validade, o preço e as sensibilidades à umidade e à luz do produto. Em seguida, compararam-se quatro métodos: “k-means”, com variáveis como numéricas; “pam” com variáveis mistas; “hierarchical clustering” com variáveis numéricas e “hierarchical clustering” com variáveis mistas, sendo a umidade e a luminosidade as variáveis categóricas. A partir dos resultados e comparando índices de validação, considerou-se o “hierarchical clustering” com variáveis mistas o método mais adequado. As Figura 1 e 2 ilustram o dendrograma e o heatmap do modelo, relacionando os fármacos clusterizados e as variáveis medidas.

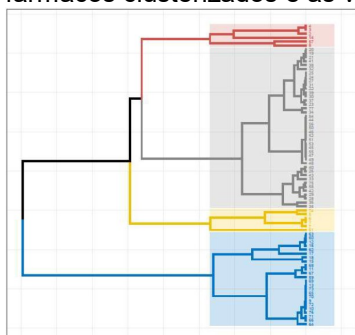


Figura 1. Dendrograma

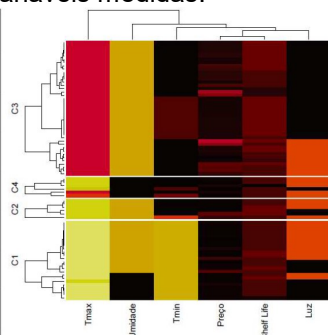


Figura 2. Heatmap

No estudo da roteirização, realizaram-se simulações de distribuição no software “AnyLogic”, obtendo-se distintos valores de temperatura e de umidade para os clusters previamente estabelecidos. Na sequência, os Componentes Principais correspondentes à essas variáveis foram determinados. E, por meio deles, computaram-se índices de qualidade para validar a adequação das rotas simuladas, o que permitiu, ainda, uma análise comparativa entre os clusters considerados, de modo semelhante ao ilustrado na Figura 3, seguinte.

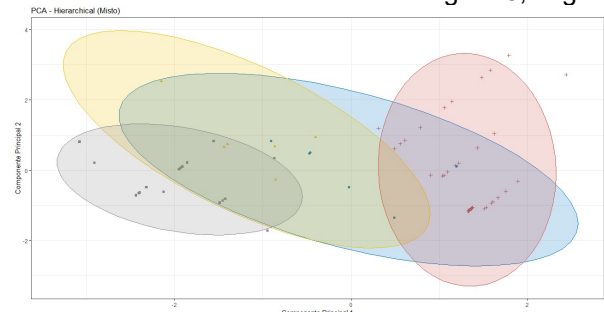


Figura 3. Análise dos Componentes Principais (PCA)

Conclusões

O estudo avaliou a contribuição dos modelos multivariados à Cadeia do Frio Farmacêutica, sobretudo quando integradas aos sistemas IoT. Notou-se que além de permitirem os agrupamentos dos medicamentos de forma eficiente, eles podem agilizar a tomada de decisão, admitindo a influência dos parâmetros significativos e sintetizando a análise quando estes são múltiplos.

Agradecimentos

À equipe do Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transporte (LALT) pelo suporte.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento à pesquisa.

QUINTILESIMS INSTITUTE. Outlook for Global Medicines through 2021: Balancing Cost and Value. n. December, p. 55, 2016.

MIORANDI, D. et al. Internet of things: Vision, applications and research challenges. Ad Hoc Networks, v. 10, n. 7, p. 1497–1516, 2012.