

PROPOSTA BIRB: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A GERAÇÃO DE ALERTAS EM BOMBAS DE INFUSÃO

FABRÍCIO NEITZKE FERREIRA¹; ADENAUER CORREA YAMIN¹;
LUCIANO VOLCAN AGOSTINI¹

¹Universidade Federal de Pelotas – {fferreira, adenauer, agostini}@inf.ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A incidência dos falsos alertas em ambiente hospitalares prejudica as tarefas dos profissionais em saúde, uma vez que: (i) estressam as equipes, seus cuidadores e os próprios pacientes; (ii) promovem custos adicionais de tempo e atenção; (iii) podem causar situações de risco, algumas com implicações severas na saúde nos pacientes.

Os equipamentos eletromédicos intravenosos têm por finalidade auxiliar na administração de medicamentos e estão organizados em dois grandes tipos: (i) sem gerenciamento eletromecânico, com infusão gravitacional; e (ii) com gerenciamento eletromecânico, dispondo de características autônomas, como bombas de insulina para tratamento de diabete, bombas de sangue que auxiliam no bombeamento do coração e bombas de infusão com aplicações de uso geral na administração intravenosa de substâncias (BHAVASAAR et al, 2016).

A literatura aponta que o perfil operacional das bombas de infusão pode ser sumarizado em dois grandes aspectos: (i) estarem entre os equipamentos eletromédicos mais empregados em hospitais no mundo todo; e (ii) constituírem os equipamentos eletromédicos com maior incidência de falsos alertas (CHOI; HWANG, 2011) (BLANDFORD et al, 2016).

Tendo como motivação este cenário, este trabalho apresenta uma proposta que tem como objetivo a redução da emissão de falsos alertas em equipamentos eletromédicos, em particular, nas bombas de infusão, explorando para isto o emprego de Redes Bayesianas na identificação de estados anômalos na operação, em particular a situação de oclusão quando da entrega de medicamentos. A proposta concebida é denominada BIRB, gerenciamento de alertas em Bombas de Infusão explorando Redes Bayesianas.

O emprego de Redes Bayesianas foi considerado pela exigência moderada de recursos computacionais, situação típica dos sistemas embarcados, bem como pelo fato da sua natureza, enquanto mecanismo de aprendizagem, facultar que seja aproveitada a expertise de especialistas da área (o próprio fabricante, por exemplo) na sua especificação inicial (OLIVEIRA, 2010).

2. METODOLOGIA

Na detecção de oclusão, é necessário efetuar a leitura da pressão na linha de infusão. Na proposta BIRB, a leitura da pressão na linha de infusão é feita de forma não invasiva, sem contado direto com o líquido entregue ao sistema intravenoso. Para obter os dados de leitura de pressão em diferentes situações, optou-se pelo uso de bombas de infusão e equipos comerciais, gentilmente cedidos pela empresa Lifemed Industrial de Equipamentos e Artigos Médicos e Hospitalares S.A.

Para obtenção dos dados foram utilizadas três bombas de infusão, sendo coletadas e registradas leituras de pressão da infusão em situação normal ou

anormal de operação. Os dados compõem dois tipos de cada situação, sendo eles:

- ✓ Infusão Normal - **Sem Oclusão**: a linha de infusão com final de linha em aberto, com uma baixa restrição ao deslocamento de líquido;
- ✓ Infusão Normal - **Pressão Constante**: mantém-se uma pressão manométrica constante e diferente de zero e menor que a máxima pressão permitida, a qual deverá ser vencida pelo escoamento de líquido da bomba de infusão;
- ✓ Infusão Anormal - **Ocluído**: inicia a infusão já com restrição total impedindo a passagem de líquido;
- ✓ Infusão Anormal - **Transição**: inicia a infusão com baixa restrição (livre), e após um tempo determinado e conhecido, o equipo é totalmente ocluído.

Na Figura 1, são ilustradas as conexões no final de linha de infusão do equipo para as situações normais “Sem Oclusão” e “Pressão Constante” e anormal “Ocluído”.



Figura 1. Tipos de ensaios para coleta de dados.

O objetivo de todas essas coletas é obter uma representação das principais situações vivenciadas em ambientes dos hospitais durante a entrega eletromecânica e automática de líquidos de infusão (MOTTA; SOUZA; FERREIRA, 2017).

Para cada tipo de coleta foram feitos 29 experimentos independentes de aquisição dos dados. As coletas foram individuais com uso único do equipo, que foi substituído a cada novo experimento. Em todos os experimentos, foram coletadas informações dos sensores, gerando uma série temporal rotulada, onde, para cada série, é conhecido o tipo de ensaio e a situação do equipo ao longo do tempo: “Sem Oclusão”, “Pressão Constante”, “Ocluído” e “Transição”.

O escoamento escolhido para todos os ensaios foi de um fluxo de 10 mL/h. Este fluxo é considerado um valor baixo de escoamento e, portanto, tende a levar um tempo maior para atingir pressões elevadas em uma situação de oclusão. Esse tipo de anomalia é a mais difícil de ser detectada pelas bombas de infusão (LEE, 2012).

O emprego das Redes Bayesianas envolve cálculos das probabilidades condicionais considerando que um evento tenha ocorrido, assim, para identificar as situações “Normal” ou “Anormal” em bombas de infusão, foi estabelecido o fluxograma apresentado na Figura 2, de modo a permitir a descrição da determinação de cada evento “n”, o qual relaciona as “xx” probabilidades “Normal” ou “Anormal”, com as “y” hipóteses.

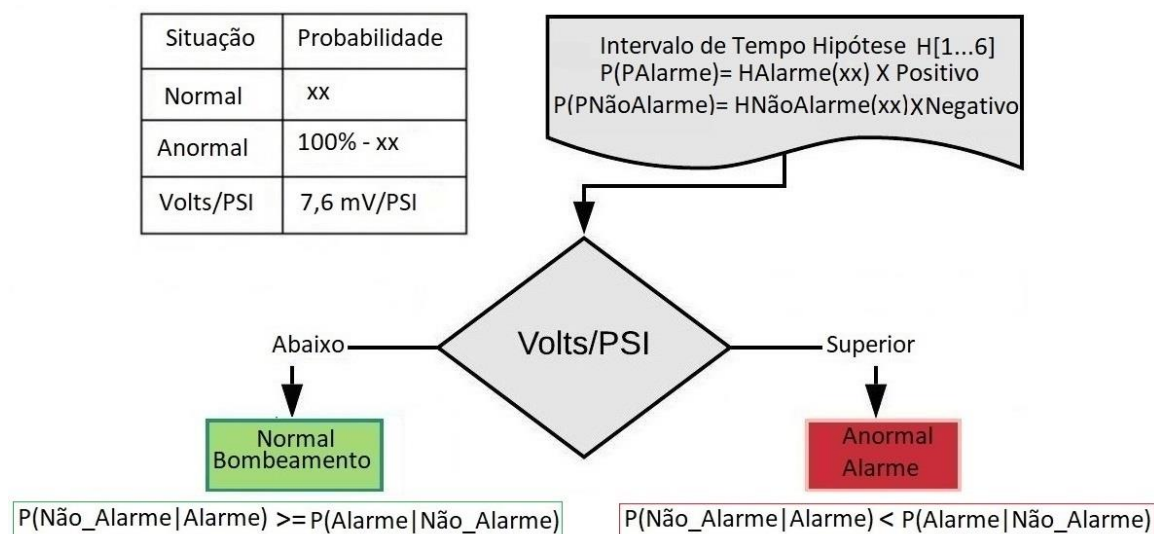


Figura 2. Determinação das relações das probabilidades condicionais por evento.

Os intervalos de tempo percorridos na infusão foram considerados como pontos para determinar as probabilidades das hipóteses. O tamanho da janela de tempo foi o evento considerado. Essas informações foram utilizadas na Rede Bayesianas para a detecção da oclusão. Na implementação desenvolvida nesse trabalho, foram testados seis eventos ou hipóteses diferentes, para um conjunto de dez probabilidades. Na Tabela 1, é apresentado o conjunto de probabilidades e hipóteses avaliadas.

H1 P %	H2 P %	H3 P %	H4 P %	H5 P %	H6 P %
05	10	15	20	30	50
05	20	30	40	50	60
05	30	40	70	80	90
10	20	30	40	50	60
10	30	50	70	90	90
10	40	60	80	90	95
20	50	60	80	90	99
30	50	60	80	90	99
35	60	80	90	95	99
40	70	85	95	97	99

Tabela 1. Distribuição das probabilidades “Anormal” por hipóteses.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com a exploração de Redes Bayesianas na proposta BIRB atingiram uma precisão de 85 % de acerto nas identificações dos estados: “Sem Oclusão”; “Pressão Constante”; “Ocluído” e “Transição” no conjunto de dados da etapa avaliação.

Dentre os possíveis trabalhos futuros, destaca-se a avaliação da precisão da proposta BIRB considerando o emprego de conjuntos de dados que contemplem outras taxas de infusão. Também está prevista a realização de novas avaliações considerando as características operacionais de outros tipos de Bomba de Infusão de largo uso no mercado.

4. CONCLUSÕES

A contribuição central deste trabalho é a exploração de Redes Bayesianas no problema de gerenciamento de alertas em bombas de infusão. As Redes Bayesianas, por sua vez, como têm por base matemática cálculos probabilísticos, apresentam potencial de serem implementadas em sistemas computacionais de diferentes portes.

Os resultados obtidos apontam que as Redes Bayesianas podem contribuir para reduzir a quantidade de falsos positivos e negativos em bombas de infusão, sem comprometer o tempo de detecção, em particular em situações de operação com volumetrias baixas.

Considerando a literatura da área (ECRI, 2017) a proposta BIRB teve um desempenho promissor, atingindo uma precisão de 85 %, superior a diversos equipamentos atualmente no mercado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHAVASAAR, M. K.; NITHYA, M.; PRAVEENA, R.; BHUVANESWARI, N. S.; KALAISELVI, T. Automated intravenous fluid monitoring and alerting system, **IEEE Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR)**, Chennai, n.4, p. 77-80, doi: 10.1109/TIAR.2016.7801217, 2016.

BLANDFORD, A.; FURNISS, D.; LYONS, I. Exploring the Current Landscape of Intravenous Infusion Practices and Errors (ECLIPSE): protocol for a mixed-methods observational study. **BMJ Open**, London, V. 6, n. 9, doi: 10.1136/bmjopen-2015-009777, 2016.

CHOI, E. J.; HWANG, H. J. Dynamic Message Server for Personal Health Data Transmission in u-Health Service Environment. **Convergence and Hybrid Information Technology (ICHIT)**. Daejeon, n.8, p. 459-466, doi:10.1007/978-3-642-24106-2_59, 2011.

ECRI, I. Top 10 Health Technology Hazards for Top 10 Health Technology Hazards for 2017. **Emergency Care Research Institute**. Massachusetts, p. 20, 2017.

LEE, T. P.; THOMPSON, F.; THIMBLEBY, H. Analysis of infusion pump error logs and their significance for health care. **British journal of nursing**. London, v.21, p. 12-20, doi: 10.12968/bjon.2012.21.Sup8.S12, 2012.

MOTTA, C. E.; SOUZA, A. A.; FERREIRA, N. F. Comparison of Two Sensors for Pressure Monitoring and Occlusion Detection in Infusion Pumps. **Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente**. Porto Alegre, p. 1398-1403, 2017.

OLIVEIRA, L.S.; ANDREÃO, R.V.; SARCINELLI, F. M. The use of bayesian networks for heart beat classification. **Advances in Experimental Medicine and Biology**. doi: 10.1007/978-0-387-79100-5_12, Vitoria, 2010.