

IoT EWS: Uma Abordagem Explorando Monitoramento Remoto de Pacientes na Internet das Coisas

Rogério Albandes^{1,2}, Alexandre Souza¹, Rodrigo Lambrecht²,
Franklin Barcellos², Adenauer Yamin^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Computação (PPGC/UFPel)

²Mestrado em Engenharia Eletrônica e Computação (MEEC/UCPel)

Abstract. *Mobility has become a daily practice of physicians, so it is possible that they remain periods of time without contact with the teams that support them in the treatment of patients. Longer periods between communications can cause delays in performing procedures, drug prescribing, etc. Considering this scenario, this work has as objective the conception an approach, called IoT EWS, which integrates: (i) a platform for acquisition of vital signs, (ii) an environment for contextual processing, which through customizable rules builds the Situation Awareness of the patients; and (iii) a textual and graphic display interface for these signals, which can be accessed by IoT. As a source of vital signs, the MIMIC-III database is being used. In turn, for the evaluation of IoT EWS together with health professionals, the Technology Acceptance Model (TAM) was used, and promising results were obtained.*

Resumo. *A mobilidade vem constituindo uma prática cotidiana de médicos, assim, é possível que estes fiquem períodos de tempo sem contato com as equipes que lhe dão suporte no tratamento dos pacientes. Períodos mais longos entre comunicações podem provocar retardos na realização de procedimentos, na prescrição de drogas, etc. Considerando este cenário, este trabalho tem por objetivo a concepção de uma abordagem, denominada IoT EWS, que integra: (i) uma plataforma para aquisição de sinais vitais; (ii) um ambiente para processamento contextual, que através de regras personalizáveis construa a Ciência de Situação dos pacientes; e (iii) uma interface de visualização textual e gráfica destes sinais, que possa ser acessada pela IoT. Como fonte de sinais vitais está sendo empregado o banco de dados MIMIC-III. Por sua vez, para avaliação da IoT EWS junto aos profissionais de saúde foi utilizado o Technology Acceptance Model (TAM), tendo sido obtidos resultados promissores.*

1. Introdução

A mobilidade dos profissionais de saúde é entendida como um perfil inerente a profissão, outrossim, também é sabido que esta mobilidade pode contribuir para ocorrência de longos períodos sem contato com os dados clínicos de pacientes hospitalizados.

O fato de médicos, em sua grande maioria, terem necessidade de frequentar vários hospitais e dispenderem um bom tempo em seus consultórios, assim como em ambulatórios e salas de aula, faz com que passem consideráveis períodos sem contato com as equipes de enfermagem e com os familiares de seus pacientes hospitalizados. Este distanciamento leva a problemas de comunicação entre os profissionais. Estudos em saúde

que avaliaram a segurança de pacientes têm demonstrado que falhas na comunicação entre os médicos ou entre os médicos e outros profissionais de saúde constitui uma causa comum de eventos adversos no ambiente hospitalar [Teixeira et al. 2010]. Fatores hierárquicos e sociais também influenciam na comunicação entre profissionais de saúde [Edmondson 1999]. Estas falhas significativas de comunicação entre os profissionais médicos geram, algumas vezes, necessidade de telefonemas que podem ser atendidos com significativo atraso, o que representa retardo na realização de procedimentos, no início de prescrição de drogas, etc.

A internação é um recurso do sistema de saúde utilizado na tentativa de recuperar a saúde dos indivíduos. Para as pessoas mais idosas, a internação é considerada de grande risco, pois gera diminuição da capacidade funcional e, muitas vezes, mudanças na qualidade de vida, que podem ser irreversíveis. A permanência hospitalar prolongada incrementa os custos e reduz a oportunidade de outros pacientes para receber atenção hospitalar, uma vez que os recursos disponíveis para esse nível de atendimento são limitados [Rufino et al. 2012].

Considerando este cenário, este trabalho tem por objetivo a concepção de um *framework* que integre: (i) uma plataforma para aquisição de sinais vitais; (ii) um ambiente para processamento contextual, que através de regras personalizáveis realize a avaliação dos sinais coletados e, se necessário, envie notificações; e (iii) uma interface de visualização textual e gráfica destes sinais, que possa ser acessada de forma remota. A expectativa com este *framework* é permitir que os profissionais de saúde possam antecipar diagnósticos e procedimentos médicos, o que dentre outros aspectos, tem potencial para reduzir o tempo de internação.

O EXEHDA consiste de um *middleware* ciente de situação baseado em serviços, o qual visa criar e gerenciar um ambiente computacional largamente distribuído, bem como promover a execução de aplicações sobre ele. O *middleware* vem sendo explorado em frentes de pesquisa que tratam desafios da Internet das Coisas (IoT) [Souza et al. 2018].

A Ciência de Situação refere-se a um modelo no qual o sistema computacional é capaz de verificar as características do meio nas quais tem interesse e, quando necessário, reagir as suas alterações, realizando as atuações pertinentes no meio. No cenário da IoT, caracterizado por uma elevada escalabilidade e a premissa de envolver o mínimo possível os usuários na gerência das aplicações, a Ciência de Situação possui elevado significado, uma vez que existe a real necessidade da infraestrutura computacional tomar decisões autônomas, a partir das especificações dos usuários [Perera et al. 2014].

De acordo com [Sezer et al. 2018], para a construção de sistemas cientes de situação em ambientes distribuídos, como é o caso da presente proposta, alguns desafios devem ser tratados: (i) aquisição do contexto a partir de fontes heterogêneas e distribuídas; (ii) processamento dos dados contextuais adquiridos; e (iii) respectiva atuação sobre o meio físico.

A presente proposta será avaliada, utilizando o banco de dados MIMIC-III, com um número considerável de dados, quanto ao acerto no cálculo dos escores que irão gerar os alertas a equipe médica, bem como o recebimento destes alertas por parte desta equipe. Será utilizado o Technology Acceptance Model (TAM) para avaliação de como os usuários aceitam a proposta deste trabalho, sob o ponto de vista da usabilidade e da

facilitação de seu trabalho.

Este artigo está organizado em sete seções. Esta primeira introduz o trabalho, caracterizando sua motivação e objetivo. A segunda Seção apresenta conceitos julgados interessantes quando da revisão de literatura em relação à proposta. Na terceira Seção são discutidos os trabalhos relacionados. Na quarta Seção é introduzido o *middleware* EXEHDA destacando suas principais funcionalidades envolvidas para a obtenção da Ciência de Situação. Na quinta Seção é apresentada a abordagem IoT EWS tratando suas principais características. A sexta Seção apresenta a avaliação da proposta, resume os resultados e as conclusões decorrentes do trabalho desenvolvido. Por fim, a sétima e última Seção apresenta as considerações finais e os trabalhos futuros.

2. Escopo da IoT EWS

Nesta seção são apresentados conceitos, julgados relevantes, quando da revisão da literatura em relação à abordagem desenvolvida.

Sinais Vitais

Os sinais vitais são um grupo de 4 a 6 sinais médicos mais importantes, que indicam o status das funções vitais (sustentadoras da vida) do corpo humano.

- **Temperatura** A temperatura do corpo representa o equilíbrio entre o calor produzido e o calor perdido, também conhecido como termorregulação.
- **Pulso** O pulso é definido como a expansão rítmica palpável de uma artéria produzida pelo aumento do volume de sangue introduzido no vaso pela contração e relaxamento do coração [Stedman 2005].
- **Pressão Arterial** Segundo [Perry and Potter 2002] a pressão arterial (PA) se refere à pressão exercida pelo sangue contra a parede arterial. É influenciado pelo débito cardíaco, resistência vascular periférica, volume sanguíneo e viscosidade e elasticidade da parede do vaso .
- **Frequência respiratória** Frequência respiratória é a designação dada ao número de ciclos respiratórios completados num intervalo específico de tempo [Jevon 2010].
- **Oximetria de Pulso** Oximetria é a medida da saturação de oxigênio do sangue, que é a porcentagem de oxigênio que está sendo transportado na circulação sanguínea. A oximetria de pulso é um método não invasivo para monitorar a Saturação de Oxigênio de uma pessoa. A leitura da Saturação Periférica de Oxigênio (SpO₂) é considerada um método valioso para medir a saturação de oxigênio em uso clínico [Millikan 1942].
- **Escala AVPU** A Escala AVPU (acrônimo de "Alert, Voice, Pain, Unresponsive") é um sistema no qual os profissionais de saúde podem medir o nível de consciência dos pacientes [Kelly et al. 2004]. A escala AVPU tem quatro resultados possíveis. O avaliador deve sempre trabalhar do melhor (A) ao pior (U) para evitar testes desnecessários em pacientes claramente conscientes. Os quatro possíveis resultados são [Brunker and Harris 2015]: (A)Alerta - o paciente está alerta, capaz de se comunicar e responsivo, (V) Verbal - o paciente só responde quando você falar com ele, (P) Dor - o paciente só responde quando você aplicar um estímulo doloroso e (U) Sem resposta - o paciente está inconsciente

Pontuações de Rastreamento e Acompanhamento (track-and-trigger scores)

Estes sistemas calculam uma pontuação total usando um conjunto de valores relacionados a algum parâmetro médico. Esta pontuação reflete o estado de saúde de um paciente em relação aos seus sinais vitais. Uma pontuação mais alta significa mais anormalidades de um sinal vital específico e a soma de todas as pontuações indica o estado geral de saúde de um paciente [Odell et al. 2009]. Existem vários sistemas de pontuação utilizados internacionalmente, que foram validados como bons preditores de mortalidade durante hospitalização [Bleyer et al. 2011]. Em nossa proposta será abordado o Early Warning Score (EWS) [Commission et al. 1999].

A tabela 1 mostra um modelo típico do EWS. Considerando a pontuação final calculada do paciente, a equipe médica pode modificar as ordens de terapia e até mesmo o encaminhamento a uma unidade de terapia intensiva.

Tabela 1. EWS Score

Sinal Vital	3	2	1	0	1	2	3
SpO2	<85	85-95	90-92	>92			
Temperatura		>38,5	38-38,9	36-37,9	35-35,9	34-34,9	<34
PA Sistólica		<34		100-199	80-99	70-79	<70
Freq. Card.	>129	110-129	100-109	50-99	40-49	30-39	<30
Freq. Resp.	>35	31-35	21-30	9-20			
AVPU				Alerta	Verbal	Dor	Sem Resp.

Medical Information Mart for Intensive Care (MIMIC)

O MIMIC, atualmente na versão III, é um banco de dados relacional contendo tabelas de dados referentes a pacientes que permaneceram dentro das unidades de terapia intensiva do Beth Israel Deaconess Medical Center (Boston, Massachusetts, Estados Unidos), que compreende mais de 58.000 internações hospitalares [Johnson et al. 2016] . Os dados incluem sinais vitais, medicamentos, etc.

O banco de dados MIMIC-III é notabilizado pelos seguintes motivos: (i) é o único banco de dados de cuidados críticos de livre acesso. A natureza aberta dos dados permite que os estudos clínicos sejam reproduzidos e melhorados o que de outra forma não seria possível. (ii) seu conjunto de dados abrange mais de uma década, com informações detalhadas sobre os cuidados individuais de cada paciente e (iii) a análise dos dados é irrestrita, o que permite tanto a pesquisa clínica como seu uso em educação.

3. Trabalhos Relacionados

Esta seção discute trabalhos relacionados à proposta IoT EWS: Uma Abordagem Explorando Monitoramento Remoto de Pacientes na Internet das Coisas . Durante o esforço de localização foram identificadas diversas abordagens relacionadas ao monitoramento remoto de pacientes, dentre as quais foram selecionados cinco trabalhos. Para sua seleção o trabalho deveria contemplar os seguintes aspectos: (i) monitorar sinais vitais; (ii) explorar aspectos de ubiquidade, e (iii) por fim, considerar o emprego de ciência de situação.

O trabalho de [Jaiswal et al. 2018] apresenta um modelo que automatiza a coleta, entrega e processamento de dados vitais dos pacientes. Para alcançar o objetivo proposto no trabalho, é utilizado o Raspberry Pi como dispositivo de borda, para otimizar o processo de análise dos dados dos sensores [Johnston and Cox 2017], com isto é possível trabalhar com baixa largura de banda, baixa latência e com redes congestionadas.

No artigo de [Dridi et al. 2017], é proposta a plataforma SM-IoT, uma plataforma baseada em IoT para cuidados de saúde inteligentes e personalizados, dedicada aos pacientes, bem como aos cuidadores. O objetivo desta plataforma é melhorar o monitoramento remoto do paciente e promover os serviços de saúde.

No trabalho de [Karthikeyan et al. 2015], é proposto um sistema de automação hospitalar distribuído, autônomo, flexível e de baixo custo. Constituído de servidores e sensores que podem ser facilmente configurados. Ele beneficia não apenas os pacientes que recebem um tratamento mais eficiente mas também aos médicos que podem agilizar seus esforços para atender a um número maior de pacientes. A ideia principal deste sistema é um monitoramento contínuo dos pacientes via internet.

Dentre os principais diferenciais da IoT EWS temos o emprego do *Early Warning Score* (EWS), que é um reconhecido padrão internacional para Pontuações de Rastreamento e Acompanhamento de Sinais Vitais, o qual tem sido utilizado em abordagens não automatizadas, não sendo contemplado nos trabalhos relacionados. Outro diferencial da IoT EWS diz respeito ao uso de middleware. Para o tratamento do desafio de prover suporte a ciência de situação às aplicações na IoT, vem se destacando o emprego de *middlewares*.

4. Middleware EXEHDA

O EXEHDA possui uma organização composta por um conjunto de células de execução. Cada célula, no que diz respeito ao provimento de Ciência de Situação, é composta por um Servidor de Contexto, e por diversos Servidores de Borda e/ou Gateways.

Os Gateways coletam informações contextuais, provenientes de sensores físicos ou lógicos e tem a finalidade de tratar a heterogeneidade dos diversos tipos de sensores, em aspectos tanto de hardware como de protocolo; transferem estas informações coletadas de forma normalizada aos Servidores de Borda. No EXEHDA os Gateways podem ser de dois tipos: (i) Nativos, são implementados sobre um hardware embarcado específico para a finalidade de interoperar com sensores e atuadores; (ii) Virtual, apresentam a mesma estrutura de software do Nativo, mas opera sobre o mesmo hardware do Servidor de Borda.

No EXEHDA o processamento das informações contextuais é distribuída, ficando uma parte com o Servidor de Borda, e outra com o Servidor de Contexto (vide Figura 1). Os dados recebidos pelos diversos Servidores de Borda são transmitidos ao Servidor de Contexto que os gerencia e realiza as etapas de armazenamento e processamento contextual. O Servidor de Contexto pode combinar os dados provenientes dos Servidores de Borda com informações históricas, que ficam registradas no Repositório de Informações Contextuais. Uma discussão mais ampla das diferentes funcionalidades tanto do Gateway, quanto dos Servidores de Borda está disponível em [Souza et al. 2018], por sua vez, uma avaliação das diferentes potencialidades do Servidor de Contexto pode ser encontrada em [Lopes et al. 2014].

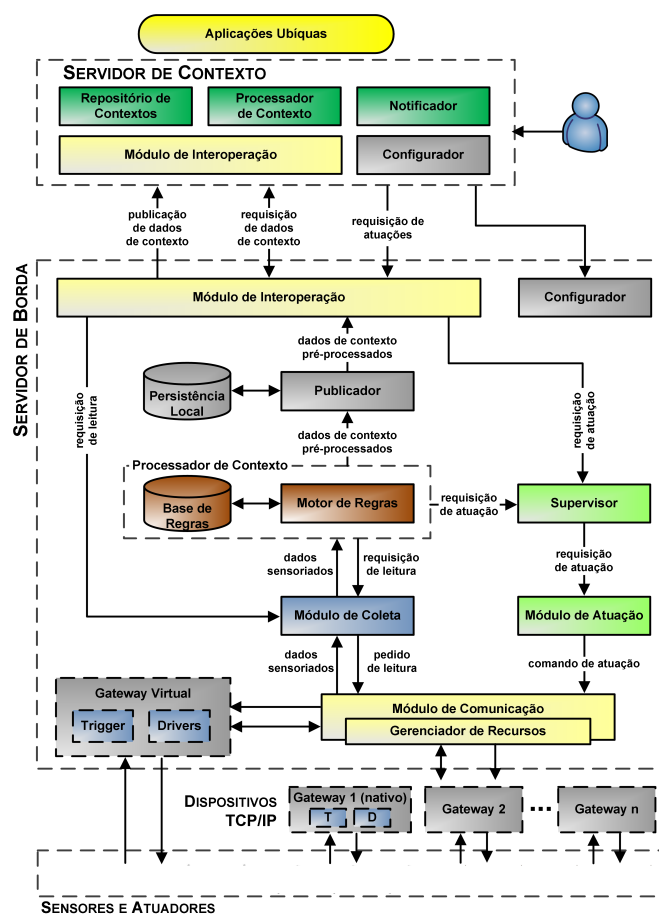


Figura 1. Arquitetura de software do EXEHDA para fornecer ciência de situação

5. IoT EWS : Concepção e Funcionalidades

Esta seção apresenta as decisões referentes à escolha das tecnologias de hardware/software para prototipação da IoT EWS. O fato da tecnologia ser *open-source* foi o critério básico para sua seleção, bem como o baixo custo e o baixo consumo de energia.

5.1. Bloco de Interação com o Ambiente

O Bloco de Interação do Ambiente é constituído pelo Módulo API_Multimonitor, Módulo de Dispositivos e Módulo de Comunicação. Este bloco da IoT EWS opera sobre uma *Gateway* Nativo do *middleware* EXEHDA.

O Módulo API Entrada contempla a entrada dos sinais vitais à partir de monitores paramétricos comerciais. O Módulo de Dispositivos é responsável por receber informações de sensores de sinais vitais, por meio de um composto por uma ESP32, possuindo um programa em *Python* que coleta os dados vindos dos sensores. Por sua vez, o Módulo de Comunicação é responsável por transferir/receber informações e comandos do Bloco de Processamento dos Sinais Vitais.

5.2. Bloco de Processamento de Borda

Dois módulos formam o Bloco de Processamento de Borda, que é instanciado sobre o Servidor de Borda do EXEHDA. Módulo de Comunicação, o qual é responsável por

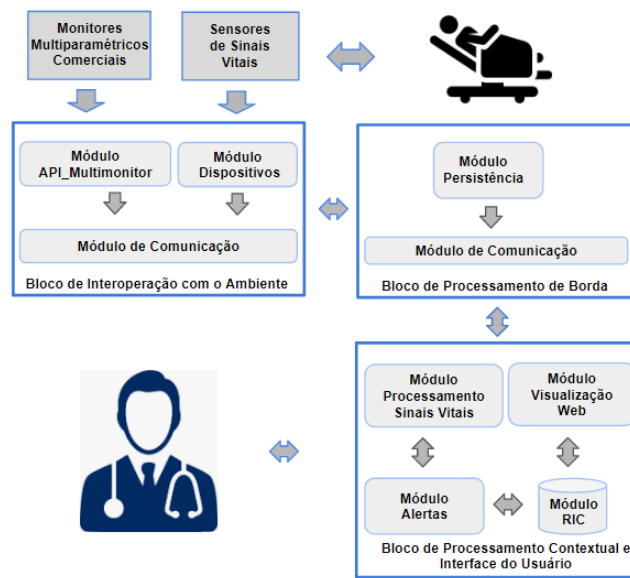


Figura 2. Arquitetura de Software da IoT EWS

interoperar com o Bloco de Interface do Usuário, esta funcionalidade é instanciada no Módulo de Interoperação do Servidor de Borda do EXEHDA. Já o Módulo de Persistência, tem por objetivo realizar uma persistência temporária caso a conexão Internet com o Bloco de Interface do Usuário seja perdida. Esta funcionalidade é instanciada sobre o Módulo Persistência Local do Servidor de Borda do EXEHDA;

5.3. Bloco de Interface do Usuário

O Bloco de Interface do Usuário é constituído pelo Módulo de Processamento dos Sinais Vitais, Módulo de Visualização Web, Módulo de Alertas e o Repositório de Informações Contextuais, operando sobre um Servidor de Contexto do *middleware* EXEHDA.

5.4. Módulo de Processamento dos Sinais Vitais

O escore EWS é utilizado por padrão pela-IoT EWS para a geração dos alertas. Os gatilhos e alertas permitem que além do escore EWS, também o médico defina seus próprios gatilhos e correspondentes alertas. Neste módulo são tratadas todas as regras referentes ao disparo de alertas, baseado nos sinais vitais coletados. Integram o conjunto de regras: (i) regras definidas pelo usuário, que irão atender suas especificidades baseadas em sua experiência profissional ou particularidades de sua especialidade; (ii) regras baseadas em padrões internacionais.

O médico, usuário da IoT EWS pode configurar seus *templates* de regras utilizando suas definições, as regras de padrões estabelecidos ou ainda um conjunto híbrido de regras - o que torna flexível a configuração de seus alertas personalizados.

6. Avaliação e conclusão

No banco de dados MIMIC-III as coletas são realizadas de 15min em 15min. Objetivando adaptar o banco de dados à realidade da proposta foram consideradas apenas 4 medições diárias - padrão utilizado pelos hospitais brasileiros.

Por sua vez, para avaliação junto aos profissionais de saúde foi utilizado o *Technology Acceptance Model* (TAM), um modelo que possui a vantagem de ser específico para tecnologia da informação e tem uma forte base teórica, além do amplo apoio empírico [Okoli 2015].

O modelo sugere que, quando os usuários são apresentados a uma nova tecnologia, vários fatores influenciam sua decisão sobre como e quando eles a usarão, notadamente: (i) *Perceived Usefulness* (PU) - é o grau em que uma pessoa acredita que usar um determinado sistema aumentaria seu desempenho no trabalho; e (ii) *Perceived Ease of Use* (PEOU) - é o grau em que uma pessoa acredita que usar um determinado sistema estaria livre de esforço [Davis et al. 1989]. Desta forma, foi elaborado um questionário cujas questões estão mostradas na tabela 2, empregando a escala Likert [Likert 1932]: Discordo totalmente; Discordo parcialmente; Indiferente; Concordo parcialmente; e Concordo totalmente.

Tabela 2. Questionário

Construto	Afirmativa
Facilidade de uso percebida	1 - Considero a utilização da IoT EWS clara e objetiva.
	2 - Interagir com esta proposta não requer muito esforço mental.
	3 - Considero a proposta fácil de ser utilizada.
Utilidade Percebida	4 - A utilização da IoT EWS melhorou minha performance no dia-a-dia.
	5- A utilização dessa tecnologia aumentou minha produtividade.
	6 - A utilização dessa tecnologia me tornou mais eficiente.

Na avaliação da proposta foi aplicado o questionário a 10 médicos de 3 hospitais da cidade de Pelotas-RS, dando como resultado a Escala de Likert [Likert 1932] , apresentada na tabela 3, o que indica um resultado satisfatório da proposta.

Tabela 3. Resultados da Avaliação de Aceitação

Questão	Discordo plenamente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo plenamente
1	0,00%	0,00%	0,00%	20,00%	80,00%
2	0,00%	0,00%	0,00%	10,00%	90,00%
3	0,00%	0,00%	10,00%	20,00%	70,00%
4	0,00%	0,00%	0,00%	10,00%	90,00%
5	0,00%	0,00%	20,00%	10,00%	70,00%
6	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

Com os alertas emitidos, provou ser possível a antecipação de diagnósticos e procedimentos por parte da equipe médica, o que, pode tornar viável a redução no tempo de internação. Os resultados obtidos juntos a médicos mostram-se promissores e autorizam um prosseguimento nas pesquisas.

Dentre os trabalhos futuros previstos tem-se o desenvolvimento de um aplicativo para smartphone e a construção de uma *Application Programming Interface* (API) para integração com os sistemas legados dos hospitais.

7. Considerações Finais

Com a IoT EWS é possibilitada a antecipação de diagnósticos e procedimentos por parte da equipe médica, o que, pode tornar viável a redução no tempo de internação.

Os resultados obtidos junto à médicos no que diz respeito a avaliação da Utilidade e Facilidade de Uso percebidas (TAM), mostram-se promissores e apontam para o prosseguimento das pesquisas da IoT EWS , enquanto abordagem que emprega o *middleware* EXEHDA no provimento de abordagens para área de saúde.

Dentre os trabalhos futuros previstos tem-se o desenvolvimento de um aplicativo nativo para smartphones e a construção de uma API para integração com os sistemas legados dos hospitais.

Referências

- Bleyer, A. J., Vidya, S., Russell, G. B., Jones, C. M., Sujata, L., Daeiagh, P., and Hire, D. (2011). Longitudinal analysis of one million vital signs in patients in an academic medical center. *Resuscitation*, 82(11):1387–1392.
- Brunker, C. and Harris, R. (2015). How accurate is the avpu scale in detecting neurological impairment when used by general ward nurses? an evaluation study using simulation and a questionnaire. *Intensive and Critical Care Nursing*, 31(2):69–75.
- Commission, A. et al. (1999). *Critical to success: the place of efficient and effective critical care services within the acute hospital*. Audit Commission London.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., and Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8):982–1003.
- Dridi, A., Sassi, S., and Faiz, S. (2017). A smart iot platform for personalized healthcare monitoring using semantic technologies. In *Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), 2017 IEEE 29th International Conference on*, pages 1198–1203. IEEE.
- Edmondson, A. (1999). Psychological safety and learning behavior in work teams. *Administrative science quarterly*, 44(2):350–383.
- Jaiswal, K., Sobhanayak, S., Turuk, A. K., Bibhudatta, S. L., Mohanta, B. K., and Jena, D. (2018). An iot-cloud based smart healthcare monitoring system using container based virtual environment in edge device. In *2018 International Conference on Emerging Trends and Innovations In Engineering And Technological Research (ICETIETR)*, pages 1–7. IEEE.
- Jevon, P. (2010). How to ensure patient observations lead to prompt identification of tachypnoea. *Nursing times*, 106(2):12–14.
- Johnson, A. E., Pollard, T. J., Shen, L., Li-wei, H. L., Feng, M., Ghassemi, M., Moody, B., Szolovits, P., Celi, L. A., and Mark, R. G. (2016). Mimic-iii, a freely accessible critical care database. *Scientific data*, 3:160035.
- Johnston, S. and Cox, S. (2017). The raspberry pi: a technology disrupter, and the enabler of dreams.

- Karthikeyan, S., Devi, K. V., and Valarmathi, K. (2015). Internet of things: Hospice appliances monitoring and control system. In *Green Engineering and Technologies (IC-GET), 2015 Online International Conference on*, pages 1–6. IEEE.
- Kelly, C. A., Upex, A., and Bateman, D. N. (2004). Comparison of consciousness level assessment in the poisoned patient using the alert/verbal/painful/unresponsive scale and the glasgow coma scale. *Annals of emergency medicine*, 44(2):108–113.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- Lopes, J. L., de Souza, R. S., Geyer, C., da Costa, C., Barbosa, J., Pernas, A. M., and Yamin, A. (2014). A middleware architecture for dynamic adaptation in ubiquitous computing. *Journal of Universal Computer Science*, 20(9):1327–1351.
- Millikan, G. A. (1942). The oximeter, an instrument for measuring continuously the oxygen saturation of arterial blood in man. *Review of scientific Instruments*, 13(10):434–444.
- Odell, M., Victor, C., and Oliver, D. (2009). Nurses' role in detecting deterioration in ward patients: systematic literature review. *Journal of advanced nursing*, 65(10):1992–2006.
- Okoli, C. (2015). A guide to conducting a standalone systematic literature review. *Communications of the Association for Information Systems*, 37(1):43.
- Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., and Georgakopoulos, D. (2014). Context aware computing for the internet of things: A survey. *Communications Surveys Tutorials, IEEE*, 16(1):414–454.
- Perry, A. and Potter, P. (2002). *Clinical Nursing Skills & Techniques*. Mosby.
- Rufino, G. P., Gurgel, M. G., Pontes, T. d. C., and Freire, E. (2012). Avaliação de fatores determinantes do tempo de internação em clínica médica. *Revista Brasileira Clínica Médica*, 10(4):291–297.
- Sezer, O. B., Dogdu, E., and Ozbayoglu, A. M. (2018). Context-aware computing, learning, and big data in internet of things: a survey. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(1):1–27.
- Souza, R., Lopes, J., Geyer, C., Cardozo, A., Yamin, A., and Barbosa, J. (2018). An architecture for iot management targeted to context awareness of ubiquitous applications. *Journal of Universal Computer Science*, 24(10):1452–1471.
- Stedman, T. L. (2005). *Stedman's medical dictionary for the health professions and nursing*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Teixeira, C., Teixeira, T. M. L., Brodt, S. F. M., Oliveira, R. P., Neto, F. L. D., Roehrig, C., and Oliveira, E. S. (2010). A adequada comunicação entre os profissionais médicos reduz a mortalidade no centro de tratamento intensivo. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 22(2):112–117.